

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

## **МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

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

Брест, 22 марта 2023 года

Брест  
БрГУ имени А. С. Пушкина  
2023

**ISBN 978-985-22-0578-8**

© УО «Брестский государственный  
университет имени А. С. Пушкина», 2023

Об издании – 1, 2

1 – сведения об издании

УДК 005.584.1+502(082)

ББК 20.1я431

*Редакционная коллегия:*

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

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

старший преподаватель **М. В. Левковская**

*Рецензенты:*

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

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

**Мониторинг и охрана окружающей среды [Электронный ресурс] :** электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 22 марта 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2023. – 200 с. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by:80/handle/123456789/9079>. ISBN 978-985-22-0578-8.

Материалы сборника отражают основные направления научных исследований студентов, магистрантов, аспирантов и посвящены решению актуальных проблем мониторинга природных экосистем и урбанизированных территорий, агроэкологии.

Адресуется научным работникам, магистрантам, аспирантам, преподавателям и студентам высших учебных заведений, специалистам системы образования.

Разработано в PDF-формате.

**УДК 005.584.1+502(082)**

**ББК 20.1я431**

Текстовое научное электронное издание

Системные требования:

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

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2023

*ВПЕРЕД*

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 10, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, корректор В. В. Черепенько, технический редактор В. В. Черепенько, компьютерный набор и верстка А. С. Домась;
- дата размещения на сайте: 22.06.2023;
- объем издания: 3,44 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.brest.by.

*ВПЕРЕД*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Адамчук М. А.</b> Влияние brassinosterоидов и их конъюгатов при совместном действии с ионами свинца на рост и развитие гречихи посевной ( <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) в лабораторных условиях .....	8
<b>Алехно А. В.</b> Роль ресурсного центра в экологическом воспитании учащихся сельских школ .....	11
<b>Бальцевич П. Г.</b> Идентификация фитопатогенных видов грибов рода <i>Alternaria</i> Nees с использованием сверточных нейронных сетей .....	14
<b>Бартош П. А.</b> Влияние галинсоги на рост и развитие декоративных растений.....	17
<b>Батуков М. К.</b> Динамика обеспеченности супесчаных почв Логойского района подвижным фосфором и калием.....	20
<b>Бегаль М. А.</b> Мониторинг содержания катионов меди и цинка в поверхностных водах р. Западный Буг (Беларусь, Брестская область) за 2019–2021 гг. ....	24
<b>Бойко А. А.</b> Экоморфы сосудистых растений зарастающего мелового карьера (Волковысский район, Гродненская область) .....	27
<b>Булай М. В.</b> Новые места произрастания <i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub в Брестском районе .....	30
<b>Вабищевич М. М.</b> Экологический анализ флоры окрестностей аг. Плотница Столинского района.....	32
<b>Головач Д. Н.</b> Сосудистые растения оз. Белое (Лунинецкий район, Брестская область).....	35
<b>Гончаревич Е. Д.</b> Анализ динамики количества выбросов органических веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод» за 2019–2022 гг.....	38
<b>Гуринович Е. А.</b> Оценка структуры и запаса крупных древесных остатков .....	41
<b>Демьянчик М. М.</b> Сила роста побегов ряда сортов черешни коллекционного сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина.....	44
<b>Джумагелдиев Б. Р.</b> Особенности биологического действия пищевого красителя аннато на показатели плодовитости особей F1 <i>Drosophila melanogaster</i> .....	47
<b>Динмухаммедов Р.</b> Влияние различных концентраций пищевого красителя кармина на показатели плодовитости особей F1 <i>Drosophila melanogaster</i> .....	51
<b>Жлоба К. С.</b> Наземные брюхоногие моллюски (Gastropoda: Stylommatophora) окрестностей г. Гродно и г. Светлогорска.....	54
<b>Жук К. С.</b> Влияние ионов свинца на эмбриональную плодовитость особей F2 линии <i>Drosophila melanogaster</i> .....	57

<b>Иванись В. В.</b> Оценка озелененности улиц центральной части г. Бреста с использованием ГИС-технологий .....	60
<b>Игнатчук А. А., Белюк А. О., Чмель Е. И.</b> Разработка концепции оценки ментального образа экологического состояния города .....	63
<b>Ильютчик Е. И.</b> Биологическая диагностика состояния почв в районе геохимической аномалии «Зеленый Бор» при помощи почвенных водорослей (контрольная территория).....	66
<b>Исаева Е. А.</b> Сезонная динамика соотношения видов в сообществах кокциnellид в условиях древесно-кустарниковых насаждений г. Минска .....	69
<b>Кайдалова М. О.</b> Влияние различных концентраций биогумуса и эпибрасинолида на фитотоксичность почвы, загрязненной нефтепродуктами, в отношении <i>Lepidium sativum</i> L. ....	72
<b>Карунос А. С.</b> Варианты гормональной регуляции прямого соматического эмбриогенеза у двух типов зрелых эксплантов фаленопсиса гибридного в культуре <i>in vitro</i> .....	75
<b>Кислицын Д. А.</b> Особенности генерализации результатов автоматизированного дешифрирования в ARCGIS и ENVI.....	78
<b>Козаков И. С.</b> Состав хвойных г. Кобрина.....	81
<b>Козачок А. В.</b> Эколого-физиологические особенности представителей рода <i>Ficus</i> коллекции зимнего сада Центра экологии.....	83
<b>Конопацкая О. А.</b> Анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферу воздуха предприятием ОАО «Полимер» за 2020–2022 гг. ....	86
<b>Косик Г. Ю.</b> Золотарник канадский ( <i>Solidago canadensis</i> L.) – опасный инвазивный вид .....	89
<b>Кураш Е. А.</b> Видовое разнообразие представителей семейства <i>Satyridae</i> в г. Минске .....	92
<b>Кушпет Н. М.</b> Грибные болезни семечковых культур д. Гута Дрогичинского района.....	95
<b>Лазарева В. О.</b> Анатомические особенности покровных тканей однолетнего стебля сортов <i>Cerasus vulgaris</i> Mill. разных сроков созревания как признак морозоустойчивости .....	98
<b>Лапука А. С., Нестерук В. С.</b> Биотестирование влияния питательных смесей на основе золы и торфа на морфометрические параметры кукурузы.....	101
<b>Лешик С. Н.</b> Экологическая оценка выбросов оксидов азота в атмосферу предприятиями Ляховичского района Брестской области за 2019–2022 гг. ....	103
<b>Лешик С. Н.</b> Экологические аспекты при изучении фосфора и его соединений .....	106

<b>Литвинова В. Ю.</b> Анализ рострегулирующей активности эпикастастерона и его конъюгатов на фоне действия ионов кадмия при выращивании гречихи посевной ( <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Влада в почвогрунте .....	109
<b>Литвинова Н. А.</b> Влияние климатических факторов на распространение <i>Genista germanica</i> L. ....	112
<b>Лукьянчик М. А.</b> Видовой состав и встречаемость зимующих неворобьинообразных птиц г. Жабинки и ее окрестностей в зимний сезон 2022–2023 гг. ....	115
<b>Лукьянчик М. А.</b> Воробьинообразные <i>Passeriformes</i> на зимовке 2022–2023 гг. в г. Бресте и окрестностях.....	118
<b>Магтымгулыева А. Р.</b> Оценка влияния почв некоторых урбанизированных территорий г. Бреста на посевные качества семян и морфометрические показатели проростков салата Айсберг .....	121
<b>Мелюх А. В.</b> Оценка влияния эпикастастерона и его конъюгата с кислотами на морфометрические параметры амаранта трехцветного ...	122
<b>Мисюля Д. И., Халецкий Е. А., Ринкевич М. А.</b> Определение альдегидов в продуктах окислительной термической деструкции полиэтилена и полиэтилентерефталата.....	127
<b>Михальчук Д. А.</b> Влияние брассиностероида эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	130
<b>Науменко Н. С.</b> Меристические признаки леща обыкновенного <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) в р. Днепр (в пределах Гомельской области) .....	133
<b>Нестерович А. В., Жук М. С.</b> Разработка и создание интерактивных каталогов зеленых насаждений городского парка (на примере гг. Брест и Столин).....	136
<b>Нестерук В. С., Франчук О. Н.</b> Оценка влияния смесей золы с почвенными добавками на морфометрические параметры подсолнечника однолетнего.....	139
<b>Ораздурдыева А. А.</b> Влияние различных концентраций пищевого красителя хлорофилл на плодовитость F2 линии <i>Drosophila melanogaster</i> .....	142
<b>Павлюковец Н. Г.</b> Особенности распространения <i>Rumex confertus</i> в окрестностях д. Мохро Ивановского района.....	145
<b>Пшкит И. И.</b> Посевные качества семян двух культур в условиях почв придорожных территорий ул. Ленина г. п. Логишин.....	147
<b>Пшкит И. И.</b> Экологические проблемы на уроках химии при изучении темы «Кислород» .....	150

<b>Разгуляева М. В.</b> Влияние куркумина на плодовитость F1 <i>Drosophila melanogaster</i> .....	154
<b>Романович Д. А.</b> Анализ совместного влияния ионов кадмия с эпикастастероном и его конъюгатами на рост и развитие овса посевного ( <i>Avena sativa</i> L.) .....	157
<b>Самохвалова Н. В., Шлапакова Т. Г., Мялик А. Н.</b> Подбор молекулярных маркеров iPBS для исследования генетического разнообразия популяций гудайеры ползучей ( <i>Goodyera repens</i> (L.) R.Br.) в Беларуси .....	160
<b>Сахедова А. Г.</b> Анализ состава семейства <i>Fabaceae</i> Lindl. на территории г. Бреста .....	163
<b>Стасюк А. С.</b> Сравнение параметров роста и продуктивности двух сортов свеклы столовой в вегетационный период 2022 г. ....	165
<b>Стасюкевич А. В.</b> Видовой состав шмелей (Apidae: <i>Bombus</i> latreille, 1802) на примере биотопов г. Гродно .....	168
<b>Струцкая Д. В.</b> Жуки семейства <i>Chrysomelidae</i> Западного региона Беларуси .....	171
<b>Таранюк Е. А.</b> Биологическое действие ионов свинца на плодовитость имаго в F2 линии Berlin <i>Drosophila melanogaster</i> .....	174
<b>Тарасюк В. М.</b> Анализ динамики количества выбросов оксидов азота предприятием ОАО «Пружанский льнозавод» за 2017–2022 гг. ....	177
<b>Терёхина П. С.</b> Ростостимулирующее действие конъюгатов природных брассиностероидов с кислотами на амарант трехцветный.....	180
<b>Тунчик К. В.</b> Влияние почв придорожных территорий д. Легаты Кобринского района на посевные качества семян.....	183
<b>Франчук О. Н.</b> Оценка методом биотестирования эффективности совместного применения золы и почвенных добавок на модельной культуре ( <i>Trifolium pratense</i> L.) в лабораторных условиях.....	186
<b>Цибульский Е. А.</b> Веб-картографирование зеленой инфраструктуры г. Жабинки.....	189
<b>Чекель П. А.</b> Видовой состав стрекоз (Odonata) г. Гродно и его окрестностей.....	192
<b>Швайко А. В.</b> Влияние тетраэтилового эпикастастерона на начальный рост и развитие гречихи посевной ( <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Влада .....	195
<b>Янчук И. Ф.</b> Сравнение параметров роста и продуктивности двух сортов моркови столовой в вегетационный период 2022 г. ....	198

**М. А. АДАМЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ И ИХ КОНЬЮГАТОВ  
ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ С ИОНАМИ СВИНЦА  
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM  
ESCULENTUM* MOENCH.) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Актуальность.** Серьезной проблемой в последние годы является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Они влияют на биологические функции и развитие организмов, накапливаются в органах, вызывая серьезные заболевания, поскольку происходит активное загрязнение атмосферы, воды и почвы. Данная проблема актуальна и для Республики Беларусь. Основными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами являются выбросы в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом, объектами энергетики и промышленными предприятиями. Основным элементом – загрязнителем пригородных почв является свинец. Его токсическое действие проявляется в задержке прорастания семян, увядании и гибели растений, в торможении роста корней из-за снижения запаса делящихся клеток в меристеме [1]. В связи с этим, помимо традиционных методов повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям, активно используют биологически активные вещества, в том числе и стероидной природы, которые стимулируют рост и развитие растений, повышают иммунитет к стрессовым факторам [2]. К таким веществам относятся brassinosteroids, в том числе и эпикастастерон (ЭК). У них была выявлена высокая рострегулирующая активность и широкий диапазон физиологического действия в очень низких концентрациях [3]. Но сейчас в ИБОХ НАН Беларуси синтезированы конъюгаты ЭК с различными органическими кислотами, которые тоже влияют на рост и развитие растений, а исследований биологической активности этих соединений еще не проводили.

**Цель** – определить наиболее перспективные концентрации ЭК и его конъюгатов с кислотами при совместном действии с раствором нитрата свинца в концентрации  $10^{-3}$  М для стимулирования роста и развития гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Влада на основе анализа их влияния на морфометрические показатели в лабораторных условиях.

**Материалы и методы исследования.** В качестве тест-объекта использовали гречиху посевную (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Влада, который районирован во всех областях Республики Беларусь [4]. Предметом исследования являлся анализ влияния на рост и развитие гречихи на фоне действия нитрата свинца в концентрации  $10^{-3}$  растворов ЭК и двух его конъюгатов: 22-моно-салицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) в ранее выявленных наиболее оптимальных рострегулирующих концентрациях ( $10^{-8}$ – $10^{-10}$ ). Анализ осуществлялся согласно СТБ 1073-97 [5]. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Excel по П. Ф. Рокицкому [6].

**Результаты исследований.** На рост побегов наиболее эффективно повлияли относительно нитрата свинца ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М и S23 и S31 в концентрации  $10^{-9}$  М, так как показатель высоты проростка увеличился на 30 %. Также увеличивали высоту проростков растворы S23 во всех концентрациях, но наиболее значимо –  $10^{-9}$  М.

ЭК в двух концентрациях незначительно понижал значения длины корешка, за исключением раствора ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М, действие которого незначительно, но повышал значение длины корешка по сравнению с контролем. Растворы S23 и S31 в концентрации  $10^{-9}$  М, чьи значения отличаются незначительно друг от друга, повышали контрольный показатель в среднем на 18 % (рисунок 1).

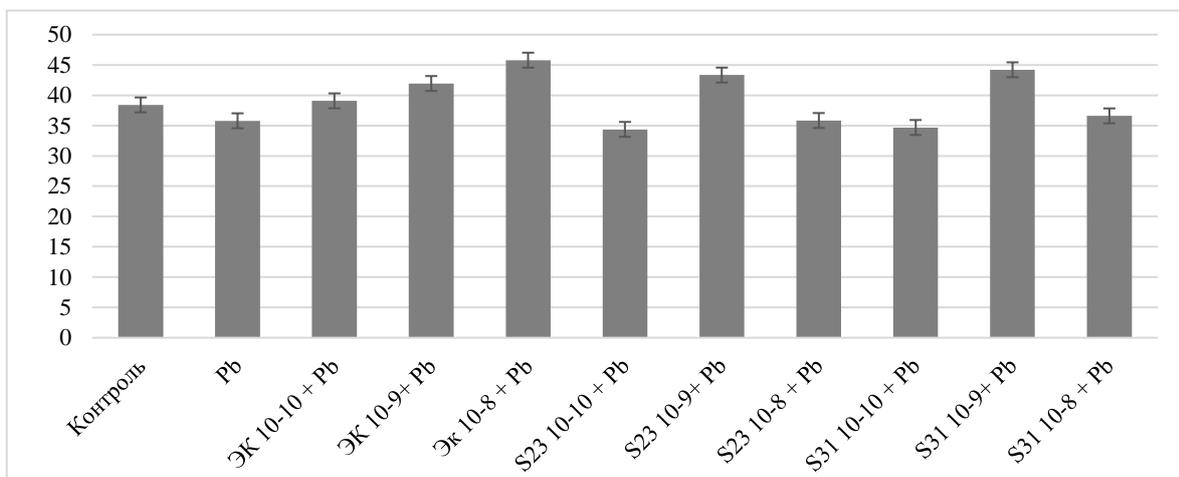


Рисунок 1 – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на длину корней гречихи посевной (мм) при совместном действии с нитратом свинца

Важно отобразить результаты по действию ионов свинца на длину и массу корешков, поскольку они оказывают значительное действие на корневую систему растений. Так, на длину корней негативно влияли растворы S23 и S31 в концентрации  $10^{-10}$  М. Положительное влияние

на значение массы десяти корешков оказали растворы ЭЖ в двух концентрациях –  $10^{-9}$  М и  $10^{-8}$  М. Раствор S31 в дозе  $10^{-9}$  М при совместном использовании с ионами свинца также оказал положительное влияние, увеличив значение контроля более чем наполовину. Раствор S23 в  $10^{-9}$  М вызвал превышение значения контроля на 51 % (рисунок 2).

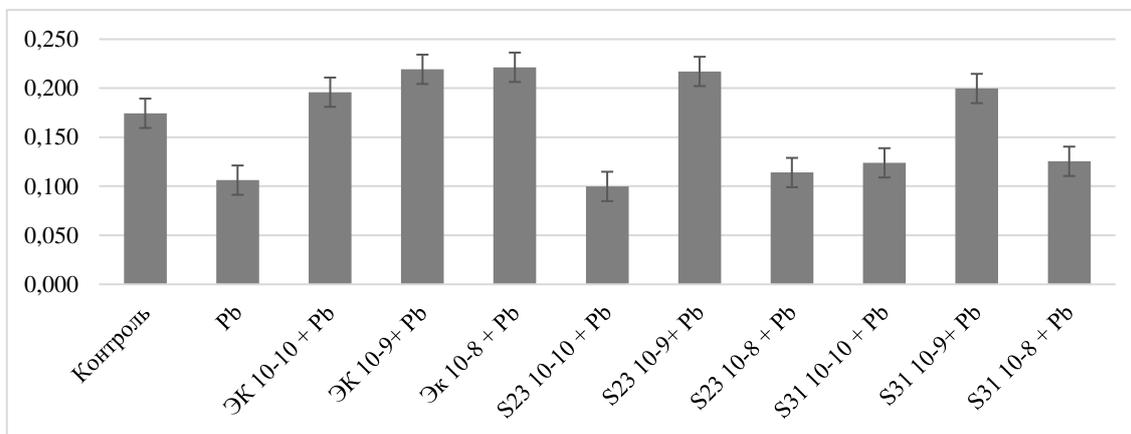


Рисунок 2 – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на массу 10 корешков гречихи посевной (мм) при совместном действии с нитратом свинца

**Заключение.** Таким образом, действие эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами частично нивелировало отрицательное влияние ионов свинца, наиболее выраженное при применении самого ЭЖ, S23 и S31 в концентрации  $10^{-8}$  М, но это влияние на разные морфометрические показатели совпадало не полностью.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
4. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sorttest.by/gosudarstvennyu-reyestr-sortov-2020-1>. – Дата доступа: 03.11.2022.
5. Семена зерновых культур. Сортные и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.
6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

**К содержанию**

**А. В. АЛЕХНО**

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

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

## **РОЛЬ РЕСУРСНОГО ЦЕНТРА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ УЧАЩИХСЯ СЕЛЬСКИХ ШКОЛ**

В современном мире огромное воздействие на жизнь человека оказывает природа. В процессе своей жизнедеятельности человечество изменяет и преобразует ее. На сегодняшний момент в мире сформировалась такая ситуация, что работа человека невозможна без необходимого количества информации о потенциально возможных последствиях в экологическом и биологическом смысле [1].

Каждый человек должен понять, что только в гармонии с природой возможно дальнейшее рациональное развитие нашего общества. Не только получение новых знаний, осмысление ценности, бережное отношение, но и жизнь в гармонии с природой – это задача сегодняшнего дня [2].

**Актуальность.** Одним из приоритетных направлений в современном технологическом мире является экологическое образование и воспитание подрастающего поколения. Будущее не только нашей планеты, но и нас самих зависит от того, насколько экологически грамотными будут наши дети.

**Цель.** Формирование экологической грамотности у школьников в процессе обучения посредством эффективной работы ресурсного центра эколого-биологического профиля.

**Материалы и методы.** Анализ научной и методической литературы, нормативных документов, интернет-ресурсов и других материалов (научных статей, материалов конференций) о роли ресурсного центра в экологическом воспитании учащихся школ.

**Результаты исследований.** Экологическое образование и воспитание учащихся – это не дань моде, а веление времени, продиктованное самой жизнью: для того чтобы сегодня выжить и обеспечить существование человека в будущем, нынешнему поколению необходимо овладеть экологическими ценностями и в соответствии с ними строить свои взаимоотношения с окружающим миром. Экологическое образование подрастающего поколения – одна из главных задач, стоящих перед обществом.

Одной из основных задач современной школы является формирование у школьников понимания своего органичного единства

с окружающей средой и убеждения в том, что улучшение жизни зависит прежде всего от сохранения среды обитания. Окружающая среда становится важнейшим педагогическим средством воспитания индивида, а экологическая работа – одним из путей развития в современных условиях. Овладение умением общения и взаимодействия с окружающим миром способствует развитию свободной личности, способной к самовыражению и самореализации.

Из этого следует, что экологическое воспитание в современной школе должно охватывать все ступени образования. Знаниями по экологии, как теоретическими, так и практическими, должны обладать все.

Первоочередной задачей школы является не столько получение определенного объема теоретических знаний, сколько способствование приобретению навыков научного анализа явлений природы, практической деятельности, осмыслению взаимодействия общества и природы, осознанию значимости своей практической помощи природе.

Во всем мире большое внимание уделяется экологическому воспитанию, формированию экологической культуры и охране окружающей среды. В настоящее время экологизация воспитательной работы школы стала одним из ключевых направлений работы системы школьного образования. Наше государство делает все необходимое для формирования непрерывного экологического воспитания учащихся.

Вся отечественная система образования переживает сегодня период бурных изменений. Ее реформации связаны прежде всего со сменой образовательной парадигмы – от информационно-знаниевой к личностно, компетентностно ориентированной. Ведущей идеей образования в школе становится выявление и развитие способностей каждого ученика, формирование духовно богатой, творчески мыслящей и социально активной личности, интегрированной в систему отечественной и мировой культур, способной к последующему участию в духовном развитии общества и самореализации в нем [3].

В Государственной программе развития образования Республики Беларусь на 2021–2025 гг. одним из путей решения проблем малокомплектных школ определено создание опорных школ – ресурсных центров. Ресурсный центр экологического воспитания – это структурное подразделение учреждения образования, обеспеченное педагогическими кадрами, на базе которого осуществляется интеграция и концентрация педагогических, информационных, интеллектуальных ресурсов образования.

Для разработки основ экологического воспитания на базе государственного учреждения образования «Рассветовская средняя школа Октябрьского района» начиная с 2019 г. успешно функционирует ресурсный центр по экологическому воспитанию.

В организации работы с учащимися по формированию экологической культуры мы максимально используем возможности внеурочной деятельности, которую осуществляем через:

- 1) проведение классных и информационных часов;
- 2) участие в районных, областных и республиканских конкурсах экологической направленности, в которых достигли определенных результатов;
- 3) проведение внеурочных мероприятий, в том числе на базе школьного музея «Спадчына», в котором создана экспозиция «Природа»;
- 4) организацию социально значимых акций, экскурсий, походов, проведение работы по благоустройству пришкольной территории, населенного пункта.

Экологическое воспитание реализуем также через тесное сотрудничество с Рассветовским лесничеством – участие в посадке леса, закладывании лесного питомника, озеленении нашего агрогородка.

Все это время педколлектив и учащиеся школы стараются неуклонно следовать тенденции формирования нравственно-экологической культуры, увлекая своим задором и любознательностью все большее количество ребят, многие из которых так или иначе связали свою профессию с экологией.

**Заключение.** Экологическое воспитание школьников – приоритетное направление работы в современной школе, целью которого является создание нравственно-экологической культуры.

Целенаправленная систематическая работа по нравственно-экологическому воспитанию школьников способствует значительному повышению нравственно-экологической культуры школьников. Реализация этой работы возможна через работу ресурсного центра по экологическому воспитанию.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марлинская, С. В. Продуктивное экологическое образование / С. В. Марлинская, Е. А. Шишмакова // Нар. образование. – 2008 – № 10. – С. 85–89.
2. Захлебный, А. Н. Школа и проблемы охраны природы / А. Н. Захлебный. – М. : Педагогика, 1981. – 184 с.
3. Дерябо, С. Д. Экологическая педагогика и психология / С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 480 с.

**К содержанию**

**П. Г. БАЛЬЦЕВИЧ**

Минск, БГУ

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

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФИТОПАТОГЕННЫХ ВИДОВ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA* NEES С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Актуальность.** Род *Alternaria* Nees характеризуется повсеместным распространением, экологическим и морфологическим разнообразием, а также широким спектром субстратов. Многие виды являются серьезными патогенами для значимых сельскохозяйственных культур. Кроме того, такие виды могут напрямую наносить вред здоровью человека и животных из-за высокого содержания токсичных соединений, а также выступая в качестве аллергенов. Мониторинг альтернариозов и идентификация видов *Alternaria* сопряжены с трудностями, обусловленными как межвидовым сходством, так и вариабельностью морфологических признаков внутри вида, а более надежные методы, как, например, молекулярно-генетическая диагностика, не всегда доступны [1].

В последнее десятилетие наблюдается тенденция к увеличению сферы применения инструментов машинного зрения, в том числе для идентификации организмов. Эффективность работы систем, основанных на методах глубокого обучения, сопоставима с человеческой либо превосходит ее. В отношении фитопатогенов наиболее часто можно встретить подходы, основанные на анализе изображений пораженных растений при помощи сверточных нейронных сетей. Однако такое определение заболеваний является недостаточно надежным, поскольку проявление симптоматики может быть сходным у различных видов. Анализ микрофотографий непосредственно организмов-возбудителей может дать более достоверные результаты, хотя процесс сбора данных, необходимых для обучения модели, в некоторой степени сложнее, чем для вышеупомянутого подхода.

**Цель работы** – разработать модель нейронной сети, позволяющую идентифицировать видовую принадлежность представителей рода *Alternaria* по изображениям конидий, а также проанализировать качество работы такой модели.

**Материалы и методы.** Для формирования пробной обучающей выборки были использованы некоторые культуры из коллекции кафедры ботаники биологического факультета БГУ [2]. Поскольку для обучения

нейронной сети требуется большое количество изображений, отбирались изоляты с обильным развитием конидий. С целью оценки дифференцирующей способности модели изоляты были взяты из нескольких морфологически различимых секций: *A. japonica* (секция *Japonicae*), *A. petroselini* (секция *Radicina*), *A. mali* (секция *Alternaria*). Кроме того, были взяты два различных изолята *A. brassicicola* (секция *Brassicicola*), чтобы удостовериться, что нейросеть действительно разделяет категории на основании морфологических параметров конидий, а не каких-либо побочных факторов, связанных с приготовлением препаратов для микроскопии.

Для каждой категории было подготовлено по 200 фотографий конидий размером  $256 \times 256$  пикселей, которые в соответствии с техническими требованиями были случайным образом разбиты на тренировочную и валидационную выборки в отношении 80 % к 20 %. Фотографии кадрировались таким образом, чтобы сохранялся относительный размер конидий, а сами они располагались по возможности посередине изображения (рисунок 1).

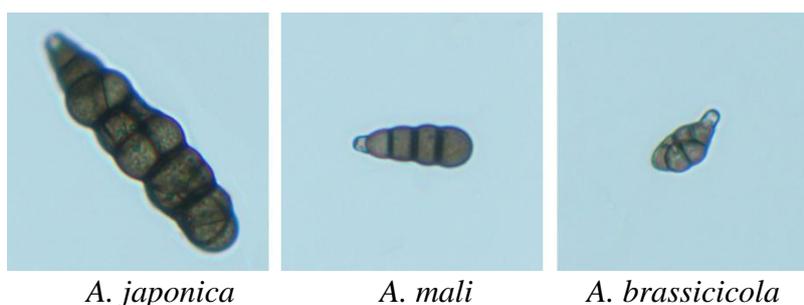


Рисунок 1 – Примеры изображений обучающей выборки

Для создания системы машинного обучения был использован язык программирования Python, библиотека TensorFlow и надстройка Keras. В частности, была использована предоставляемая Keras модель глубокого обучения EfficientNetV0, показавшая свою эффективность в наших предыдущих исследованиях [3].

**Результаты исследований.** Готовая модель была испытана на тестовом наборе изображений, не использовавшихся для обучения. Для категорий *A. japonica*, *A. petroselini* и *A. mali* верно классифицировано 100, 97 и 96 % изображений соответственно. Как и ожидалось, между изолятами *A. brassicicola* нейросеть не находит значимого различия и группирует изображения из обеих категорий в одну. Для визуализации результатов была построена нормализованная матрица несоответствий, где по вертикали обозначены действительные категории, а по горизонтали – предсказанные нейросетью (рисунок 2).

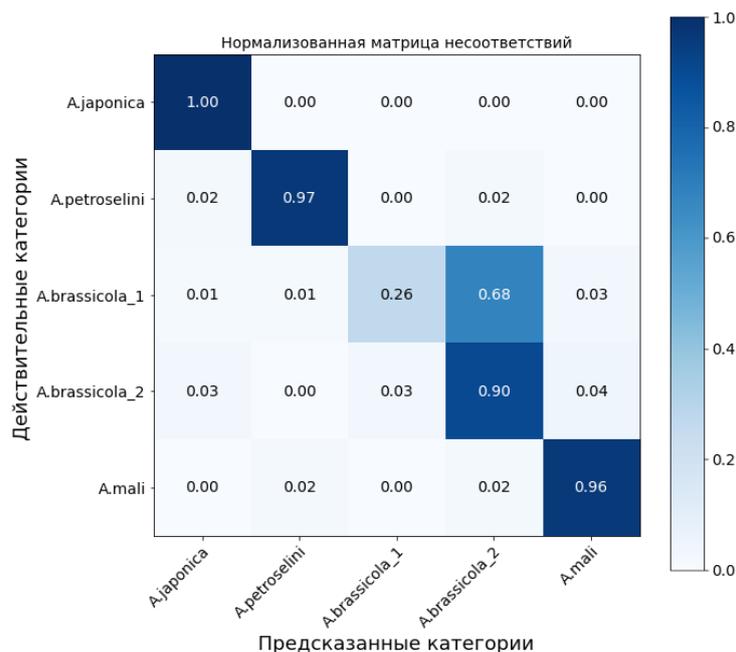


Рисунок 2 – Матрица несоответствий

**Заключение.** Полученная модель нейронной сети может использоваться для автоматизированной идентификации видов рода *Alternaria* с высокой степенью достоверности при условии их морфологической различимости. Для реального практического применения система требует дальнейшего расширения за счет добавления новых видов в обучающую выборку.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lawrence, D. P. Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria* / D. P. Lawrence, F. Rotondo, P. B. Gannibal // *Mycological Progress*. – 2016. – Vol. 15, № 1. – P. 3–25.

2. Коллекция чистых культур грибов кафедры ботаники биологического факультета БГУ / В. Д. Поликсенова [и др.] // Биоразнообразие грибов и лишайников особо охраняемых природных территорий : материалы конф., Минск – Березин. биосфер. заповедник, Витеб. обл., п. Домжерицы, 29 сент. – 1 окт. 2021 г. – Минск : Колорград, 2021. – С. 130–138.

3. Бальцэвіч, П. Г. Асаблівасці выкарыстання канвалюцыйных нейронавых сетак для распазнання і класіфікацыі выяў водарасцей / П. Г. Бальцэвіч, А. А. Шавялёва // Компьютерные технологии и анализ данных (СТДА'2022) : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 апр. 2022 г. – Минск : РИВШ, 2022. – С. 22–25.

**К содержанию**

**П. А. БАРТОШ**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

**ВЛИЯНИЕ ГАЛИНСОГИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ  
ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ**

**Актуальность.** В настоящее время аллелопатия считается одним из естественных способов регулирования численности растительных организмов в результате конкурентных взаимоотношений между компонентами фитоценозов. В пределах агрофитоценозов встречаются культурные и сорные растения, которые резко отличаются по способам адаптации к факторам среды. Однако часто в этой схватке, если не вмешивается человек, победу одерживают сорные растения. Почему это происходит? Вероятно, стратегия размножения их такова, что они содержат большой набор вторичных метаболитов, более активно растут и размножаются. Поэтому необходимо было выяснить характер влияния наиболее распространенных сорных растений на посевные качества семян и ростовые процессы декоративных растений.

Одним из часто встречающихся сорняков в условиях Республики Беларусь можно считать галинсогу. Галинсога (*Galinsoga*) – это однолетний травянистый сорняк. Галинсога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora*) занесена в Черную книгу флоры России. Этот вид активно размножается и конкурирует с культурными растениями за воду, питание и свет, снижая их урожайность на 10–50 %. Кроме того, она ничем не болеет и практически не поражается насекомыми, т. е. не встречает естественного сопротивления в природе, легко справляется с неблагоприятными погодными условиями (колебаниями температур, недостатком или избытком влаги), растет как на открытом солнце, так и в тени. Несмотря на то что любит плодородные почвы, быстро приспособливается и к песчаным [1].

Вторым изучаемым объектом стали бархатцы отклоненные сорта Кармен серии Бонита. Бархатцы (*Tagetes patula* L.) относятся к семейству астровые (*Asteraceae*). Это одно из самых крупных семейств, многие виды которого широко используются в мировом масштабе. Бархатцы хорошо растут практически в любой почве. Цветки и растения их широко используются для производства биологически активных добавок, в качестве кормовых добавок в птицеводстве, в фармацевтике и косметологии, для производства биопестицидов в борьбе с болезнями и нематодами, в качестве декоративной культуры [2, с. 359].

**Цель** – исследовать влияние водных экстрактов, полученных из вегетативных и генеративных органов галинсоги мелкоцветковой, на рост и развитие бархатцев отклоненных сорта Кармен.

**Материалы и методы.** Для проведения эксперимента растения галинсоги собирали, высушивали без доступа света в течение месяца, затем разделяли на три части: соцветия, стебель с листьями и корневую систему. Из полученных частей растений галинсоги готовили водные экстракты из расчета 0,1 г/л, которые настаивались в течение 24 часов. Данные экстракты использовали для полива семян: Г1 – водный экстракт из корней галинсоги, Г2 – водный экстракт из стеблей и листьев, Г3 – водный экстракт соцветий галинсоги. Контролем служили семена, выросшие на дистиллированной воде. Проращивание бархатцев происходило в чашках Петри на фильтровальной бумаге в течение 14 дней при естественном освещении и температуре 22 °С. Повторность опыта трехкратная. Результаты были обработаны с помощью программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Исследование показало, что экстракты из различных органов галинсоги снижали энергию прорастания бархатцев отклоненных сорта Кармен (рисунок 1, А).

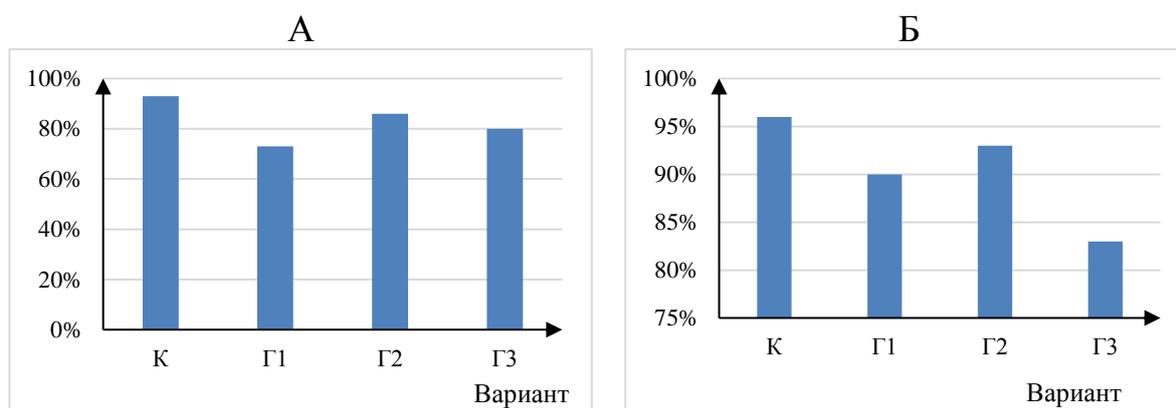


Рисунок 1– Энергия прорастания (А) и всхожесть бархатцев под влиянием галинсоги (Б)

Наиболее негативный эффект на данный параметр оказывала вытяжка из водного экстракта корней галинсоги (снижение на 20 %), а наименьшее падение данного показателя на 7 % выявлено в случае экстракта из стеблей и листьев (рисунок 1, А). Анализ всхожести бархатцев показал, что вытяжка из соцветия галинсоги тормозит процессы прорастания семян бархатцев на 13 % относительно контроля, тогда как экстракт из корней снижал всхожесть только на 6 % (рисунок 1, Б).

Установлено, что экстракты из разных органов галинсоги тормозят рост корней бархатцев от 37 % (Г2) до 56,9 % (Г1) относительно контроля, также отмечается снижение высоты проростков от 77 % (Г1) до 96,9 % (Г2) (рисунок 2, А). Выявлено существенное снижение массы корней бархатцев относительно контрольных значений под влиянием вытяжек из вегетативных и генеративных органов галинсоги от 60 % (Г1) до 75 % (Г2 и Г3). Установлено также снижение массы проростков на 50 % (Г1 и Г2) и на 55 % (Г3) (рисунок 2, Б).

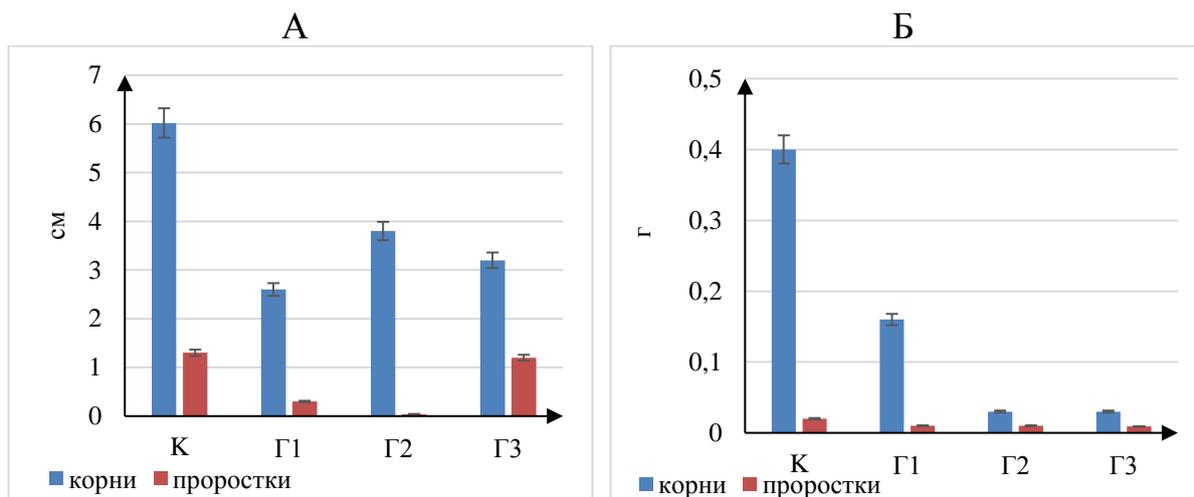


Рисунок 2 – Влияние экстрактов из генеративных и вегетативных органов галинсоги на длину (А) и массу (Б) корней и проростков бархатцев отклоненных

**Заключение.** Таким образом, установлено, что водные экстракты из разных генеративных и вегетативных органов галинсоги снижали посевные качества и ростовые процессы бархатцев отклоненных сорта Кармен. Поэтому, прежде чем сажать бархатцы, необходимо тщательно очистить участок от галинсоги мелкоцветковой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ботаничка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.botanichka.ru/article/galinzoga-zlostnyi-sornyak-ili-udivitel'naya-zhivuchka/#pochemu-galinzogu-ta>. – Дата доступа: 19.02.2023.

2. Максименко, Н. В. Оценка различных генотипов рода *Tagetes* L. как перспективных источников исходного материала для селекции на хозяйственно-ценные признаки / Н. В. Максименко, В. Н. Прохоров // Ботаника. – 2013. – Вып. 42. – С. 359–375.

**К содержанию**

УДК 631.41(476.1)

**М. К. БАТУКОВ**

Горки, БГСХА

Научный руководитель – Т. Ф. Персикова, д-р с.-х. наук, профессор

## **ДИНАМИКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ЛОГОЙСКОГО РАЙОНА ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ И КАЛИЕМ**

**Актуальность.** Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, продукции хорошего качества, обеспечения экологической безопасности окружающей среды необходимо поддержание оптимального содержания основных элементов питания в почве. Высокоплодородные почвы лучше противостоят механическим и техногенным нагрузкам, снижают негативное воздействие токсических веществ. Исследования, проведенные в Беларуси и других странах, показали устойчивую количественную зависимость урожая сельскохозяйственных культур от агрохимических свойств почв [1; 2]. К наиболее важным агрохимическим показателям, характеризующим состояние плодородия почв, относятся: степень кислотности ( $pH_{KCl}$ ), содержание гумуса, обменных форм кальция и магния, подвижных форм фосфора, калия и микроэлементов. Агрохимические показатели являются важной составляющей общей оценки потенциального плодородия почв. В условиях интенсивного использования земель происходит существенное изменение свойств почв даже в течение небольшого временного периода. Состояние агрохимических свойств почв наиболее объективно отражает характер ведения сельскохозяйственного производства [3].

Целенаправленное воздействие на процесс воспроизводства плодородия почв, включающее рациональное применение минеральных и органических удобрений, соблюдение всех звеньев технологий возделывания сельскохозяйственных культур, является весьма актуальным в связи с интенсификацией сельскохозяйственного производства.

**Цель** исследования – проследить динамику изменения обеспеченности дерново-подзолистых супесчаных почв Логойского района подвижными соединениями фосфора и калия между 13 и 14 турами агрохимического обследования.

**Материалы и методика.** Результаты крупномасштабного агрохимического обследования почв Минской областной проектно-изыскательской станцией по химизации сельского хозяйства (ОПИСХ) сельскохозяйственных земель в Логойском районе – 13-й тур (2013–2016 гг.) [3]

и 14-й тур (2017–2020 гг.) [4]. Для определения подвижных фосфатов и калия используется метод Кирсанова, который принят в качестве стандартного в вытяжке 0,2 М HCl (ГОСТ 26207-84).

**Результаты исследований.** Обеспеченность почв фосфором и калием является одним из основных признаков окультуренности дерново-подзолистых почв, тесно связанных с величиной урожая [1].

Обеспеченность почв фосфором и калием влияет на микробиологические и биохимические процессы трансформации органического вещества, протекающие как при прямом участии микроорганизмов, так и за счет их метаболитов, или внеклеточных ферментов, источниками которых являются преимущественно микроорганизмы. Оптимизация содержания подвижных фосфатов и калия в почве приводит к повышению заселенности почвы микроорганизмами, интенсифицирует процессы аммонификации органических азотсодержащих соединений с выделением неорганического азота, повышает скорость минерализации целлюлозы в почве [5]. Роль фосфорного и калийного питания растений возрастает в связи с внедрением новых сортов и гибридов растений, созданием предпосылок для повышения урожайности сельскохозяйственных культур за счет технического перевооружения хозяйств. Фосфор и калий являются важнейшими элементами, влияющими на качество продукции, состав органических соединений в растении, и принимают активное участие в образовании белковых веществ и нормализации процессов синтеза [1]. На землях, загрязненных радионуклидами, важными показателями качества растениеводческой продукции является содержание в ней  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Установлено, что с повышением содержания подвижных форм калия в почве концентрация  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в растительной продукции снижается [6].

Площадь пашни в Логойском районе составляет 48 514 га, в том числе дерново-подзолистые супесчаные – 31 211 га (64 %), глинистые и суглинистые – 6512 га (13,4 %), песчаные – 6387 га (13,2 %), торфяные – 4404 га (9,1 %).

По результатам 13-го тура агрохимического обследования дерново-подзолистых супесчаных почв, по содержанию подвижного фосфора в районе преобладали почвы 2-й группы – 32,1 % (61–100 мг/кг почвы), а далее они распределялись следующим образом: 3-я группа – 26,6 % (101–150 мг/кг.), 4-я группа – 18,2 % (151–250 мг/кг), 5-я группа – 6,8 % (251–400 мг/кг), 6-я группа – 0,6 % (> 400 мг/кг), а почвы 1-й группы составляли 15,7 % (< 60 мг/кг). Средневзвешенное содержание подвижного фосфора составило 127 мг/кг, что характерно для 3-й группы обеспеченности [3].

Результаты 14-го тура (таблица 1) показали, что в районе на 5,3 % уменьшилось количество почв 2-й группы и составило 26,9 %, 3-й группы –

26,1 %, увеличилось количество почв 4-й группы на 2 % (20,3 %) и 1-й группы на 4,1 % (19,8 %). Средневзвешенное содержание подвижного фосфора составило 124 мг/кг, что на 3 мг/кг меньше, чем в 13-м туре [4].

Таблица 1 – Распределение дерново-подзолистых супесчаных почв Логойского района по содержанию подвижного фосфора

Туры	Группы по содержанию P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %						Средневзвешенное содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 60	61–100	101–150	151–250	251–400	> 400	
13	15,7	32,1	26,6	18,2	6,8	0,6	127
14	19,8	26,9	26,1	20,3	14,9	0,3	124

По содержанию подвижного калия, согласно результатам 13-го тура агрохимического обследования дерново-подзолистых супесчаных почв, в районе преобладали почвы 3-й группы – 33,2 % (141–200 мг/кг), на долю почв 4-й группы приходится 27,5 % (201–300 мг/кг), 5-й группы – 8,3 % (301–400 мг/кг), 6-й группы – 1,5 % (> 400 мг/кг), 2-й группы – 26 % (81–140 мг/кг), 1-й группы – 3,5 % (< 80 мг/кг). Средневзвешенное содержание подвижного калия составило 195 мг/кг, что характерно для 3-й группы обеспеченности.

Результаты 14-го тура показали, что в районе на 5,2 % уменьшилось количество почв 3-й группы и составило 28 %, на 8,4 % уменьшилось количество почв 4-й группы (19,1 %), 5-й группы – на 0,7 % (7,6 %), вместе с тем увеличилось количество почв 6-й группы на 2 % (3,5 %), 1-й группы на 5,8 % (9,3 %), 2-й группы на 6,5 % (32,5 %).

Средневзвешенное содержание подвижного калия составило 181 мг/кг (3-я группа), что на 14 мг/кг меньше, чем в 13-м туре (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение дерново-подзолистых супесчаных почв Логойского района по содержанию подвижного калия

Туры	Группы по содержанию K <sub>2</sub> O %						Средневзвешенное K <sub>2</sub> O мг/кг почвы
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 80	81–140	141–200	201–300	301–400	> 400	
13	3,5	26,0	33,2	27,5	8,3	1,5	195
14	9,3	32,5	28,0	19,1	7,6	3,5	181

Анализ динамики содержания подвижного фосфора и калия показал, что в Логойском районе дерново-подзолистые супесчаные почвы имеют среднее их содержание – 124 и 181 мг/кг соответственно. Но беспокоит увеличение почв с низким содержанием элементов питания. Очевидно, что дозы фосфорных и калийных удобрений на пашне района были

недостаточны, чтобы поддерживать баланс подвижного фосфора и калия в почве на положительном уровне. По данным многолетних полевых опытов Института почвоведения и агрохимии, увеличение содержания фосфора в почве сопровождается достоверным приростом продуктивности севооборота вплоть до 250 мг/кг на супесчаных почвах. Соответственно, на каждые 10 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 1 кг почвы продуктивность севооборота повышалась на 66 и 79 к. ед. Прирост урожайности постепенно затухает по мере повышения содержания фосфора в почве до оптимального уровня. По данным полевых опытов, 1 кг фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) при дозе 60 кг/га обеспечивает среднегодовую прибавку урожая в севообороте 5,7–6,7 к. ед. [7].

Повышение содержания подвижных форм калия также сопряжено с увеличением продуктивности севооборотов до уровня 170–250 мг K<sub>2</sub>O на 1 кг супесчаных. Прирост продуктивности на каждые 10 мг/кг K<sub>2</sub>O в почве составляет 66–81 к. ед./га на суглинистых и супесчаных, подстилаемых мореной почвах. На почвах со средним и оптимальным содержанием подвижных форм калия калийные удобрения в дозе 100 кг/га д. в. севооборота обеспечивают прибавку урожая 5,7–6,2 к. ед. на 1 кг внесенного K<sub>2</sub>O. На почвах с высоким содержанием подвижных форм калия прибавки урожая резко снижаются, и применение калийных удобрений становится нерентабельным. Прибавки урожая озимой ржи, ячменя и озимой пшеницы на 1 кг K<sub>2</sub>O составляют 4,2; 4,6; 6,3 кг соответственно, клубней картофеля – 20,6 кг, корней сахарной свеклы – 25 кг [7].

**Заключение.** В Логойском районе Минской области на дерново-подзолистых супесчаных почвах для увеличения содержания в почве подвижных соединений фосфора и калия дозы удобрений необходимо планировать с учетом обеспеченности почвы и потребности сельскохозяйственных культур.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оптимальные параметры плодородия почв / Т. Н. Кулаковская [и др.]. – М. : Колос, 1984. – 272 с.
2. Сычев, В. Г. Тенденции изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России / В. Г. Сычев. – М. : ЦИНАО, 2000. – 187 с.
3. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.] ; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 275 с.
4. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2017–2020) / И. М. Богдевич [и др.] ; под общ.

ред. И. М. Богдевича ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2022. – 276 с.

5. Михайловская, Н. А. Влияние возрастающей обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы подвижными формами фосфора и калия на биологические показатели плодородия / Н. А. Михайловская, Г. В. Мороз // Почвы, их эволюция, охрана и повышение производительной способности в современных социально-экономических условиях : материалы I съезда Белорус. о-ва почвоведов. – Минск ; Гомель, 1995. – С. 206.

6. Путятин, Ю. В. Влияние калийных удобрений и кислотности дерново-подзолистой супесчаной почвы на урожайность и накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  зерновыми культурами / Ю. В. Путятин, Т. М. Серая, И. А. Добровольская // Агрохимия. – 2005. – № 7. – С. 59–65.

7. Богдевич, И. М. Агрохимические показатели плодородия почв и мероприятия по их улучшению / И. М. Богдевич // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2005. – № 4. – С. 48–59.

### **К содержанию**

УДК 543.31

**М. А. БЕГАЛЬ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ КАТИОНОВ МЕДИ И ЦИНКА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ Р. ЗАПАДНЫЙ БУГ (БЕЛАРУСЬ, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ) ЗА 2019–2021 ГГ.**

**Актуальность.** Состояние поверхностных вод определяется метеорологическими и погодными-климатическими условиями. Для оценки качества поверхностных вод используют экологическую оценку изучаемого водного объекта. Интенсивное развитие сельскохозяйственных и промышленных производств, а также глобальный рост населения относятся к антропогенным факторам загрязнения гидросферы [1].

Западный Буг – река в Восточной Европе, протекающая на территории Украины, Беларуси и Польши (порядок стран указан от истока к устью). Длина реки составляет порядка 830 км. На берегах реки в пределах Республики Беларусь располагаются такие населенные пункты, как д. Томашовка, д. Леплевка, г. Брест, д. Речица, д. Новоселки.

Питание реки регулируется дождевыми и талыми водами. Половодье обширное с поднятием уровня воды практически до 6 м. Климат умеренный: теплое лето и мягкая зима.

**Целью** нашего исследования является мониторинг содержания катионов цинка и меди в поверхностных водах р. Западный Буг за период 2019–2021 гг. в г. Бресте, д. Томашовке, д. Новоселки.

**Материалы и методы исследования.** В результате исследования был сделан анализ данных РУП «ЦНИИКИВР» о содержании катионов  $Zn^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  в поверхностных водах р. Западный Буг за исследуемый период. Применялись общие методы анализа: сравнение, описание.

**Результаты исследования.** Цинк – микроэлемент, который содержится более чем в 300 ферментах организма. Катионы  $Zn^{2+}$  накапливаются в сточных водах в больших количествах, впоследствии воздействуя на окружающую среду. Основными неорганическими соединениями цинка в поверхностных водах являются  $ZnSO_4$  и  $Zn(OH)_2$ .

На рисунке 1 приведены данные по содержанию катионов  $Zn^{2+}$  в р. Западный Буг в период с 2019 по 2021 г.

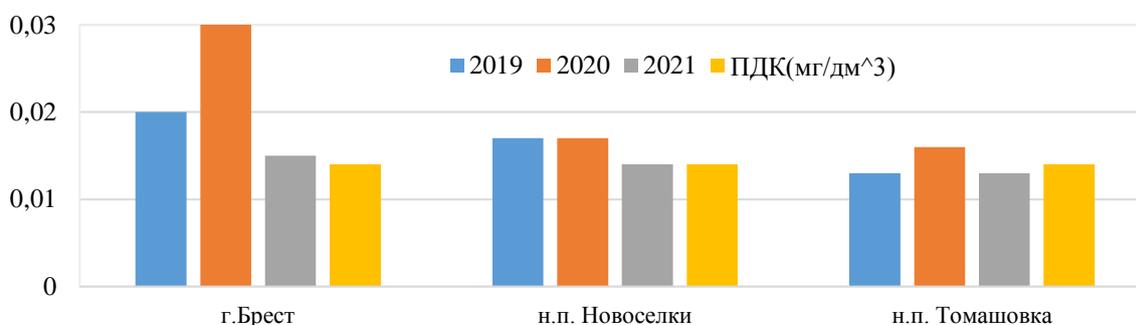


Рисунок 1 – Содержание катионов  $Zn^{2+}$  в р. Западный Буг

В результате анализа выявлено, что концентрация анализируемых катионов  $Zn^{2+}$  превышает значение ПДК.

В период с 2019 по 2021 г. концентрация катионов  $Zn^{2+}$  изменялась неравномерно на территориях г. Бреста и д. Томашовки. Наибольшее содержание катионов  $Zn^{2+}$  в данных населенных пунктах было зафиксировано в 2020 г. В г. Бресте в 2019 и 2020 гг. значение концентрации превысило значение ПДК на 42,9 и 128,6 % соответственно. Такое большое значение концентрации катионов может быть связано с сильными дождями, паводками. В 2019 и 2020 гг. на территории д. Новоселки содержание катионов  $Zn^{2+}$  превысило ПДК на 21 %. В 2021 г. концентрация катионов  $Zn^{2+}$  уменьшилась и составила 0,014 моль/дм<sup>3</sup>, что меньше значения за предыдущие годы на 17,4 %. В 2021 г. значение концентрации катионов цинка не превышало предельно допустимой концентрации. Изучая динамику концентрации  $Zn^{2+}$  на территории д. Томашовка, мы отметили, что в 2019 и 2021 гг. концентрация катионов  $Zn^{2+}$  составила 0,013 моль/дм<sup>3</sup>, что оказалось

больше ПДК на 7,2 %. Концентрация катионов  $Zn^{2+}$  на территории г. Бреста по сравнению с 2020 г. уменьшилась на 113 % и превышает ПДК на 7 %.

На рисунке 2 представлена концентрация катионов  $Cu^{2+}$  в р. Западный Буг в исследуемых населенных пунктах за исследуемый период.



Рисунок 2 – Содержание катионов  $Cu^{2+}$  в р. Западный Буг

В результате анализа выявлено, что концентрация катионов  $Cu^{2+}$  не превышает ПДК на объектах исследования в исследуемый период.

В период с 2019 по 2021 г. концентрация катионов  $Cu^{2+}$  варьировала в диапазоне от 0,0025 до 0,0045 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация катионов  $Cu^{2+}$  была зафиксирована в г. Бресте в 2019 г. В период с 2019-го по 2021 г. концентрация катионов  $Cu^{2+}$  на территории д. Новоселки так же, как и на территории г. Бреста, постепенно уменьшалась. В 2019 г. значение концентрации было меньше значения ПДК на 28 %. Увеличение концентрации катионов  $Cu^{2+}$  на территории д. Томашовки было зафиксировано в период с 2019 по 2020 г. В 2019 г. значение концентрации было меньше ПДК в 1,56 раза. В 2021 г. показатель концентрации снизился, что составило разницу с предыдущим годом 15,2 % в сторону уменьшения значения концентрации.

#### **Заключение.**

1. Проведен мониторинг динамики выбросов катионов  $Zn^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  в гидросферу р. Западный Буг за период с 2019 по 2021 г.

2. Концентрация катионов в поверхностных водах р. Западный Буг в 2019–2021 гг. превышает значение ПДК. В г. Бресте большая часть загрязняющего катиона  $Zn^{2+}$  приходится на «Брестводоканал», который сбрасывает сточные воды напрямую в реку. В д. Новоселки повышенная концентрация связана с близлежащими сельскохозяйственными полями. На территории д. Томашовка концентрация катионов  $Zn^{2+}$  находится в пределах ПДК.

3. Концентрация катионов  $Cu^{2+}$  не превышает значения ПДК во всех откатках отбора проб воды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вода [Электронный ресурс] // Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://rad.org.by/>. – Дата доступа: 23.02.23.

### К содержанию

УДК 502.75

**А. А. БОЙКО**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

### **ЭКОМОРФЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЗАРАСТАЮЩЕГО МЕЛОВОГО КАРЬЕРА (ВОЛКОВЫССКИЙ РАЙОН, ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Актуальность.** Полная инвентаризация и тщательное исследование всех составляющих флоры любого региона необходимы для разработки научно обоснованной системы охраны ее генофонда и обеспечения рационального использования растительного покрова. Одной из составляющих флоры Беларуси являются кальцефильные виды растений. Естественные меловые обнажения в республике представлены слабо, в то же время открытым способом разрабатываются месторождения кальциевых пород, и на месте бывших карьеров создаются антропогенно-меловые ландшафты, в частности на окраине г. п. Красносельский Волковысского района Гродненской области.

**Цель** – выявить видовой состав и проанализировать экоморфы сосудистых растений склона одного из старых меловых карьеров в окрестностях г. п. Красносельский Волковысского района Гродненской области.

**Материалы и методы.** Полевые исследования проводили в течение двух вегетационных сезонов 2021–2022 гг. на сухопутном склоне старого мелового карьера, расположенного на расстоянии 3 км к югу от г. п. Красносельский Гродненской области. Использовали маршрутный метод, перемещаясь поперек склона южной экспозиции на расстоянии 5–10 м от кромки воды. Материалом для статьи послужили полевые записи и гербарные экземпляры собранных сосудистых растений. Для выполнения экологического анализа видového состава использовали экологические шкалы Г. Элленберга [1].

**Результаты исследований.** Таксономический анализ списка видов показал, что выявлено в общей сложности 53 вида сосудистых растений,

относящихся к трем отделам (Equisetophyta, Pinophyta, Magnoliophyta), четырем классам, 18 семействам, 47 родам. Наибольшим числом видов представлены семейства Asteraceae (14 видов), Fabaceae (11 видов) и Poaceae (7 видов).

В спектре гелиоморф отсутствуют представители сциофитов, а на гелиофиты и факультативные гелиофиты приходится 41,7 и 58,3 % соответственно, что можно объяснить южной экспозицией склона и разреженным характером древесно-кустарниковой растительности.

Таблица 1 демонстрирует спектр гидроморф сосудистых растений склона карьера. Видно, что учтены 45 видов, поскольку остальные 8 видов либо отсутствуют в таблицах Г. Элленберга, либо являются экологически пластичными. Среди индикаторных видов явно преобладают мезофиты (37,7 %), вторую позицию занимают гигромезофиты (24,4 %), третью – мезогигрофиты (17,8 %). Таким образом, большинство видов исследованного склона предпочитают среднюю или несколько повышенную влажность почвы. По-видимому, в нижней части сухопутного склона карьера растения получают достаточное количество влаги, которая стекает с верхних участков склона. Кроме того, имеет значение и близость зеркала воды, что создает повышенную влажность воздуха.

Таблица 1 – Спектр гидроморф сосудистых растений склона мелового карьера

Экологическая группа	Количество видов	%
Мезоксерофиты	1	2,2
Ксеромезофиты	6	13,3
Мезофиты	17	37,7
Гигромезофиты	11	24,4
Мезогигрофиты	8	17,8
Гигрофиты	2	4,4
Всего: 6	45	100

Таблица 2 содержит спектр ацидоморф. Количество индикаторных видов здесь оказалось еще ниже и составило 29.

Таблица 2 – Спектр ацидоморф сосудистых растений склона мелового карьера

Экологическая группа	Количество видов	%
Крайние ацидофилы	1	3,4
Средние ацидофилы	2	6,9
Умеренные ацидофилы	1	3,4
Нейтрофилы	6	20,7
Умеренные базофилы	10	34,6
Базофилы	7	24,1
Крайние базофилы	2	6,9
Всего: 7	29	100

Видно, что по отношению к реакции почвенного раствора явно преобладают умеренные базофилы (34,6 %), которые вместе с базофилами и крайними базофилами составляют 65,7 %, что соответствует субстрату, содержащему примесь мела. Несмотря на это, немало нейтрофилов (20,7 %) и даже имеются ацидофилы (13,7 %), что, возможно, свидетельствует о происходящих во времени сдвигах реакции почвенного раствора в сторону меньшей щелочности.

В спектре трофоморф на мезотрофы приходится 36,6 % от общего числа индикаторных видов, но почти столько же – на олиготрофы (34,1 %), а олиготрофы вместе с крайними олиготрофами составляют почти половину видов (48,7 %). Очевидно, что щелочная среда угнетает минеральное питание растений, в частности азотное. Возможность произрастания в данных условиях видов-эвтрофов (14,6 %) можно связать с присутствием в растительном покрове обогащающих почву азотом представителей семейства Fabaceae, занимающего второе место по числу видов после семейства Asteraceae.

**Заключение.** Экологический анализ видового состава сосудистых растений склона мелового карьера показал полное отсутствие тенелюбивых видов, преобладание растений, предпочитающих среднюю или слегка повышенную влажность почвы, преобладание базофилов и олиготрофов разной степени выраженности. Результаты проведенного анализа во многом совпадают с данными, полученными пять лет назад на территории того же склона того же самого карьера [2], несмотря на некоторое расширение видового состава растений от 47 до 53 таксонов. Основными лимитирующими факторами для жизни растений остаются щелочная реакция почвенного раствора и низкое содержание доступных элементов минерального питания.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg // Scr. Geobot. Bd. 9. – Gottingen : Goldze, 1974. – 97 S.
2. Селевич, Т. А. Сосудистые растения склона мелового карьера в окр. г. п. Красносельский Гродненской области / Т. А. Селевич, М. Ю. Отока // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. по материалам XIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 3–5 окт. 2018 г. / УО «Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы», Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окружающей среды, Университет в Белостоке ; отв. ред. И. Б. Заводник ; редкол.: И. Б. Заводник [и др.]. – Гродно : ЮрСаПринт, 2018. – С. 32–34.

**К содержанию**

**М. В. БУЛАЙ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **НОВЫЕ МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ *LYCOPODIELLA* *INUNDATA* (L.) HOLUB В БРЕСТСКОМ РАЙОНЕ**

**Актуальность.** В составе флоры Беларуси лидирующее положение принадлежит покрытосеменным растениям, тогда как высшие споровые растения немногочисленны. Из их числа плаунообразных насчитывается восемь видов [1]. Для флоры Белорусского Полесья указывается шесть видов плаунообразных [2]. Нарушение светового и гидрологического режимов в местах произрастания плаунообразных вследствие рубок, осушительно-мелиоративных работ или прокладки коммуникаций является основной причиной сокращения их численности. Несмотря на то что плаунообразные не играют ландшафтообразующей роли, не доминируют в напочвенном покрове, мониторинг и выявление мест их произрастания являются важными аспектами охраны и сохранения многообразия данной таксономической группы.

**Цель** – выявить места произрастания редких видов плаунообразных на территории Брестского района.

**Материалы и методы.** Маршрутным методом обследована территория южной и юго-восточной частей Брестского района на предмет произрастания редких видов плаунообразных.

**Результаты исследований.** Анализ материалов научного гербария кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина показал, что на территории Брестского района зарегистрировано произрастание шести видов плаунообразных, в том числе двух редких видов равноспоровых плауновидных – *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. и *Lycopodiella inundata* (L.) Holub.

Вид *Lycopodiella inundata* – поликарпик, наземностелющийся, хамефит, европейско-американский, бореально-температный. В Беларуси данный вид встречается преимущественно в южной части, включен во 2-е и 3-е издания Красной книги Беларуси и относится к IV категории охраны [3]. В Беларуси находится восточнее пределов своего ареала в изолированных местонахождениях [4]. В экологическом отношении *Lycopodiella inundata* – гигрофит, семиолиготроф, субмезотермофит, субгелиофит. Исходя из литературных данных и данных научного гербария кафедры ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина, произрастает

всегда на песчаных, заиленных, свежих и влажных почвах, поселяется на открытых, хорошо освещенных местах. Наиболее типичными местообитаниями вида являются увлажненные песчаные карьеры, придорожные кюветы, пересохшие мелиоративные каналы, берега прудов, заболоченные луга [4; 5]. В пределах республики численность вида в известных популяциях колеблется от года к году в зависимости от климатических условий и гидрологического режима [5].

В ходе исследования характерных местообитаний выявлены два участка произрастания *Lycopodiella inundata*:

1. Брестский район, Мухавецкий с/с, 1,9 км южнее д. Заболотье, в окрестности с/т «Экран-83» находится заброшенный песчаный карьер (N52°02'01.9329" E23°51'12.1678"). Вид впервые зарегистрирован в 2021 г. Выявлена одна куртина (10 × 10 см). Карьер частично затоплен постоянно, частично затопляется во время весенних паводков. В летнее (и другое) время западная часть образует обширную «отмель», которая зарастает *Polytrichum commune*, а также злаками (*Phragmites australis*, *Festuca polesica*, *Poa* sp.) и сравнительно небольшим количеством *Juncus conglomeratus*. Присутствует *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* и *Salix caprea*. По берегам встречается *Calluna vulgaris*, *Hieracium pilosella*.

2. Брестский район, Страдечский с/с, 1,6 км восточнее д. Прилуки, в окрестности дачного товарищества находится заброшенный небольшой песчаный карьер (N51°58'53.1082" E23°43'59.6868"). Вид впервые зарегистрирован в 2020 г. Выявлены две куртины (20 × 20 см, 30 × 30 см). В западной части карьера *Lycopodiella inundata* произрастает на «отмели». В моховом ярусе преобладают *Polytrichum commune*, *Sphagnum* sp. В травяно-кустарничковом ярусе совместно с ним чаще всего преобладают *Juncus conglomeratus*, *Festuca polesica*, *Phragmites australis*, в небольшом количестве представлены *Typha latifolia*, *Calluna vulgaris*. Древесный ярус представлен подростом *Betula pendula*, *Populus tremula* с небольшой примесью *Pinus sylvestris*.

**Заключение.** Таким образом, можно предположить, что распространность представителей *Lycopodiella inundata* на территории Брестского района обусловлена его требовательностью к специфичным условиям обитания, формирование которых ограничивается антропогенным воздействием.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флора Беларуси. Сосудистые растения : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука, 2009. – Т. 1 : Lycopodiophyta. Equisetophyta. Polypodiophyta. Ginkgophyta. Pinophyta. Gnetophyta / Р. Ю. Блажевич [и др.]. – 199 с.

2. Парфенов, В. И. Флора Белорусского Полесья / В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1983. – 297 с.

3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: И. М. Качановский [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

4. Козловская, Н. В. Хорология флоры Белоруссии / Н. В. Козловская, В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1972. – 312 с.

5. Атлас охраняемых видов позвоночных, сосудистых растений, водорослей и грибов города Бреста / А. В. Абрамчук [и др.] ; под общ. ред. А. В. Абрамчука. – Брест : Альтернатива, 2015. – 112 с.

### **К содержанию**

УДК 581.93

**М. М. ВАБИЩЕВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ АГ. ПЛОТНИЦА СТОЛИНСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Рост, развитие и распространение каждого вида растений, состояние их ареалов, формирование фитоценозов и растительного покрова находятся в непосредственной зависимости от окружающей среды [1].

Экологический анализ флористических систем показывает, каким образом совокупность разных экологических факторов оказывает непосредственное влияние на историю формирования и современное развитие ареалов многих видов растений.

**Цель** – установить экологическую структуру флоры окрестностей аг. Плотница Столинского района Брестской области.

**Материалы и методы.** Маршрутным методом в вегетационные сезоны 2021–2022 гг. была обследована территория между населенными пунктами аг. Плотница – д. Бродче и окрестности д. Коробье Столинского района Брестской области. На основании проведенных флористических сборов был установлен видовой состав флоры указанной территории. Оценка экологического элемента флоры региона выполнялась согласно экологическим шкалам, разработанным Н. Ellenberg, E. Landolt, Ya. P. Didukh [2–4], поскольку они наиболее удобны для непосредственного анализа флоры Беларуси.

**Результаты исследования.** На исследованной территории Столинского района было выявлено 523 вида флоры, в том числе 510 видов покрытосеменных. Одними из наиболее значимых являются факторы, характеризующие эдафические условия. Ведущее значение среди них имеет влажность почвы. По отношению к данному экологическому фактору в составе исследованной флоры наибольшее число составляют мезофиты и гигромезофиты, которые в сумме дают 317 видов (61 % от общего числа видов). Типичные мезофиты представлены такими видами, как *Agrimonia eupatoria*, *Tilia cordata*, *Lactuca serriola* и др.; гигромезофитами являются *Ranunculus acris*, *Anemone nemorosa*, *Stellaria media* и др.

К ксерофитам относятся растения, которые адаптированы к очень сухим полупустынным местообитаниям с ограниченным увлажнением почвы. На исследуемой территории обнаружено четыре вида: *Sedum acre*, *Sedum sexangulare*, *Herniaria glabra* и *Leonurus cardiaca*. Особую группу растений, адаптированную к лугово-степным типам местообитания с небольшим увлажнением почвы, составляют субксерофиты, на долю которых приходится 5,74 % от общего количества видов. Это *Centaurea diffusa*, *Filago arvensis*, *Corynephorus canescens* и др. К субмезофитам – растениям, отнесенным к довольно сухим лесолуговым местообитаниям с умеренным увлажнением, – относится 8,99 % видов (*Thalictrum minus*, *Dianthus superbus*, *Stellaria graminea*).

Гигрофиты – растения, отнесенные к сырым болотно-луговым местообитаниям с постоянным капиллярным увлажнением почвы. В составе флоры исследованной территории данная экологическая группа занимает третье место по количеству видов и составляет 17,21 % от общего количества видов (*Rorippa amphibia*, *Chamaedaphneca lyclata*, *Oxycoccus microcarpus*). Субгидрофиты – *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia* и другие прибрежно-водные растения. Гидрофиты – *Salvinia natans*, *Nymphaea alba*, *Ceratophyllum demersum*. Группы субгидрофитов и гидрофитов в составе исследованной флоры малочисленны. Доля этих прибрежно-водных и водных растений составляет 1,53 % от общего числа видов.

В спектре трофэкогрупп преобладают группы семиэвтрофов, эвтрофов и мезотрофов, что составляет 47,42; 22,37 и 20,27 % от общего количества видов соответственно. К типичным семиэвтрофам можно отнести как древесные формы – *Fraxinus excelsior*, *Sambucus nigra*, так и травянистые – *Urtica dioica*, *Persicaria hydropiper* и др. К эвтрофам как видам, произрастающим на богатых почвах, относятся *Verbascum thapsus*, *Plantago lanceolata*, *Stachys palustris* и др. Мезотрофы, как виды, произрастающие на небогатых элементами минерального питания почвах, также широко распространены на исследованной территории (*Stellaria holostea*, *Cardamine pratensis*, *Erophila verna*).

Представители олиготрофной и гликотрофной групп в составе флоры региона менее многочисленны. Так, олиготрофы и семиолиготрофы – растения очень бедных почв – составляют 6,31 % в сумме от общего количества видов. Примерами могут служить *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Herniaria glabra* и др., как правило произрастающие на выщелоченных дерново-подзолистых, песчаных дюнах, бурых лесных почвах с хорошим режимом промывки. Субгликотрофов выявлено только 12 видов (2,29 % от общего количества видов): *Trifolium fragiferum*, *Atriplex prostrata*, *Viola stagnina* и др. Гораздо меньше видов, составляющих группу гликотрофов и мезогалотрофов (0,57 и 0,38 % от общего числа видов соответственно): *Crypsis lopecuroides*, *Atriplex tatarica*, *Salsola australis*, *Crypsis schoenoides*, *Ranunculus repens*.

Анализируя гелиоморфы, с уверенностью можно сказать о доминирующем положении субгелиофитов (67,11 %), растений светлых лесов и кустарниковых зарослей, или же высоких травянистых сообществ, нижние ярусы которых находятся в небольшом затенении. К ним относятся *Lathyrus sylvestris*, *Lembotropis nigricans*, *Trifolium aureum*.

Гелиофиты, занимающие второе место по количеству видов (92 вида), представлены растениями открытых местообитаний, находящихся под прямыми солнечными лучами. Типичными представителями группы являются *Juncus compressus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Carex canescens* и др.

Особое место занимает группа гемисциофитов (12,43 %), особенность которых заключается в наличии широкой экологической амплитуды, т. е. способности произрастать как на хорошо освещенных участках, так и на затененной территории. На исследованной территории гемисциофиты представлены такими видами, как *Lycopodium annotinum*, *Dryopteris filix-mas*, *Corylus avellana*.

К тенелюбивым (сциофитам) относится 15 видов, произрастающих в тенистых еловых (*Oxalis cetosella*, *Picea abies*, *Pyrola chlorantha*) и смешанных (*Daphne mezereum*, *Impatiens noli-tangere*, *Hedera helix*) лесах.

**Заключение.** Таким образом, в составе флоры исследованной территории Столинского района преобладают мезофиты и гигромезофиты, а также семиэвтрофы с субсветовым режимом освещения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Парфенов, В. И. Обусловленность распространения и адаптация видов растений на границах ареалов / В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1980. – 208 с.
2. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Göttingen : Goltze, 1974. – 97 s.

3. Landolt, E. Ökologische Zeigerwertschweizer Flora / E. Landolt // Veröff. Geobot. Inst. der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich. – 1977. – Н. 64. – S. 1–208.

4. Didukh, Ya. P. The ecological scales of the species of ukrainian flora and their use in synphytoindication / Ya. P. Didukh. – Kyiv : Phytosociocenter, 2011. – 176 p.

### К содержанию

УДК 581.5

**Д. Н. ГОЛОВАЧ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

### **СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ОЗ. БЕЛОЕ (ЛУНИНЕЦКИЙ РАЙОН, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Актуальность.** Инвентаризация флоры является основным этапом в изучении биоразнообразия растительного мира с целью использования его биологических ресурсов. Инвентаризационные флористические исследования являются основой для сохранения биоразнообразия путем создания заповедных объектов и «красных книг» [1].

В связи с большим количеством рек, каналов, озер, водохранилищ и прудов на территории республики изучение видового состава их водных растений остается актуальным, в том числе для выявления местообитаний редких и охраняемых растений. Согласно последнему изданию Красной книги, оз. Белое в Лунинецком районе Брестской области является местообитанием двух очень редких охраняемых видов растений – *Lobelia dortmanna* L. (I категория национального природоохранного значения – вид, находящийся на грани исчезновения) и *Isoetes lacustris* L. (II категория национального природоохранного значения – исчезающий вид) [2, с. 55, 91]. Вызывало большой интерес подтвердить это местонахождение охраняемых видов, а также изучить видовой состав произрастающих совместно с ними сосудистых растений.

**Цель** – выявить видовой состав сосудистых растений оз. Белое в Лунинецком районе Брестской области.

**Материалы и методы.** Материалами для исследования послужили флористические описания и гербарные образцы сосудистых растений, произраставших в оз. Белое в вегетационный сезон 2022 г. По данным литературы, оз. Белое имеет площадь водного зеркала 0,22 км<sup>2</sup>, наибольшую глубину 17 м [3, с. 69]. Использовали маршрутный метод исследования:

в доступных местах совершали пешие проходы вдоль береговой линии; сбор материала производили вручную с берега. При экологическом анализе собранных растений использовали классификацию растений водоемов и водотоков российского гидробиолога В. Г. Папченкова, согласно которой выделяют следующие экологические группы: гидрофиты (настоящие водные растения), гелофиты и гигрогелофиты (прибрежно-водные растения), гигрофиты, гигромезо- и мезофиты (околоводные растения) [4].

**Результаты исследований.** В таблице представлен список выявленных в прибрежной полосе озера видов сосудистых растений с распределением по экологическим группам и с указанием встречаемости видов.

Таблица – Распределение сосудистых растений по экологическим группам и их встречаемость в прибрежной полосе акватории озера

Экологическая группа	Название вида	Встречаемость *
Гидрофиты – 2 вида (8,7 %)	1. <i>Isoetes lacustris</i> L.	+++
	2. <i>Lobelia dortmanna</i> L.	++++
Гелофиты – 3 вида (13,0 %)	3. <i>Equisetum fluviatile</i> L.	+
	4. <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+++
	5. <i>Typha latifolia</i> L.	+++
Гигрогелофиты – 2 вида (8,7 %)	6. <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+
	7. <i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	++
Гигрофиты – 12 видов (52,2 %)	8. <i>Ranunculus lingua</i> L.	+
	9. <i>Epilobium</i> sp. L.	+
	10. <i>Myosotis scorpioides</i> L.	+
	11. <i>Solanum dulcamara</i> L.	+
	12. <i>Lycopus europaeus</i> L.	++
	13. <i>Bidens frondosa</i> L.	++
	14. <i>Juncus articulatus</i> L.	+++
	15. <i>Juncus conglomeratus</i> L.	++
	16. <i>Juncus effusus</i> L.	++
	17. <i>Juncus ranarius</i> Song. et Perrier ex Billot	+++
	18. <i>Carex rostrata</i> Stokes.	+
19. <i>Poa palustris</i> L.	++	
Гигромезо- и мезофиты – 4 вида (17,4 %)	20. <i>Ranunculus repens</i> L.	+
	21. <i>Trifolium repens</i> L.	+
	22. <i>Tussilago farfara</i> L.	ед.
	23. <i>Taraxacum officinale</i> Wigg. s.l.	+
*Примечание – Ед. – единично, + – очень редко, ++ – редко, +++ – часто, ++++ – очень часто.		

Таким образом, флора оз. Белое насчитывает 23 вида сосудистых растений. Они относятся к 19 родам, 15 семействам, 4 классам, 3 отделам (*Lycopodiophyta*, *Equisetophyta*, *Magnoliophyta*). В отделе *Magnoliophyta*

двудольные по числу видов составляют 52,4 %, однодольные – 47,6 %. Для сравнения: во флоре 27 водораздельных озер Среднего Поволжья, по данным В. Г. Папченкова, видовые таксоны из класса Magnoliopsida составляют 53,4 %, а из класса Liliopsida – 46,6 % [4], что очень близко к нашим результатам. Наибольшим числом видов в оз. Белое представлено семейство Juncaceae и род *Juncus* (4 вида).

Наибольшая распространенность в озере сосудистых растений (таблица) характерна для вида *Lobelia dortmanna*, несколько реже встречается второй вид – гидрофит – *Isoëtes lacustris*. Высокая распространенность установлена для двух видов гелофитов – *Phragmites australis* и *Typha latifolia*, а также для двух видов гигрофитов из рода *Juncus* – *J. articulatus* и *J. ranarius*.

Таблица позволяет оценить спектр экологических групп выявленных видов. С большим отрывом от других групп преобладают гигрофиты (12 видов, или 52,2 %). Далее по убывающей идут гигромезо- и мезофиты (4 вида, или 17,4 %), гелофиты (3 вида, или 13,0 %). Гидрофиты и гигрогелофиты представлены лишь двумя видами (по 8,7 %). Таким образом, на околоводные растения приходится 69,6 %, а на виды водной составляющей – 30,4 %. В озерах Среднего Поволжья водные и околоводные виды растений представлены примерно одинаково. В оз. Белое особенно понижена доля видов настоящих водных растений (гидрофитов): на них приходится 8,7 % против 25,4 % в озерах Среднего Поволжья. Низкое видовое разнообразие видов гидрофитов в оз. Белое может быть связано с его олиготрофностью.

**Заключение.** Оба охраняемых вида растений – *Lobelia dortmanna* и *Isoëtes lacustris* – встречаются в оз. Белое очень часто и часто. Другие водные растения в озере не выявлены, что, скорее всего, объясняется его олиготрофностью. Видовое богатство сосудистых растений озера в целом невелико и ограничивается 23 видами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Парфенов, В. И. Инвентаризация флоры – основной этап в изучении биоразнообразия растительного мира и использовании биологических ресурсов / В. И. Парфенов // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. : сб. науч. работ / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Минсктиппроект, 2012. – С. 17–20.

2. 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.

3. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў. – Мінск : БелЭн, 2007. – 480 с.

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

### **К содержанию**

УДК 504.31

**Е. Д. ГОНЧАРЕВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ПРЕДПРИЯТИЕМ ОАО «БЕРЕЗОВСКИЙ КОМБИКОРМОВЫЙ ЗАВОД» ЗА 2019–2022 ГГ.**

**Актуальность.** Загрязнение окружающей среды отходами производства и загрязняющими веществами, в первую очередь опасными, в настоящее время является одной из наиболее важных экологических проблем.

В эпоху научно-технического прогресса антропогенные воздействия на атмосферу становятся все более интенсивными и масштабными. Последствия загрязнения воздуха являются серьезной проблемой для крупных промышленных предприятий и прилегающих к ним территорий. Состояние окружающей среды – один из основных параметров, который характеризует качество жизни населения.

В последние годы повышенное внимание уделяется анализу воздействия на среду обитания и на организм человека соединений из группы стойких органических загрязнителей. Многие из них известны уже давно и широко использовались в промышленности и в сельском хозяйстве большинства стран. Результатом этого явилось повсеместное их распространение и загрязнение ими объектов окружающей среды и организма человека. Население, особенно сельское, оказалось под длительным воздействием различных ксенобиотиков, включая персистентные. В настоящее время воздействие этих веществ не прекратилось, оно стало менее выраженным [1].

Предприятие ОАО «Березовский комбикормовый завод» занимает лидирующие позиции в Республики Беларусь, поэтому предпринимает различные методы и делает все для того, чтобы уменьшить количество загрязняющих веществ и сохранить экологию в области.

**Цель** – провести анализ и выявить общую динамику количественных данных выбросов диметилсульфида ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) и гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) в атмосферу предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод» за 2019–2022 гг., сделать статистическую обработку данных.

**Материалы и методы исследования.** В качестве материала исследования использовались отчет о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов за 2019–2022 гг., предоставленный предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод», а также литературные источники и нормативные документы, находящиеся в открытом доступе, статистическая обработка данных. Применялись общие методы исследования: сравнение, описание, сравнительный анализ отчетности, статистическая обработка данных.

**Результаты исследований.** Нами проведен мониторинг выбросов диметилсульфида ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) и гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) за 2019–2022 гг. Особенно опасными считаются газообразные и аэрозольные выбросы: они являются загрязнителями промышленно-бытового происхождения. Диметилсульфид ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) и гексановая кислота ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) относятся к четвертому и третьему классу опасности соответственно.

На рисунке 1 в виде диаграммы приведены данные по выбросу диметилсульфида ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) в атмосферный воздух в 2019–2022 гг.

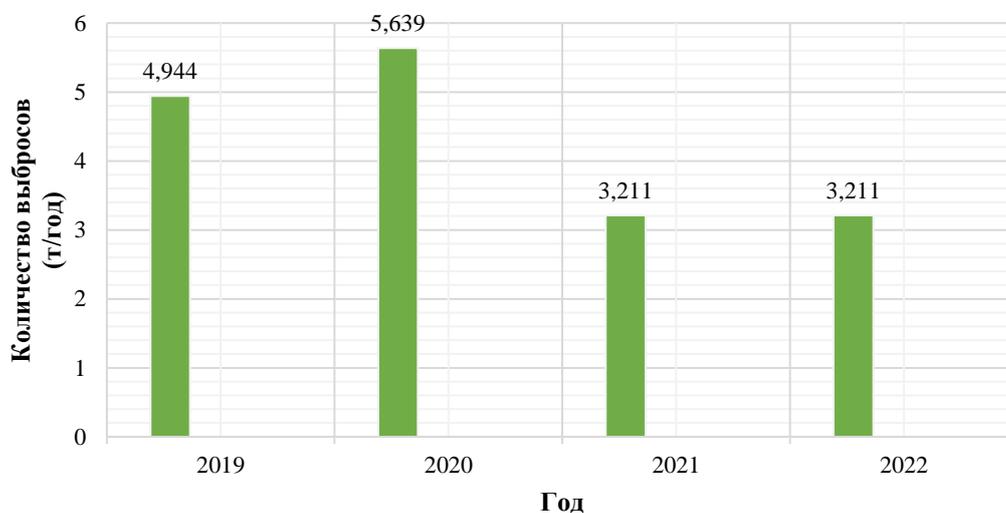


Рисунок 1 – Количество выбросов диметилсульфида ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) за 2019–2022 гг.

На основе анализа количественных данных был выявлен ряд закономерностей годового распределения количества выбросов газов в атмосферу. Так, максимальные выбросы диметилсульфида ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод» зафиксированы в 2020 г.

В 2019 г. количество поступивших в атмосферу  $\text{CH}_3\text{SCH}_3$  составило 4,944 т/год, в 2020 г. этот показатель увеличился на 14,06 %.

После модернизации производства в 2021–2022 гг. количество выбросов диметилсульфида в атмосферу уменьшилось до 3,211 т/год. Уменьшение выбросов в 2021–2022 гг. по сравнению с 2020 г. составило 43,06 %.

Анализ данных по динамике количества выброса гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) за 2019–2022 гг. представлен в виде диаграммы на рисунке 2.

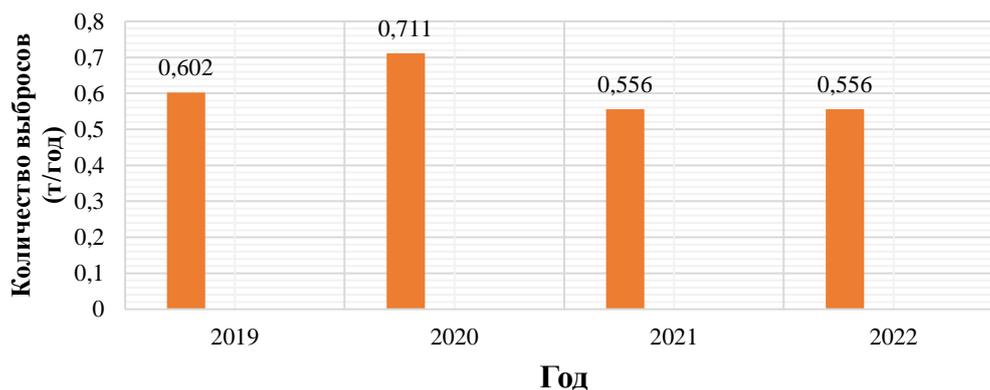


Рисунок 2 – Количество выбросов гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) за 2019–2022 гг.

Выбросы гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод» имеют тенденцию к снижению. Самый высокий показатель был зафиксирован в 2020 г. и составил 0,711 т/год, что по сравнению с 2019 г. увеличилось на 18,11 %.

Уменьшение гексановой кислоты было зафиксировано в период с 2021 по 2022 г. Это связано с установкой очистительных сооружений. В итоге в 2021 г. выбросы гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) составили 0,556 т/год, что по сравнению с 2020 г. составило 21,8 %.

Достоверность значений по рассматриваемым показателям составляет: диметилсульфид ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) –  $P = 0,0011 - 0,0019$ ; гексановая кислота ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) –  $P = 0,0014 - 0,0021$ .

**Заключение.** 1. Проведен анализ динамики количественных данных выбросов диметилсульфида ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ) и гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ ) в атмосферу предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод» за 2019–2022 гг.

2. Выявлено уменьшение количества загрязняющих органических веществ предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод» за 2019–2022 гг. (на 43,06 % диметилсульфида ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ ); на 21,80 % гексановой кислоты ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ )).

3. Общее количество выбросов органических загрязняющих веществ в атмосферу предприятием ОАО «Березовский комбикормовый завод» не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздействие на атмосферный воздух выбросов предприятия [Электронный ресурс] // Библиотека материалов. – Режим доступа: <https://vozdeystvie-na-atmosfernyy-vozduh-vybrosov-predpriyatiya>. – Дата доступа: 05.03.2023.

#### К содержанию

УДК 630\*618

**Е. А. ГУРИНОВИЧ**

Минск, БГУ

Научный руководитель – В. В. Лукин, канд. биол. наук, ведущий науч. сотрудник Ин-та эксперим. ботаники НАН Беларуси

#### **ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ И ЗАПАСА КРУПНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ**

**Актуальность.** Древесные остатки имеют важное значение для возобновления деревьев, а выделяемые при разложении углерод и вода составляют значительную часть баланса лесных экосистем. Разлагающаяся древесина мертвых деревьев – это место обитания многочисленных организмов. При этом для каждой стадии разложения их набор специфичен. Изучение данной темы особенно актуально сейчас, когда под действием растущей антропогенной нагрузки на леса происходит уничтожение естественных мест обитания растений и животных, следствием чего является сокращение биоразнообразия [1].

**Цель** – изучить структуру и запас крупных древесных остатков (далее – КДО) на пробных площадях Национального парка «Беловежская пушча».

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись лесные насаждения Королево-Мостовского лесничества в НП «Беловежская пушча»:

- ППП № 1 (кв. 745 В), 0,4 га. Год закладки 1972, фитоценоз на момент закладки – березняк орляковый. Средний возраст первого яруса 60 лет.

- ППП № 9 (кв. 774 А, выдел 1), 0,4 га. Год закладки 1979, фитоценоз на момент закладки – березняк кисличный. Средний возраст первого яруса 40 лет.

Выделяют пять стадий разложения валежа – от первой (почти не измененный) до пятой (сильно разложившийся). Дифференциация проводилась с помощью шкалы разложения валежной древесины,

модифицированной [1] на основе шкалы стадий разложения валежа ели В. Г. Стороженко. Метод исследования – сплошной пересчет фрагментов КДО с диаметром более 8 см (как минимум с одного конца) и длиной более 1 м.

**Результаты исследований.** На ППП № 1 выявлены КДО березы, сосны, ели, осины и граба (таблица 1), запас составил 36,58 м<sup>3</sup>. Валеж по площади распределен неравномерно. В целом преобладают остатки II–IV стадий разложения. По запасу преобладают КДО березы – 29,63 м<sup>3</sup>. Она наиболее активно выпадает на данной пробной площади. За 1972–2022 гг. объем древесины березы на корню уменьшился на 22 % (с 65 до 43 %).

Таблица 1 – Запас валежной древесины на ППП № 1, м<sup>3</sup>

Порода	Стадия					Сумма
	I	II	III	IV	V	
Береза	2,18	12,61	6,52	3,91	0,21	25,43
Граб	0,01	–	–	–	–	0,01
Ель	0,50	1,32	0,60	2,57	0,77	5,76
Осина	–	0,06	–	0,09	–	0,15
Сосна	0,02	–	0,10	–	–	0,13
<b>Сумма</b>	<b>2,72</b>	<b>13,99</b>	<b>7,23</b>	<b>6,57</b>	<b>0,97</b>	<b>31,48</b>

На диаграмме (рисунок 1) видно, что соотношение запаса на корню и КДО березы невелико и значительно меньше, чем у других пород. На втором месте по запасу КДО следует ель, ее запас на корню с 1972 г. увеличился на 30 % и на 2022 г. превышает таковой у березы, что указывает на смену березы елью.

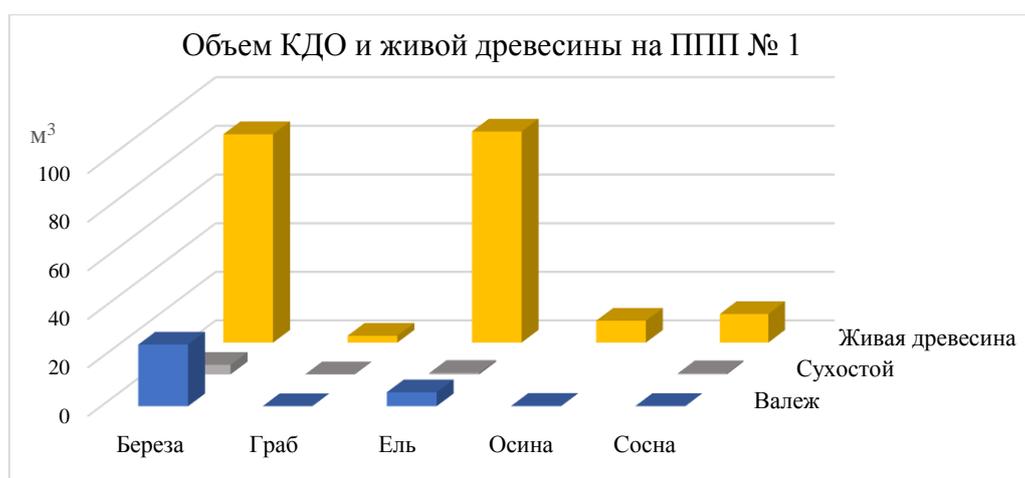


Рисунок 1 – Объем КДО и живой древесины на ППП № 1

На ППП № 9 КДО представлены березой, сосной, елью, осиной и дубом (таблица 2), запас составил 26,51 м<sup>3</sup>. Валеж распределен довольно равномерно с точкой небольшого скопления крупных деревьев (осины) ранних стадий разложения, выпавших вероятно из-за ветровала. Наибольший запас КДО осины – 10,52 м<sup>3</sup>, также березы – 6,79 м<sup>3</sup>. В целом большинство остатков I–III стадий. Из древостоя преобладает береза (47,55 % (21,80 % в 1979 г.)), ель (27,05 %) и осина (20,21 %).

Таблица 2 – Запас валежной древесины на ППП № 9, м<sup>3</sup>

Порода	Стадия					Сумма
	I	II	III	IV	V	
Береза	0,44	2,61	1,69	1,13	0,09	5,96
Дуб	0,87	0,48	0,09	0,12	0,18	1,73
Ель	0,99	0,70	0,23	0,75	0,23	2,91
Осина	3,21	3,18	2,33	0,74	1,06	10,52
Сосна	–	0,13	0,55	–	–	0,68
<b>Сумма</b>	<b>5,51</b>	<b>7,10</b>	<b>4,89</b>	<b>2,73</b>	<b>1,56</b>	<b>21,80</b>

По соотношению запаса на корню и КДО на диаграмме (рисунок 2) можно заметить, что наименьшее оно у сосны, но это из-за того, что она встречается единично. У основных пород запас на корню значительно превосходит запас КДО.

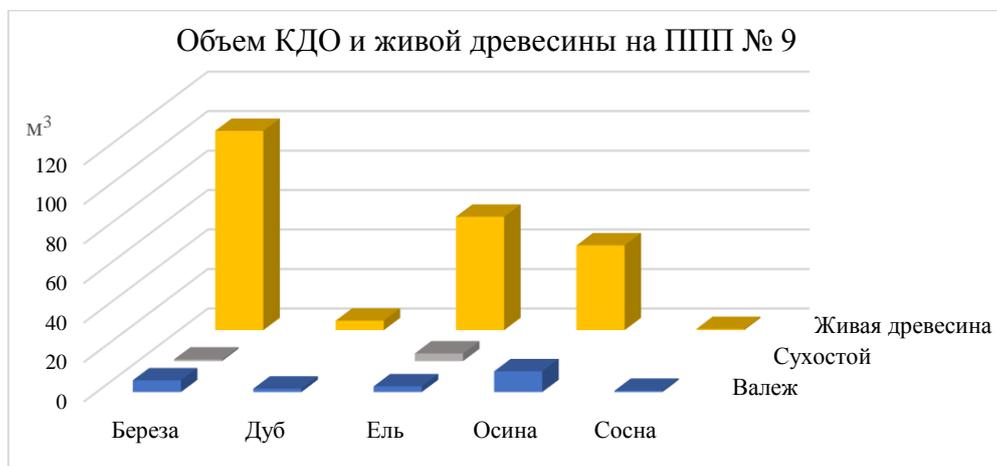


Рисунок 2 – Объем КДО и живой древесины на ППП № 9

**Заключение.** Запас КДО на ППП № 9 по сравнению с ППП № 1 меньше, и значительно преобладает запас древесины на корню над КДО. На обеих площадях выявлен высокий запас КДО березы, а также осины и ели, в большинстве II стадии. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что на ППП № 1 березняк находится на конечной стадии

сукцессионного процесса и вероятно его смена на ельник, на ППП № 9 березняк еще находится в устойчивом состоянии. Так как разница между возрастом древостоя на участках около 20 лет, можно полагать, что на ППП № 9 повторятся этапы, как на ППП № 1, только позже. Кроме того, так как ель довольно активно выпадает и ни береза, ни ель не являются доминирующими в подросте, можно предположить, что ельник также отпадет и произойдет дальнейшая смена доминирующей породы на преобладающий сейчас в подросте граб.

Выражаю благодарность за содействие в выполнении работы Молодежной летней школе по лесной фитоценологии Sylvan-2022, в рамках которой проводилось исследование, а также коллегам А. О. Антанович (Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси) и А. А. Семеняку (ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пугачевский, А. В. Запасы, размерная структура и степень разложения древесных остатков в некоторых типах сосновых, еловых и березовых лесов / А. В. Пугачевский, С. А. Жданович // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во. – 2007. – Вып. 15. – С. 366–370.

#### К содержанию

УДК 634.232

**М. М. ДЕМЬЯНЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

#### **СИЛА РОСТА ПОБЕГОВ РЯДА СОРТОВ ЧЕРЕШНИ КОЛЛЕКЦИОННОГО САДА ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ БРГУ ИМЕНИ А. С. ПУШКИНА**

**Актуальность.** Черешня – одна из немногих плодовых культур, позволяющая получать ранние плоды, что ценно для садоводства. Высокие вкусовые качества плодов, богатое содержание в них полезных питательных и биологически активных веществ (легкоусвояемых сахаров, органических кислот, пектиновых, дубильных веществ, витаминов группы В, К и Е, минеральных солей) являются ценными компонентами пищевого рациона населения [1]. За последние десятилетия существенно увеличился ассортимент сортов белорусской черешни, и на 2022 г. в государственный реестр Республики Беларусь входят 16 сортов отечественной селекции.

Брест относится к наиболее благоприятному региону Беларуси для промышленного производства косточковых культур, в том числе теплолюбивой черешни, что делает этот регион перспективным для выращивания данной культуры. В связи с этим на территории Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина был заложен в 2020 г. коллекционный сад чершни.

Одной из важнейших характеристик развития древесных растений является сила роста побегов. Именно величина данного показателя свидетельствует о чувствительности того или иного сорта к конкретным почвенно-климатическим условиям мест произрастания [2].

**Цель** – провести сравнительный анализ особенностей формирования кроны по критерию «сила роста» у саженцев четырех сортов черешни (*Prunus avium* L.) в условиях отдела агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина в течение двух вегетационных периодов (2021 и 2022 гг.).

**Материалы и методы.** Объекты исследований – четыре сорта черешни: белорусской селекции – Сюбаровская (раннеспелая), Народная (среднеспелая), российской селекции – Ипать (раннеспелая), Тютчевка (среднепоздняя). Сорта характеризовались различной формой кроны. Выборка составляла 46 растений коллекции (5 шт. сорта Народная, 28 шт. – Сюбаровская, 3 шт. – Ипать и 10 шт. – Тютчевка).

Исследования проводились в отделе агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина осенью 2021 и 2022 гг., когда растения завершили стадию роста. Деревья посажены весной 2020 г. Растения имели высокий процент приживаемости (90–100 %). Схема посадки – 3 × 4 м.

Климат г. Бреста умеренно-континентальный с мягкой короткой зимой и нежарким долгим летом (относится к Va региону интродукционного районирования). Средняя температура самого холодного месяца, января, составляет около –3 °С, а средняя температура июля, самого теплого месяца, достигает 25 °С. Почвенный покров участка был представлен дерново-подзолистой супесчаной почвой, которая подстилается из глубины 30–40 см мореным песком. Химические свойства почвы: рН 5,5–6 (слабокислая), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 15 мг/100 г почвы, К = 15 мг/100 г почвы, гумус = 1,5–2 %. Степень насыщенности основаниями 40–70 %.

Критерии оценки силы роста саженцев – длина побегов в конце вегетации у саженца за 2021 и 2022 гг. и количество побегов на растении. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы MS Excel 2010.

**Результаты исследований.** Интенсивность роста молодых деревьев изменяется по мере развития растения и зависит от условий произрастания. Рост побегов черешни в 2021 г. (таблица) показал, что наибольший прирост наблюдался у раннеспелого сорта Сюбаровская – средняя длина побегов

на одном растении составила  $17,56 \pm 5,54$  см. Длина побегов сортов Народная и Ипуть достигала  $15,72 \pm 1,62$  и  $14,67 \pm 1,81$  соответственно. Отставание в росте имело место у саженцев со средним сроком созревания сорта Тютчевка –  $12,87 \pm 5,68$  см.

Таблица – Морфометрические характеристики роста некоторых сортов черешни отдела агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина

Годы	Сорт	Среднее количество побегов на одном растении	Длина побегов, см		Прирост побегов за сезон, %
			суммарная на одном растении, см	средняя на одном растении, $\bar{X} \pm m$	
2021	Ипуть	4,0	58,68	$14,67 \pm 1,81^{**}$	+46,7
	Сюбаровская	8,5	149,25	$17,56 \pm 5,54^{**}$	+41,7
	Народная	2,6	40,88	$15,72 \pm 1,62^{**}$	+48,0
	Тютчевка	5,8	74,36	$12,87 \pm 5,68^{**}$	+18,4
2022	Ипуть	11,3	185,71	$16,52 \pm 2,34$	+42,6
	Сюбаровская	20,8	398,22	$19,36 \pm 4,98$	+38,2
	Народная	8,2	133,85	$16,32 \pm 2,31$	+43,4
	Тютчевка	12,8	173,34	$13,54 \pm 4,32$	+22,5
2021–2022	Ипуть	15,3	244,41	$31,19 \pm 2,08$	+44,7
	Сюбаровская	29,3	547,47	$36,92 \pm 5,26$	+39,9
	Народная	10,8	174,74	$32,04 \pm 1,97$	+45,7
	Тютчевка	18,6	247,70	$26,41 \pm 5,02$	+20,5

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

Максимальная суммарная длина всех побегов была отмечена у раннеспелого сорта Сюбаровская (149,25 см на одном растении), средняя – у позднеспелого сорта Тютчевка (74,36 см), а минимальная общая длина побегов отмечена у раннеспелого сорта Ипуть (58,68 см) и среднеспелого сорта Народная (40,88 см).

Анализ результатов морфометрических характеристик побегов 2022 г. показал, что наибольший прирост побегов наблюдается у раннеспелого сорта Сюбаровская: средняя длина побегов на одном растении составила  $19,36 \pm 4,98$  см. Длина побегов раннеспелого и среднеспелого сортов Ипуть и Народная составила  $16,52 \pm 2,34$  и  $16,32 \pm 2,31$  соответственно. Отставание в росте имело место у саженцев с поздним сроком созревания сорта Тютчевка –  $13,54 \pm 4,32$  см. Максимальная суммарная длина всех побегов была отмечена у раннеспелого сорта Сюбаровская – (398,22 см на одном растении), средняя – у раннеспелого сорта Ипуть (185,71 см) и у позднеспелого сорта Тютчевка (173,34 см), а минимальная общая длина побегов отмечена у среднеспелого сорта Народная (133,85 см).

Оценивая суммарный рост побегов саженцев в течение 2021–2022 гг., необходимо отметить, что сила роста побегов у исследуемых сортов была аналогичной, о чем свидетельствуют значения средней длины, суммарной длины и процент прироста на одном растении (таблица).

**Заключение.** Сравнительный анализ особенностей формирования кроны саженцев четырех сортов черешни (*Prunus avium* L.) различного эколого-географического происхождения в условиях отдела агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина показал, что сорта черешни характеризовались специфической силой роста. Наиболее перспективным для выращивания в условиях г. Бреста оказался раннеспелый сорт Сюбаровская, характеризующийся не только наибольшей силой роста, но и 100 %-й приживаемостью саженцев. При правильном формировании кроны, направленном на увеличение количества побегов, у сортов Ипуть и Народная, учитывая интенсивность их прироста, можно повысить силу роста молодых деревьев.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полубятко, И. Г. Сила роста и урожайность сортов и гибридов черешни белорусской селекции на клоновых подвоях / И. Г. Полубятко, З. А. Козловская // Плодоводство и виноградарство юга России. – 2017. – № 43 (1). – С. 126–136.

2. Алехина, Е. М. Зимостойкость сортов черешни / Е. М. Алехина // Генетико-селекционные проблемы устойчивости плодовых растений к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам : сб. докл. XVII Мичуринских чтений. – Тамбов, 1998. – С. 145–147.

#### К содержанию

УДК 595.773.4

**Б. Р. ДЖУМАГЕЛДИЕВ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

#### **ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ АННАТО НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВИТОСТИ ОСОБЕЙ F1 *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** Современное состояние пищевой промышленности предъявляет высокие требования к товарному виду продукции и ее вкусовым качествам. Пищевые красители предназначены исключительно для окрашивания пищевых продуктов и тем самым придания им заданных

органолептических свойств. На свойства натуральных красителей оказывает влияние способ их получения из растительного или животного сырья. В частности, химические вещества, которые используются для извлечения, могут присутствовать в некоторых количествах в готовом продукте, а также изменять его активность. Экстракт аннато (пищевая добавка E160b) является натуральным красителем растительного происхождения [1]. Его получают из семян дерева *Bixa orellana* путем измельчения семян или их кипячения в масле или воде. Каротиноиды, которые входят в состав красителя аннато, обладают противовоспалительными и антиоксидантными свойствами. Краситель находит применение в производстве маргарина, сдобных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, ликеров и крепленых напитков, десертов, копченой рыбы, сыров, декоративных изделий и съедобных оболочек для сыра, сухих завтраков из зерновых. Несмотря на то что пищевая добавка E160b – натуральный краситель, существуют исследования, подтверждающие, что она вызывает пищевую аллергию.

**Цель** исследования – анализ особенностей биологического действия различных концентраций пищевого красителя аннато на плодовитость и соотношение полов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Применялось шесть вариантов опыта: контроль, концентрация действующего вещества  $10^{-2}$  г/л,  $10^{-1}$  г/л, 1 г/л, 10 г/л и 100 г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 по количеству вышедших имаго от двух пар мух, при этом проводился полный учет численности мух ежедневно в течение 10 суток. При оценке плодовитости производили учет соотношения самок и самцов.

**Результаты исследований.** Результаты анализа плодовитости F1 лабораторной линии Berlin *D. melanogaster* при культивировании на средах, содержащих заданные концентрации пищевого красителя аннато, представлены на рисунке 1.

Аннато при всех вариантах воздействия не приводит к изменению численности особей F1 линии Berlin *D. melanogaster*. Однако была выявлена тенденция к росту численности особей в культуре при воздействии концентраций 1 г/л и 10 г/л. Воздействие аннато в концентрации  $10^{-2}$  г/л приводит к статистически достоверному снижению численности мух по сравнению с действием концентраций  $10^{-1}$  г/л, 1 г/л, 10 г/л и 100 г/л. При сравнении вариантов воздействия концентрациями  $10^{-1}$  г/л и 10 г/л выявлена тенденция к росту численности особей в культуре 10 г/л.

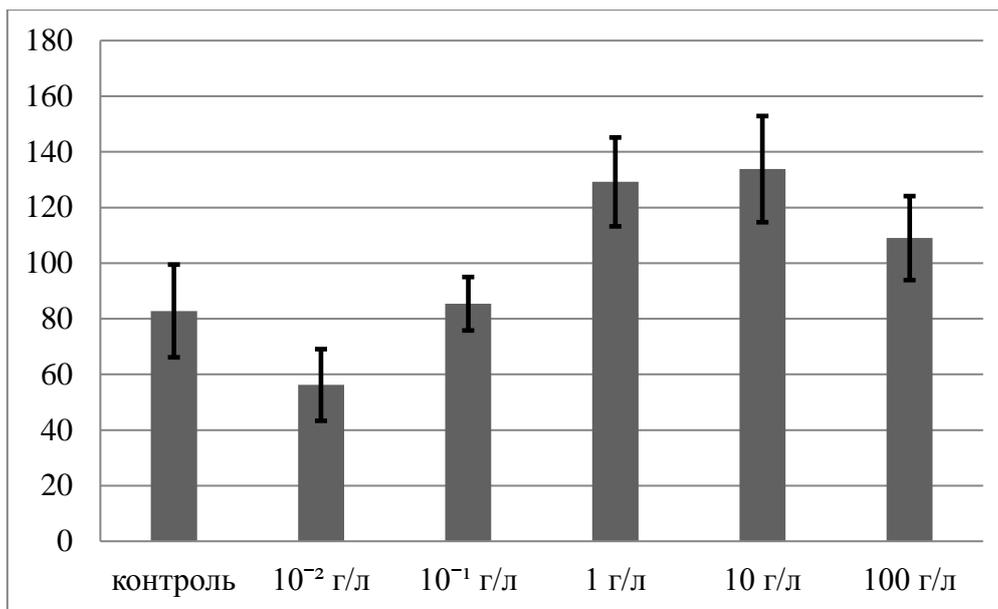


Рисунок 1 – Плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

Таким образом, установлено, что пищевой краситель аннато при всех вариантах воздействия не приводит к изменению численности особей F1 линии Berlin *D. melanogaster* по сравнению с контролем, однако при действии концентраций 1 г/л и 10 г/л выявляется тенденция к росту количества особей, а воздействие концентрации 10<sup>-2</sup> г/л действует угнетающе в сравнении с другими концентрациями.

Сравнительный анализ численности самок при различных вариантах воздействия высокими концентрациями пищевого красителя аннато представлен на рисунке 2. Данный анализ при различных вариантах воздействия пищевого красителя аннато позволил установить статистически достоверное увеличение их количества при концентрации 1 г/л по сравнению с контролем. Культивирование на среде, содержащей аннато в концентрации 10<sup>-2</sup> г/л, приводит к снижению численности самок по сравнению с концентрациями 10<sup>-1</sup> г/л, 1 г/л, 10 г/л и 100 г/л.

Сравнительный анализ численности самцов при различных вариантах воздействия пищевого красителя аннато позволил установить статистически достоверное увеличение их количества при концентрации 10 г/л по сравнению с контролем. Культивирование на среде, содержащей аннато в концентрации 10<sup>-2</sup> г/л, приводит к снижению численности самцов по сравнению с концентрациями 10 г/л и 100 г/л. При анализе соотношения количества самцов и самок не зафиксировано статистически достоверного изменения соотношения полов, однако необходимо отметить, что при воздействии аннато в концентрации 1 г/л наблюдается тенденция к росту численности самок по сравнению с самцами.

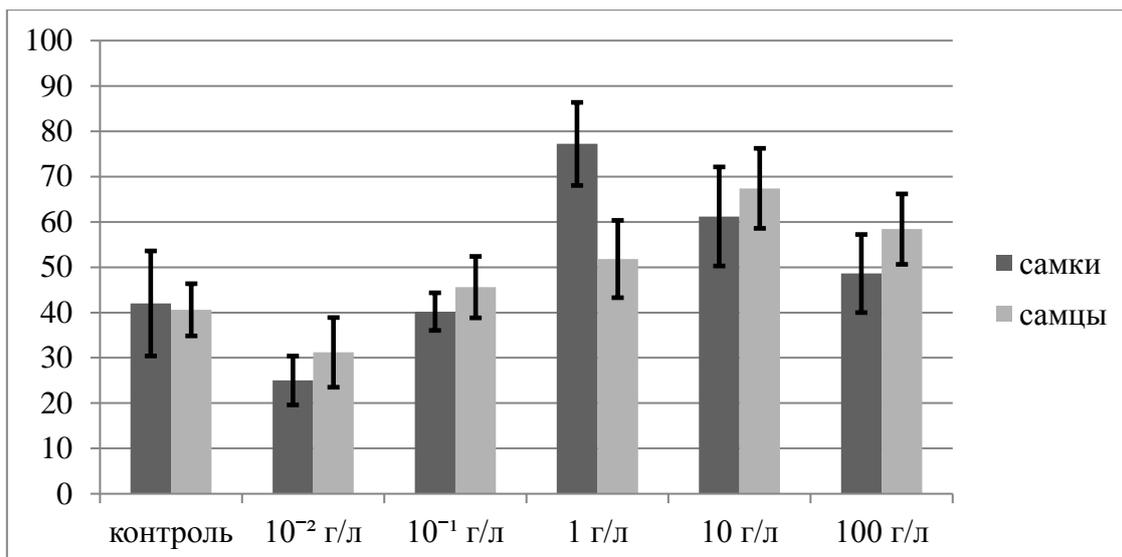


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

**Заключение.** Установлено, что воздействие концентрациями пищевого красителя аннато  $10^{-2}$  г/л,  $10^{-1}$  г/л, 1 г/л, 10 г/л и 100 г/л в течение одного поколения не приводит к изменению численности и соотношения полов F1 культуры линии Berlin *D. melanogaster* по сравнению с контролем. Воздействие концентрации  $10^{-2}$  г/л действует угнетающе на плодовитость F1 в сравнении с другими концентрациями.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотов, В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 240 с.

**К содержанию**

**Р. ДИНМУХАММЕДОВ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ КАРМИНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВИТОСТИ ОСОБЕЙ F1 *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** Пищевые красители определяют внешний вид продуктов питания. Для этой цели используют натуральные или синтетические красители. Натуральные красители получают из животного или растительного сырья с помощью различных физических и химических методов. Использование химических растворов для экстракции может оказывать негативное влияние на состав и активность натурального красителя за счет недостаточного уровня очистки. Кармин – это натуральный краситель, получаемый из карминовой кислоты, производимой самками насекомых кошенили, червецов вида *Dactylopius coccus*, обитающих на кактусах, которые произрастают в Южной Америке, Африке [1, с. 2]. Кармин зарегистрирован в качестве пищевой добавки E120, его основным красящим веществом является карминовая кислота [2, с. 30]. Краситель E120 используется в рыбо- и мясоперерабатывающем производстве, молочной и кондитерской промышленности, для изготовления алкогольных и безалкогольных напитков, а также при изготовлении колбас, соусов, кетчупов, глазури, варенья и джемов, мороженого, соков и желе. Кармин считается безвредной добавкой и разрешен для пищевого применения на территории многих стран, в том числе в Республике Беларусь.

**Цель** исследования – анализ биологического действия различных концентраций пищевого красителя кармин на плодовитость и соотношение полов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента применялась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Использовались четыре варианта опыта: контроль, концентрация действующего вещества 25 г/л, 50 г/л и 100 г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F1 по количеству вышедших имаго от двух пар мух, при этом проводился полный учет численности мух ежедневно в течение 13 суток. При оценке плодовитости производили учет соотношения самок и самцов. Оценка достоверности отличий дана при помощи t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследований.** Результаты анализа плодовитости F1 лабораторной линии Berlin *D. melanogaster* при культивировании на средах, содержащих заданные концентрации пищевого красителя кармин, представлены на рисунке 1.

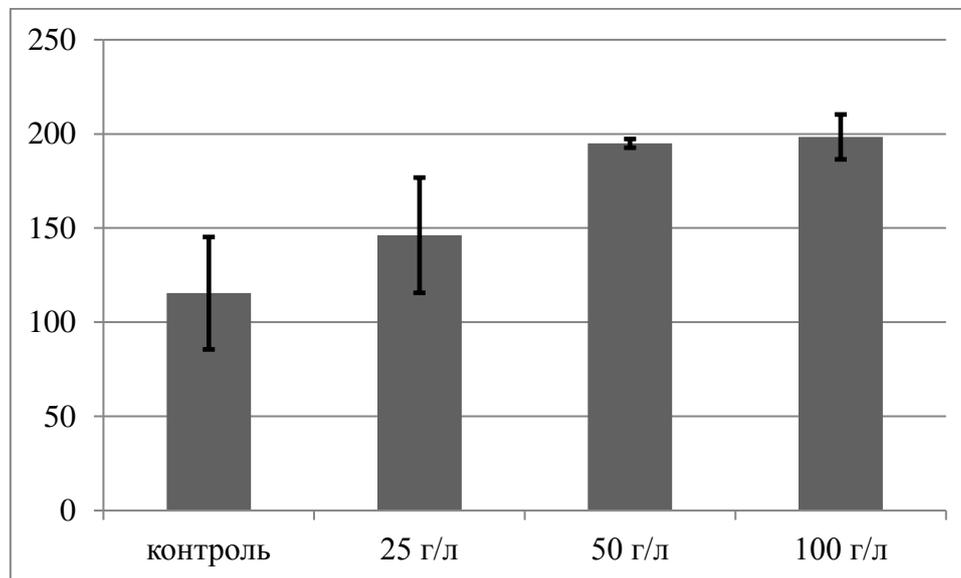


Рисунок 1 – Плодовитость F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

Кармин в концентрациях 50 г/л и 100 г/л приводит к статистически достоверному увеличению общей численности особей F1 линии Berlin *D. melanogaster* по сравнению с контролем. Между количеством мух в контроле и в варианте воздействия 25 г/л, а также между вариантами воздействия 50 г/л и 100 г/л значимых отличий не выявлено. Плодовитость особей F1 при культивировании на среде, содержащей 25 г/л, не имеет существенных отличий от вариантов воздействия 50 г/л и 100 г/л.

Таким образом, установлено, что пищевой краситель кармин в концентрациях 50 г/л и 100 г/л оказывает стимулирующее действие на плодовитость особей F1 линии Berlin *D. melanogaster* по сравнению с контролем, что выражается в росте численности мух в культуре.

Сравнительный анализ численности самок и самцов при воздействии различными концентрациями пищевого красителя кармин представлен на рисунке 2. Во всех вариантах воздействия каких-либо значимых отличий количества самок по сравнению с контролем не установлено.

Сравнительный анализ численности самцов при различных вариантах воздействия пищевого красителя кармин позволил установить статистически достоверное увеличение их количества при концентрациях 50 г/л и 100 г/л по сравнению с контролем.

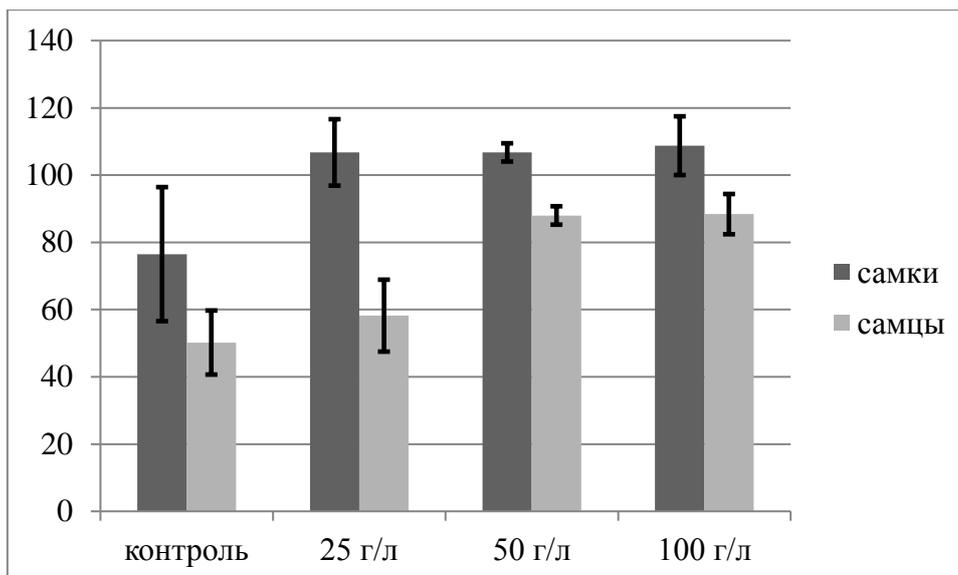


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F1 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

Культивирование на среде, содержащей кармин в данных концентрациях, приводит к увеличению численности самцов по сравнению с концентрацией 25 г/л. При анализе соотношения количества самцов и самок установлено статистически значимое изменение соотношения полов в вариантах воздействия 25 г/л и 50 г/л, которое выразилось в увеличении количества самок по сравнению с самцами. При воздействии кармина в концентрации 100 г/л наблюдается тенденция к увеличению численности самок по сравнению с самцами.

**Заключение.** Установлено, что воздействие пищевого красителя кармина в концентрациях 50 г/л и 100 г/л в течение одного поколения приводит к увеличению численности F1 культуры линии Berlin *D. melanogaster* по сравнению с контролем. Воздействие кармина в концентрациях 25 г/л и 50 г/л нарушает соотношение полов в сторону увеличения количества самок.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пацовский, А. П. Исследование пищевых продуктов с красителями животного происхождения / А. П. Пацовский // Технологии техносфер. безопасности : интернет-журнал. – 2016. – № 2. – С. 1–5.
2. Колотова, Н. А. Товароведение пищевых и биологически активных добавок : крат. курс лекций для студентов IV курса направления подготовки 38.03.07 «Товароведение» / Н. А. Колотова // ФГБОУ ВО «Саратов. ГАУ». – Саратов, 2017. – 67 с.

**К содержанию**

**К. С. ЖЛОБА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

**НАЗЕМНЫЕ БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ (GASTROPODA:  
STYLOMMATORHORA) ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. ГРОДНО  
И Г. СВЕТЛОГОРСКА**

**Актуальность.** Изучению особенностей таксономической и экологической структуры фауны наземных брюхоногих моллюсков в окрестностях городов в настоящее время уделяется активное внимание. Данные по биоразнообразию малакофауны в определенных регионах Республики Беларусь фрагментарны. Особенности биологии и экологии некоторых видов слизней недостаточно изучены [1, с. 1].

Исследования видового состава наземных брюхоногих моллюсков проводились в основном на территории Бреста [2, с. 225], Гродно [3, с. 217], Витебска [4, с. 226]. На территории г. Светлогорска подобные исследования проводятся впервые.

**Цель** – установление таксономического состава, видового обилия и пищевой специализации наземных брюхоногих моллюсков на территории г. Гродно и г. Светлогорска.

**Материалы и методы.** Сбор наземных брюхоногих моллюсков проводили с мая по август 2021–2022 гг. ручным способом, осматривая растения, кустарники и конструкции (заборы, фундаменты зданий) на выбранных участках. Для исследования заложили примерно однотипные биотопы на территории г. Гродно (Б1 – сквер «Швейцарская долина»; Б2 – окрестности р. Неман; Б3 – черта города, около жилых домов вдоль ул. Лермонтова и дороги, около ж/д вокзала) и г. Светлогорска (Б4 – парк по ул. 50 лет Октября; Б5 – окрестности р. Березины; Б6 – черта города, около жилых домов вдоль ул. Калинина и дороги) [5, с. 83]. Фиксирование слизней проводили в спирте. Тело раковинных моллюсков извлекали из раковины. Пустые раковины хранили в сухом виде в коробках и этикетировали.

**Результаты исследований.** Согласно итогам проведенных исследований, на шести исследованных биотопах в окрестностях г. Гродно и г. Светлогорска зарегистрировано обитание 13 видов наземных брюхоногих моллюсков (Gastropoda: Stylommatophora) из девяти родов и шести семейств. Наиболее богатым в родовом отношении в сборах является семейство Helicidae: оно включает три рода. Семейство Agriolimacidae представлено двумя родами. Остальные семейства немногочисленны и насчитывают всего по одному роду (таблица).

Таблица – Видовой состав наземных гастропод исследуемых биотопов г. Гродно и г. Светлогорска

Семейство	Род	Вид
Agriolimacidae	<i>Deroceras</i>	<i>Deroceras agreste</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Deroceras laeve</i> (O. F. Müller, 1774)
	<i>Krynickillus</i>	<i>Krynickillus melanocephalus</i> (Kaleniczenko, 1851)
Arionidae	<i>Arion</i>	<i>Arion subfuscus</i> (O. F. Müller, 1774)
		<i>Arion lusitanicus</i> (Mabille, 1868)
Helicidae	<i>Arianta</i>	<i>Arianta arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Cepaea</i>	<i>Cepaea hortensis</i> (O. F. Müller, 1774)
		<i>Cepaea nemoralis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Helix</i>	<i>Helix pomatia</i> (Linnaeus, 1758)	
Hygromiidae	<i>Xerolenta</i>	<i>Xerolenta obvia</i> (Menke, 1828)
Limacidae	<i>Limax</i>	<i>Limax maximus</i> (Linnaeus, 1758)
Succineidae	<i>Succinea</i>	<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)

В видовом соотношении преобладают представители семейства Agriolimacidae и Helicidae, насчитывающие по четыре вида соответственно. Семейство Arionidae представлено двумя видами.

Самое богатое в видовом отношении семейство Agriolimacidae за полевой сезон 2021 г. представлено четырьмя видами из двух родов, а за полевой сезон 2022 г. семейство Helicidae представлено четырьмя видами из трех родов (рисунок).

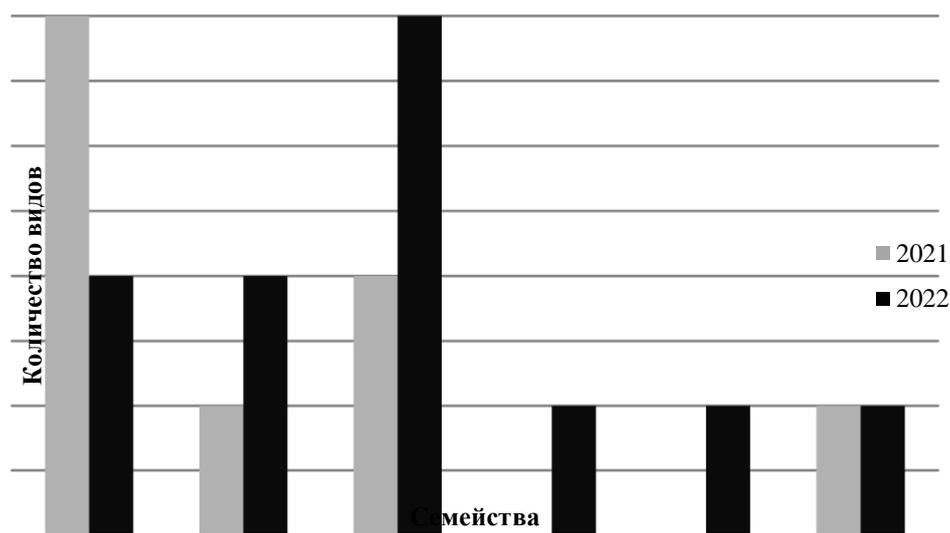


Рисунок – Видовое обилие семейств наземных брюхоногих моллюсков на исследованной территории

Наибольшее число видов из семейства Arionidae собрано за полевой сезон 2022 г. Между числом видов и видовым составом семейства Succineidae, собранных за два полевых сезона, нет различий. Виды из семейств Nugromiidae и Limacidae отмечены только в полевой сезон 2022 г. Согласно пищевой специализации, преобладают фитофаги (55 % от общего числа). Миксофаги, сапрофаги и полифаги представлены двумя видами соответственно (15 %). Отмечены два вида – инвайдера (*Arion lusitanicus* (Mabille, 1868), *Krynickyillus melanocephalus* (Kaleniczenko, 1851)).

**Заключение.** По результатам проведенных исследований в окрестностях г. Гродно и г. Светлогорска установлено обитание 13 видов наземных брюхоногих моллюсков из девяти родов и шести семейств. Обнаружены два вида инвазивных слизней. В родовом отношении преобладает семейство Helicidae, а в видовом – Helicidae и Agriolimacidae. За полевой сезон 2021 г. преобладали виды семейства Agriolimacidae, а за полевой сезон 2022 г. – виды семейства Helicidae. Согласно пищевой специализации, преобладают фитофаги (семь видов, 55 %).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земоглядчук, К. В. Наземные моллюски Беларуси: таксономический состав, зоогеографическая и экологическая структура : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.04 / К. В. Земоглядчук ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по биоресурсам. – Минск, 2016. – 19 с.
2. Земоглядчук, К. В. Видовой состав наземных моллюсков фауны Бреста / К. В. Земоглядчук, В. В. Рабчук // Прыроднае асяроддзе Палесся. Асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст, 2014. – Вып. 7. – С. 225–227.
3. Родевич, В. В. Эколого-фаунистический анализ наземных моллюсков г. Гродно (Беларусь) / В. В. Родевич, Т. С. Копысова // Зоологические чтения – 2015 : материалы Респ. науч.-практ. конф., Гродно 22–24 апр. 2015 г. / ГрГУ ; под ред. О. В. Янчуревич [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2015. – С. 217–220.
4. Коцур, В. М. Наземные моллюски (Mollusca, Gastropoda) сероольховых лесов белорусского Поозерья / В. М. Коцур // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. – 2015. – № 2 (46). – С. 26–32.
5. Жлоба, К. С. Экологические особенности распределения наземных моллюсков в биотопах г. Гродно и г. Светлогорска / К. С. Жлоба // Мониторинг и охрана окружающей среды [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 25 марта 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/7648>. – С. 82–85.

**К содержанию**

**К. С. ЖУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**ВЛИЯНИЕ ИОНОВ СВИНЦА НА ЭМБРИОНАЛЬНУЮ  
ПЛОДОВИТОСТЬ ОСОБЕЙ F2 ЛИНИИ BERLIN  
*DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** Опасность свинцового загрязнения окружающей среды связана не только с его высокой токсичностью, но и способностью свинца сохранять свои токсические свойства длительное время. Вследствие этого свинец накапливается в большом количестве в клетках и тканях живых организмов и отрицательно влияет на их жизнедеятельность, также свинец накапливается в почве, на поверхности водоемов. Значительная часть выбросов свинца в окружающую среду приходится на автотранспорт и промышленные предприятия. В почву свинец поступает с промышленными и бытовыми отходами, к которым относятся отработанные свинцовые аккумуляторные батареи, консервные жестяные банки, а также некоторые резиновые изделия. Высокие концентрации свинца отрицательно влияют на многие физиологические процессы у растений, затрагивая разные уровни организации: организменный, тканевый, клеточный, субклеточный и молекулярный. Употребление в пищу растений, содержащих высокие концентрации свинца, может привести к отравлению организма, поражению нервной и сердечно-сосудистой систем, а также органов репродукции. Соединения свинца обладают высокой канцерогенностью [1, с. 147].

**Цель** – анализ влияние ионов свинца ( $Pb^{2+}$ ) на динамику откладки яиц особями F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Для оценки биологического действия ионов свинца ( $Pb^{2+}$ ) на эмбриональную плодовитость линии дрозофилы применяли четыре варианта опыта: контроль, предельно допустимая концентрация действующего вещества (ПДК), 10 ПДК и 100 ПДК. ПДК для свинца в питьевой воде составляет 0,03 мг/дм<sup>3</sup> [2, с. 7]. В качестве источника ионов свинца использовались растворы нитрата свинца (II). Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы, где мухи проходили полный цикл развития, после чего мухи потомства F2 попарно высаживались в баночки с чистой средой. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F2 по количеству отложенных яиц парой мух в трех кладках, при этом учет численности проводился в течение трех суток.

**Результаты исследований.** Результаты анализа динамики откладки яиц особями F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster* в зависимости от концентрации ионов свинца ( $Pb^{2+}$ ) представлены на рисунке. Динамика откладки яиц сходна у всех вариантов воздействия нитрата свинца (ПДК, 10 ПДК, и 100 ПДК) и отличается от таковой в контроле.

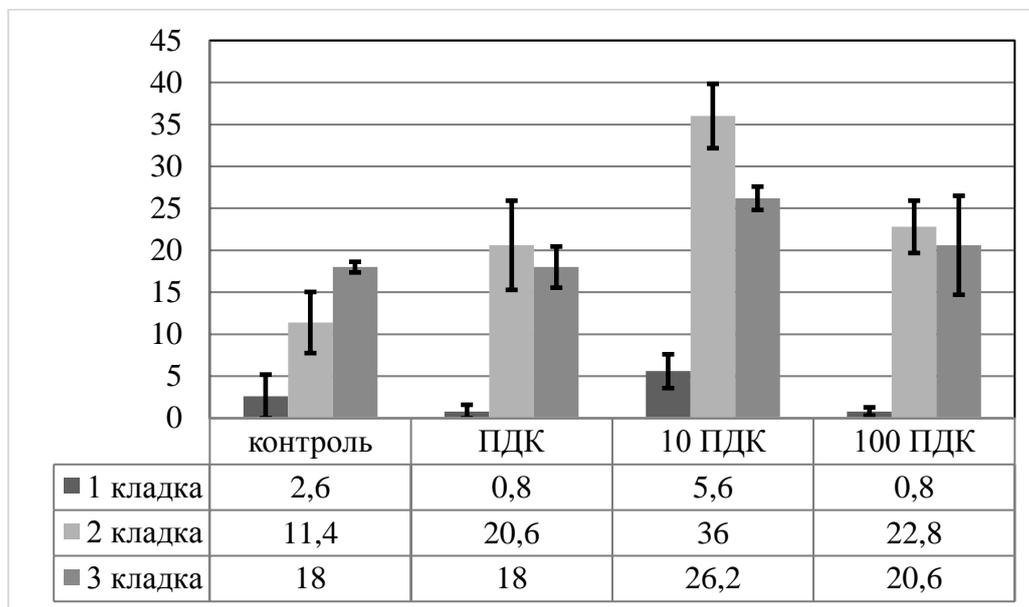


Рисунок – Динамика откладки яиц особями F2 линии Berlin *D. melanogaster*

В контроле количество отложенных яиц увеличивается от первой до третьей кладки, достигая своего максимума в кладке 3. Количество отложенных яиц в кладке 2 имеет тенденцию к увеличению по сравнению с кладкой 1. Количество отложенных яиц в кладке 3 достоверно выше, чем в кладке 1 и имеет тенденцию к увеличению по сравнению с кладкой 2. Таким образом, установлено, что в контроле динамика откладки яиц характеризуется плавным ростом в течение трех суток, достигая своего максимума на третьи сутки.

При воздействии нитрата свинца в концентрациях ПДК, 10 ПДК и 100 ПДК минимальное количество яиц было отложено в первые сутки (кладка 1), далее наблюдается рост численности отложенных яиц, достигая своего максимума на вторые сутки (кладка 2), после чего зафиксировано снижение темпа откладки яиц на третьи сутки (кладка 3).

Сравнительный анализ количества отложенных яиц в каждой кладке вариантов воздействия ПДК и 100 ПДК позволил установить наличие достоверных отличий между кладками 1 и 2, а также между кладками 1 и 3. Установлено, что численность яиц в кладках 2 и 3 значительно превышает таковую в кладке 1, между кладками 2 и 3 не выявлено статистически достоверных отличий.

Сравнительный анализ количества отложенных яиц в каждой кладке варианта воздействия 10 ПДК позволил установить, что численность яиц в кладке 2 значительно превышает их численность в кладке 1 и кладке 3, что подтверждается статистически. Численность отложенных яиц в кладке 3 достоверно выше, чем в кладке 1.

Таким образом, установлено, что при воздействии различных концентраций нитрата свинца динамика откладки яиц особями F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster* характеризуется резким ростом в течение вторых и третьих суток, достигая своего максимума на вторые сутки.

Сравнительный анализ динамики откладки яиц позволил установить, что в течение первых суток (кладка 1) количество отложенных яиц в вариантах воздействия ПДК, 10 ПДК и 100 ПДК не имеет статистически достоверных отличий от количества отложенных яиц в контроле и является наиболее низким. При воздействии концентрацией 10 ПДК выявлена тенденция к увеличению количества яиц в кладке 1 по сравнению с ПДК, а также наблюдается статистически достоверное увеличение количества отложенных яиц по сравнению с вариантом воздействия 100 ПДК.

Численность яиц при вариантах воздействия 10 ПДК и 100 ПДК в кладке 2 достоверно выше, чем в контроле. При воздействии концентрацией 10 ПДК нитрата свинца наблюдается статистически значимое увеличение количества отложенных яиц в кладке 2 по сравнению с ПДК и концентрацией 100 ПДК. Установлено, что воздействие концентрацией нитрата свинца 10 ПДК приводит к статистически значимому увеличению количества отложенных яиц в кладке 3 по сравнению с контролем и ПДК.

**Заключение.** При воздействии различных концентраций нитрата свинца динамика откладки яиц особями F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster* характеризуется резким ростом в течение вторых и третьих суток, достигая своего максимума на вторые сутки. Воздействие ионов свинца в концентрациях 10 ПДК и 100 ПДК приводит к увеличению откладки яиц особями F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster* на вторые и третьи сутки.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние свинца на живые организмы / А. Ф. Титов [и др.] // Журн. общ. биологии. – 2020. – Т. 81, № 2. – С. 147–160.
2. СанПиН 10-124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19.10.99 № 204 : с изм. (2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест) // Коммунальная гигиена. – Минск, 2010. – Вып. 2 (10). – С. 3–53.

**К содержанию**

**В. В. ИВАНИСЬ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Токарчук, канд. геогр. наук, доцент

**ОЦЕНКА ОЗЕЛЕНЕННОСТИ УЛИЦ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ  
Г. БРЕСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**Актуальность.** На сегодняшний день в городах Беларуси проживает 78 % населения, и этот показатель только растет. Требования к комфортности уличного пространства постоянно растут, и озелененность является одним из них. Растения в городах выполняют большое количество функций, как очевидных, так и незаметных с первого взгляда.

Анализ значительного числа научных исследований по тематике комфортности уличного пространства города показал, что большинство работ акцентируется на дороге и автомобилях, а растительность в городе малоисследована. Таким образом, изучение общественного пространства элементов улично-дорожной сети города с использованием ГИС-технологий является актуальным.

Мировая практика показывает, что в подобных исследованиях большую роль могут играть картографические материалы, которые будут отображать результаты оценки количества и основных характеристик зеленых насаждений в пределах городов. Наличие карт и картосхем зеленых насаждений является важным фактором в развитии и поддержании зеленого каркаса города.

**Цель** – провести оценку количества зеленых насаждений в пределах уличного пространства центральной части г. Бреста с использованием ГИС-технологий.

Объектом исследования выступает уличное пространство в пределах исторической части г. Бреста, ограниченной улицами Ленина, Орджоникидзе, бульваром Космонавтов и проспектом Машерова.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось с использованием различных инструментов облачной платформы картографирования ArcGIS Online. В частности, для сбора данных использовалось веб-приложение для полевых исследований Survey-123. Для создания веб-карт применялась облачная ГИС-программа Map Viewer, а для отображения полученных результатов – конструктор веб-приложений ArcGIS StoryMaps.

Материалами для проведения исследования являлись собственные полевые данные, собранные в осенний период 2022 г. Данные собирались с квартальных участков улиц. В пределах исследуемого участка находится 95 квартальных участков улиц.

Блок «Озелененность уличного пространства» включал сбор следующих характеристик: количество деревьев, количество полос деревьев, возраст деревьев, сомкнутость крон, наличие кустарников.

**Результаты исследований.** Нами была исследована центральная часть г. Бреста. Данная часть города практически полностью наследует исторически заложенную квартальную разметку и хорошо сохранила историческую застройку. Таким образом, эта территория представляет значительный интерес с позиций исследований комфортности городской среды в целом и ее улично-дорожной сети в частности. Например, улицы данного ключевого участка сильно отличаются друг от друга: присутствуют как бульвары и пешеходные улицы, так и обычные улицы с двусторонним и односторонним движением.

На первом этапе исследования были проведены полевые работы, где с помощью ГИС-технологий была реализована большая картографическая база данных, расположенная в пределах облачного хранилища и хранящая всю собранную информацию, привязанную к отдельным квартальным участкам улиц.

В дальнейшем проводилось составление и анализ картосхем, которые дают возможность выполнить оценку озелененности уличного пространства центральной части г. Бреста.

Например, анализ картосхемы «Общее количество деревьев» (рисунок 1) показывает, что основная масса улиц обеспечена деревьями в достаточном количестве, особенно можно выделить бульвар Космонавтов, улицы Гоголя и Мицкевича, а также проспект Машерова. В пределах большинства квартальных участков данных улиц произрастает более 50 деревьев.

Данная картосхема при доработке и внесении дополнительных служебных данных может помочь более эффективно вести городское хозяйство. Имея такие данные, как количество деревьев, год их посадки или последнего обслуживания, можно эффективнее расходовать средства и оперативно реагировать на возникающие проблемы.

Растения в городе также выполняют функцию «зеленых экранов», которые защищают от шума и жары [1, с. 11]. Это актуально как для многополосных улиц с интенсивным движением, так и для пешеходных улиц. Одним из главных элементов такой защиты являются деревья. Чтобы это эффективно работало, древесные полосы должны быть густыми, а используемым растениям необходимо иметь крупные листья [1, с. 12].

Таким образом, большое значение имеет изучение сомкнутости крон деревьев. В пределах участка исследования она преимущественно достаточно высокая (рисунок 2). Низкая сомкнутость крон характерна только для небольших участков улиц (улица 9 Января, Орджоникидзе) в северной части изучаемой территории.



Рисунок 1 – Картограмма  
«Общее количество деревьев»



Рисунок 2 – Картограмма  
«Сомкнутость крон деревьев»

Аналогичным образом были построены картограммы и выполнена оценка озелененности квартальных участков улиц для других рассмотренных характеристик: количество полос деревьев, доминирующий возраст деревьев, наличие кустарников.

**Заключение.** Таким образом, при проведении исследований городской среды значительную роль приобретают ГИС-технологии. На примере оценки озелененности квартальных участков улиц центральной части г. Бреста показано, каким образом можно использовать платформу ArcGIS Online для сбора, отображения и анализа данных.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухарина, И. Л. Городские насаждения: экологический аспект : монография / И. Л. Бухарина, А. Н. Журавлева, О. Г. Большова. – Ижевск : Удмурт. ун-т, 2012. – 206 с.
2. Озелененность уличного пространства центральной части города Бреста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcg.is/01Pimi>. – Дата доступа: 10.02.2023.

**К содержанию**

**А. А. ИГНАТЧУК, А. О. БЕЛЮК, Е. И. ЧМЕЛЬ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Токарчук, канд. геогр. наук, доцент

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ОЦЕНКИ МЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДА**

**Актуальность.** В настоящее время большинство исследователей сходятся во мнении, что город представляет собой сложный социокультурный феномен, который фактически невозможно охарактеризовать однозначно. С одной стороны, город – это формализованная категория, представляющая собой форму поселения, характеризующаяся определенным количеством жителей и определенным характером их хозяйственной деятельности. При этом данная категория может существенно отличаться от страны к стране и от региона к региону. С другой стороны, город представляет собой уникальный социокультурный феномен, так как формируется в результате соединения ряда субъективных факторов, а также благодаря сознательному сплочению людей. Именно это придает особую ценность и важность городскому образу жизни.

Следует отметить, что в теоретических работах, посвященных изучению городской среды, существует значительный опыт исследований, связанных с понятиями «ментальности» и «осознанности» городских пространств. В то же время, несмотря на значительное распространение работ, связанных с изучением ментального образа городов, среди них достаточно редко встречаются исследования, связанные с изучением восприятия экологической ситуации города.

Таким образом, большое значение приобретают исследования, направленные на изучение ментального восприятия городской среды его жителями, в первую очередь ее отдельных природных компонентов.

**Цель** – определить современные особенности ментального восприятия экологического состояния г. Бреста, дать оценку его ментального образа с применением методов ГИС-картографирования.

Объектом исследования является г. Брест и его микрорайоны.

**Материалы и методы.** Для проведения исследования используются следующие методы: философские (диалектического материализма), общенаучные общелогические (анализ, сравнение, индукция, дедукция), социологические (анкетирование, интервьюирование), теоретические (восхождение от абстрактного к конкретному, гипотетико-дедуктивный), частно-научные (сравнительно-географический, картографический, ГИС-

анализ), общенаучные подходы (структурный, системный, функциональный, информационный) и принципы (всеобщей связи процессов и явлений, историзма, экологический).

Информационной базой исследования являются научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях, материалы научных конференций, официальные интернет-сайты, результаты собственных исследований, в том числе социологических опросов.

**Результаты исследований.** Разрабатываемая концепция оценки ментального восприятия экологического состояния города включает в себя пять основных блоков:

- 1) определение понятия «ментальный образ города»;
- 2) разработку структуры понятия «ментальный образ города»;
- 3) разработку основных этапов изучения оценки восприятия экологического состояния города его жителями;
- 4) определение особенностей применения социологических методов для исследований ментального образа экологического состояния современного города;
- 5) изучение перспективных направлений современных ГИС-технологий для исследования ментального образа городской среды.

При определении понятия «ментальный образ города» большое внимание уделяется изучению истории формирования данного понятия.

Наиболее известными исследованиями являются работы, выполненные американским специалистом в области городского планирования Кевином Линчем в 1970–1980 гг. В частности, им было проведено исследование особенностей визуального восприятия и осознания городского пространства человеком. К. Линч в своей работе «Образ города» впервые использовал понятие «ментальные» (либо «когнитивные») карты. Под ментальными картами он понимал географические карты, которые отражают «восприятие окружающей среды индивидуумом». Впоследствии термин «ментальная карта» стал широко использоваться самыми разными специалистами, в первую очередь социологами, социальными психологами, социальными географами [1].

Феномен изучения «образа города» как междисциплинарного исследования активно рассматривается в научных исследованиях. Многие работы, посвященные изучению «образа города», отображают вопросы анкетирования (либо интервьюирования) населения по самым разным проблемам городской среды и отображают результаты исследования в виде таблиц и текста. Такие работы обычно посвящены изучению ментального восприятия всей территории города [2; 3].

При проведении оценки ментального восприятия экологических проблем г. Бреста рассматриваются три городские компонента, а именно

состояние качества атмосферного воздуха, водного компонента и зеленой инфраструктуры города.

В ходе проведения исследования широко используются ГИС-технологии. В частности, для создания баз данных и ментальных карт используется облачная платформа картографирования ArcGIS Online. Ее использование дает доступ к уже развернутой и готовой к использованию ГИС-оболочке в облаке. Установка дополнительного аппаратного и программного обеспечения не требуется. Личный аккаунт ArcGIS Online позволяет создавать, хранить и управлять картографическими базами данных, веб-картами, приложениями и другими пространственными данными. Они могут быть доступны только определенной организации или открыты для всеобщего просмотра.

**Заключение.** Таким образом, разрабатываемая концепция позволит провести широкомасштабное исследование ментального образа экологического состояния крупного города на примере Бреста. Также можно предложить следующие направления дальнейшего развития исследования: 1) возможность перенесения апробированной методики исследования на другие города Беларуси; 2) обоснование проектов мероприятий, направленных на улучшение состояния окружающей среды г. Бреста и его водного компонента; 3) выполнение на основе результатов проведенных опросов, а также созданных информационных продуктов узкоспециализированных экологических проектов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (студенческий грант на 2023 г.).*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Линч, К. Образ города / К. Линч. – М. : Стройиздат, 1982. – 328 с.
2. Демин, Н. М. Исследование ментальности городской среды / Н. М. Демин, А. Ю. Арзили // ScienceRise. – 2018. – № 3. – С. 6–10.
3. Орлова, В. В. Ментальные образы города Томска (на примере студентов университета) / В. В. Орлова, Е. С. Иванова // Вестн. СПбГУ. – 2014. – № 1. – С. 99-108.

**К содержанию**

**Е. И. ИЛЬЮТЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ  
В РАЙОНЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ «ЗЕЛЕНый  
БОР» ПРИ ПОМОЩИ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ  
(КОНТРОЛЬНАЯ ТЕРРИТОРИЯ)**

**Актуальность.** Интерес к биодиагностике состояния сред, среди которых особое место занимает почва, как главный биохимический барьер на пути миграции загрязнителей в сопредельные среды, увеличивается с каждым днем. Именно поэтому необходим поиск новых и усовершенствование уже известных биологических индикаторов загрязнения сред.

Находясь в тесной топической и трофической связях с эдафоном почв, водоросли участвуют в почвообразовательных процессах, специфически реагируют на разнообразные антропогенные воздействия, остро реагируют на изменение экологической обстановки.

Исходя из этого, почвенные водоросли как объект биологической диагностики представляют весомый научный и практический интерес, но реакция почвенного альгоцианобактериального сообщества на загрязнение соединениями потенциально токсичных элементов изучена недостаточно. Кроме того, в приоритетном списке загрязнителей почвы одно из первых мест занимает свинец вследствие широкого использования, высокой токсичности и способности к аккумуляции в цепях питания живых организмов.

**Цель** – установление состава почвенных водорослей и оценка состояния почв в ареале геохимической аномалии «Зеленый Бор» Ивацевичского района методом альгоиндикации. Сравнение почвенной биоты на территории геохимической аномалии с контрольной территорией.

**Материалы и методы.** Исследуемой территорией является геохимическая аномалия «Зеленый Бор» Ивацевичского района – территория промышленной площадки, где в 2015–2018 гг. несанкционированно размещалась зола свинцовая. В геоботаническом отношении эта зона принадлежит к подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов Неманско-Предполесского округа Западно-Предполесского геоботанического района. Климат умеренно теплый и умеренно влажный. Средняя годовая температура около 6,5 °С, среднегодовое количество осадков около 595 мм. Преобладающие почвы дерново-подзолистые, развивающиеся на водно-

ледниковых песках и супесях; в меньшей степени представлены торфяно-болотные почвы. В теплый период года на локации доминируют воздушные потоки северо-западного и западного направления. Открытая территория промплощадки способствовала сносу пылевых частиц с поверхности складированных отходов западными, юго-западными и северо-западными ветрами, в меньшей степени – северными, восточными и южными.

На исследуемой территории сформировано несколько трансект по основным направлениям розы ветров с целью отбора образцов почв и растений, последующих лабораторных испытаний и установления масштабов загрязнения лесного массива тяжелыми металлами. На каждой трансекте размещено 10 и более пробных площадок на максимальном удалении до 350 м и более от торца промплощадки.

Отбор образцов почвы для последующего лабораторного анализа проводился по ГОСТ 17.4.4.02-2017 [1]. При выяснении особенностей пространственного загрязнения территории образцы отбирали из слоя подстилок и горизонта  $A_1$  до глубины 10 см в пяти местах (методом конверта) и составляли смешанный образец.

Контрольной территорией послужил участок, не загрязненный потенциально токсичными элементами в 15 км от г. Ивацевичи.

Выявление таксономического состава производили при помощи метода прямого микроскопирования – непосредственного просмотра небольших порций почвы под микроскопом, препарат в капле воды дает представление о доминирующих видах [2].

**Результаты исследований.** Согласно отчету о НИР «Особенности распределения и миграции тяжелых металлов в почвах и растительных объектах экосистем в ареале площадки складирования свинецсодержащих отходов (пос. Зеленый Бор Ивацевичского района) с разработкой рекомендаций по минимизации экологических рисков», выполненной в ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси», место исследования является одним из наиболее существенных экологических инцидентов последних лет на территории Брестской области [3].

В почвах, загрязненных тяжелыми металлами, с целостным растительным покровом обнаружено 16 родов водорослей, относящихся к 4 отделам, 8 классам, 12 порядкам [4]. Для двух направлений можно выделить специфические роды. Установлено, что по мере удаления от источника загрязнения разнообразие почвенных водорослей увеличивается (рисунок).

На контрольной территории выявлено 26 родов водорослей, относящихся к 4 отделам, 8 классам, 14 порядкам. Спектр жизненных форм контрольной территории представлен формулой  $Ch_{12}V_5H_5C_4$ , спектр жизненных форм по направлениям загрязненных территорий: юго-

восточное направление –  $\text{Ch}_5\text{H}_3\text{B}_2\text{C}_1$ , северо-восточное направление –  $\text{Ch}_4\text{C}_4\text{H}_3\text{B}_3$ .

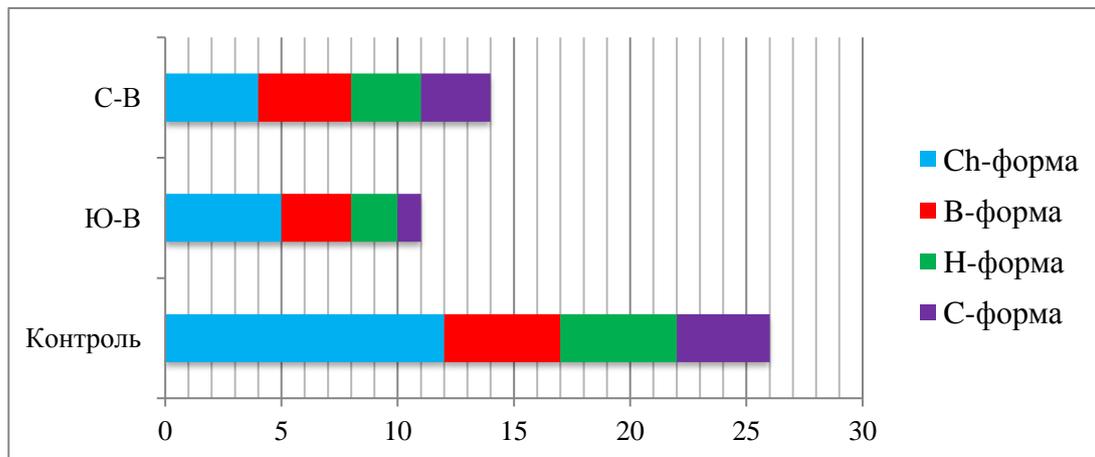


Рисунок – Спектры жизненных форм водорослей загрязненной и контрольной территорий

**Заключение.** Таким образом, загрязненная потенциально токсичными элементами почва отличается от контрольной меньшим числом видов и количеством клеток водорослей, составом комплекса доминантов и экобиоморф.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки почв для химического, бактериологического, гельминтологического анализа : ГОСТ 17.4.4.02-2017. – Введ. 01.01.2019. – М. : Стандартинформ, 2018.

2. Кузяхметов, Г. Г. Методы изучения почвенных водорослей : учеб. пособие / Г. Г. Кузяхметов, И. Е. Дубовик. – Уфа : Башкир. ун-т, 2001. – 60 с.

3. Особенности распределения и миграции тяжелых металлов в почвах и растительных объектах экосистем в ареале площадки складирования свинецсодержащих отходов (пос. Зеленый Бор Ивацевичского района) с разработкой рекомендаций по минимизации экологических рисков : отчет о НИР (заключ.) / Полес. аграр.-экол. ин-т НАН Беларуси ; рук. темы Н. В. Михальчук. – Брест, 2021. – 140 с. – № ГР 20200201.

4. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.

**К содержанию**

**Е. А. ИСАЕВА**

Минск, БГУ

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

## **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СООТНОШЕНИЯ ВИДОВ В СООБЩЕСТВАХ КОКЦИНЕЛЛИД В УСЛОВИЯХ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. МИНСКА**

**Актуальность.** В связи с быстрым распространением и ростом численности популяций инвазивного вида кокцинеллид *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) в странах Европы, Северной и Южной Америки, Южной Африки и Австралии внимание энтомологов направлено на изучение его влияния на аборигенные виды божьих коровок. Являясь более конкурентоспособным и экологически пластичным видом, азиатская коровка оказывает серьезное давление на местные виды кокцинеллид, не только конкурируя с ними за пищевые ресурсы, но и поедая их яйца и личинок [1]. По этой причине азиатская коровка может представлять серьезную угрозу местным сообществам кокцинеллид: во многих европейских странах специалисты отмечают значительное сокращение популяций некоторых аборигенных видов, связанное с влиянием *H. axyridis* [2–6].

**Целью** данной работы явилось изучение соотношения видов в структуре сообществ кокцинеллид, населяющих древесно-кустарниковые насаждения на территории микрорайона Малиновка г. Минска.

**Материалы и методы.** Учет кокцинеллид осуществлялся с июня по сентябрь 2022 г. в микрорайоне Малиновка г. Минска на восьми участках: № 1 – декоративные кустарниковые насаждения в окрестностях ул. Космонавтов, д. 13, к. 1 (11.06 и 18.06.2022); № 2–4 – посадки липы мелколистной и широколистной в трех локалитетах на территории парка имени М. Павлова, удаленных друг от друга (21.07.2022); № 5 – посадки липы мелколистной и широколистной в окрестностях пересечения ул. Есенина и Космонавтов (25.09.2022); № 6 – стены жилого дома ул. Космонавтов, д. 3А (30.09.2022); № 7 – стены жилого дома ул. Космонавтов, д. 3/1 (30.09.2022); № 8 – стены жилого дома ул. Белецкого, д. 9 (30.09.2022). При сборах с зеленых насаждений учитывалось количество имаго, куколок и личинок всех возрастов. Для определения видовой принадлежности имаго использовались определительные таблицы [7].

**Результаты исследований.** В ходе исследования в общей сложности было зарегистрировано 11 видов кокцинеллид (таблица).

Согласно суммарным данным учетов, проведенных в июне, июле и сентябре, азиатская коровка была доминирующим видом (таблица). При этом ее доля возростала в период исследования от 46,67 до 93,41–97,24 %. Это связано с высокой плодовитостью данного вида, что позволяет быстро наращивать численность, и бóльшим числом поколений (по сравнению с аборигенными видами коровок), развивающихся в течение сезона [1]. Доминирование *H. axyridis* в сообществах кокциnellид в декоративных кустарниковых насаждениях окрестностей ул. Курчатова в г. Минске было отмечено ранее в работе О. Ю. Кругловой и В. Д. Окотчик [8].

Таблица – Сезонная динамика соотношения видов кокциnellид в зеленых насаждениях и в период лёта на зимовку в г. Минске (суммарные данные по участкам за каждый месяц в %)

Виды	Июнь	Июль	Сентябрь	
	1*	2–5	2–5	6–8
<i>Harmonia axyridis</i>	46,67	84,28	97,24	93,41
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	35,11	2,34	0,92	1,2
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	16,89	0	0	1,2
<i>Calvia decempunctata</i> (Linnaeus, 1767)	0	5,69	0,46	0
<i>Adalia sp.</i> **	0	6,02	0	0
<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)	0,44	0,33	0,46	1,8
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0,44	1,34	0,46	0
<i>Hippodamia notata</i> (Laicharting, 1781)	0	0	0	1,2
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0,44	0	0	0
<i>Halyzia sedecimguttata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,46	0
<i>Calvia quatuordecimguttata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0,6
<i>Coccinella quinquepunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0,6

Примечание – Номера точек учета в таблице соответствуют их нумерации в разделе «Материалы и методы»; \*\* – объединенные данные по визуально трудно идентифицируемым личинкам и куколкам *A. bipunctata* и *A. decempunctata*.

Доля *A. bipunctata*, встречающаяся на всех участках, была выше всего в июне, однако в сентябре в учетах регистрировались лишь единичные экземпляры этого вида. *C. septempunctata*, обычно предпочитающая травянистые заросли, была зафиксирована в кустарниковых насаждениях на участке № 1 только 11 июня, причем доля ее была достаточно высока – 18,72 % (суммарно за два дня учета – 16,89 %, таблица). Лишь два экземпляра этого вида было обнаружено в сентябре в скоплении кокциnellид на стенах жилого дома в период лёта на зимовку. В июле семиточечная коровка при учетах кокциnellид на липах не встречалась. Стоит также отметить относительно высокую долю *C. decempunctata*, отмеченную в июле

на липах в парке имени М. Павлова. Остальные виды коровок встречались нерегулярно лишь на отдельных участках и в единичных экземплярах (таблица).

**Заключение.** В результате изучения соотношения видов в сообществах кокциnellид в древесно-кустарниковых насаждениях микрорайона Малиновка г. Минска было установлено доминирование инвазивного вида *H. axyridis* и возрастание его доли в течение полевого сезона 2022 г. Одновременно с этим происходило снижение доли фонового среди аборигенных коровок вида *A. bipunctata*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азиатская божья коровка *Harmonia axyridis*: глобальная инвазия / Б. В. Адрианов [и др.]. – М. : Т-во науч. изданий КМК, 2018. – 143 с.
2. The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology / Н. Е. Roy [et al.] // *Biol Invasions*. – 2016. – № 18. – P. 997–1044.
3. Brown, P. M. J. Native ladybird decline caused by the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis*: evidence from a long-term field study / P. M. J. Brown, Н. Е. Roy // *Insect Conservation and Diversity*. – 2017. – Vol. 1, № 3. – P. 230–239.
4. Interactions Among Native and Non-Native Predatory Coccinellidae Influence Biological Control and Biodiversity / Н. Li [et al.] // *Annals of the Entomological Society of America*. – 2021. – № 114 (2). – P. 119–136.
5. Intraguild predation between the invasive ladybird *Harmonia axyridis* and non-target European coccinellid species / А. Katsanis [et al.] // *BioControl*. – 2013. – № 58. – P. 73–83.
6. Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds / Н. Е. Roy [et al.] // *Diversity Distrib.* – 2012. – № 18. – P. 717–725.
7. Беньковский, А. О. Определитель божьих коровок (Coleoptera, Coccinellidae) европейской части России и Северного Кавказа / А. О. Беньковский. – Ливны : Изд. Мухаметов Г. В., 2020. – 140 с.
8. Круглова, О. Ю. Предварительные результаты четырехлетнего мониторинга зимовочных скоплений кокциnellид: снижение доли *Adalia bipunctata* является вероятным результатом воздействия на ее популяции инвазивного хищника *Harmonia axyridis* / О. Ю. Круглова, В. Д. Окотчик // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах, Минск, 11–14 окт. 2022 г. : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. / редкол.: А. В. Кулак [и др.]. – Минск : А. Н. Вараксин, 2022. – С. 205–210.

#### К содержанию

**М. О. КАЙДАЛОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ БИОГУМУСА  
И ЭПИБРАССИНОЛИДА НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВЫ,  
ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ, В ОТНОШЕНИИ  
*LEPIDIUM SATIVUM* L.**

**Актуальность.** Загрязнение почв урбанизированных территорий является актуальной проблемой на сегодняшний день, так как территории городов растут, а вместе с ними растет показатель уровня загрязнения окружающей среды. Одними из наиболее распространенных химических загрязнителей урбанизированных территорий являются продукты нефтяной промышленности. Их попадание в почву прямо (выражается при непосредственном взаимодействии нефтепродуктов с организмами в почве) и косвенно (воздействие нефтепродуктов на физико-химические свойства почвы) воздействует на живые организмы. Со временем восстановление прежних свойств почв возможно, но данный процесс занимает очень длительный период, поэтому в настоящее время поиск путей снижения сформировавшейся фитотоксичности весьма актуален. Предполагается, что внесение в почву биологически активных веществ (далее – БАВ) будет способствовать снижению ее фитотоксичности.

**Цель** – изучить влияние биогумуса и эпибрассинолида в качестве почвенных мелиорантов на фитотоксичность искусственно загрязненной почвы в отношении *Lepidium sativum* L. как тест-культуры.

**Материалы и методы.** В качестве исходной почвы использовали дерновую глееватую почву рыхлопесчаного гранулометрического состава. В качестве загрязнителя применяли синтетическое моторное масло Mannol classic 10w-40 в отношении масло : почва 1 к 20. В качестве тест-культуры использовали *Lepidium sativum* L. В качестве веществ, влияющих на фитотоксичность почвы, применялся биогумус универсальный, разведенный в концентрации 0,8 мл на литр воды, а также эпин, разведенный в концентрации 0,5 мл на литр воды согласно инструкциям. Полив производился в объеме 100 мл на горшок.

В горшки с заранее подготовленной почвой высевалось по 30 семян тест-культуры. Схема опыта: чистая почва (контроль – К); почва, загрязненная моторным маслом (М); чистая почва, обработанная биогумусом (К+Б); загрязненная почва, обработанная биогумусом (М+Б); чистая почва, обработанная эпибрассинолидом (К+Э); загрязненная почва,

обработанная эпибрассинолидом (М+Э). Нами применялось как однократное, так и двукратное (\*2) внесение мелиоранта. Повторность опыта трехкратная. Энергию прорастания определяли на третьи сутки эксперимента, всхожесть и морфометрические показатели – на седьмые сутки.

**Результаты исследований.** В ходе эксперимента наблюдалось существенное снижение всех регистрируемых показателей в загрязненной почве. Показатель энергии прорастания сильно варьировал в зависимости от варианта. Значение данного показателя в контроле было не самым высоким – 71 %. Однократная обработка чистой почвы биогумусом повысила его на 9 % и составила 80 % от количества высаженных семян тест-культуры. Повторная обработка (К+Б\*2) почвы через два дня способствовала снижению данного показателя на 49 % относительно контроля (рисунок).

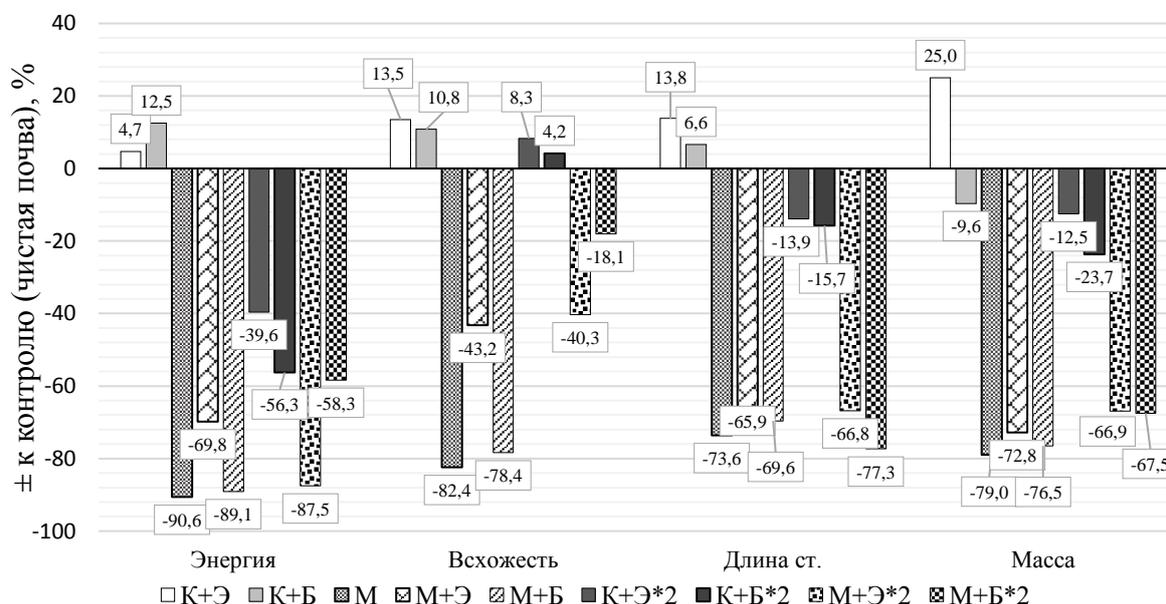


Рисунок – Изменение показателей *Lepidium sativum* L. при внесении БАВ в почву в условиях углеводородного загрязнения

Однократная обработка эпибрассинолидом повысила показатель энергии прорастания на 3 % относительно контроля и составила 74 %. Повторная обработка почвы эпином (К+Э\*2) привела к снижению показателя более чем в два раза относительно контроля и в 2–3 раза ниже, чем при однократной обработке. Загрязнение почвы моторным маслом оказывало негативный эффект на показатель энергии прорастания. Значение данного показателя относительно чистой почвы было ниже на 89,1 %. Однократная обработка биогумусом несущественно повысила значение этого показателя (+1 %). Повторная обработка привела к увеличению количества проросших семян в 3–4 раза относительно загрязненной почвы.

При однократной обработке эпином загрязненной почвы данный показатель увеличился почти в четыре раза и составил 22 %, но был на 68 % ниже, чем в контроле. Повторная обработка не привела к существенным изменениям показателя, а результат был соразмерен с показателями загрязненной почвы без обработки.

Наибольшее количество нормально проросших семян на пятый день эксперимента получено в обработанной эпином чистой почве, где составило 93 % от их исходного числа. Близкий по значению результат наблюдался в обработанной биогумусом чистой почве (91 %). Повторная обработка биогумусом и эпибрассинолидом снижала всхожесть семян до 83 и 86 % соответственно, тогда как в контроле данный показатель был равен 80 %.

В загрязненной почве отмечается снижение данного показателя до 14,4 %. При однократной обработке данной почвы биогумусом всхожесть незначительно повысилась (+3,3 %). Повторная же обработка способствовала появлению еще большего количества нормально проросших семян в сравнении с загрязненной почвой без обработки. Тем не менее данный показатель был на 15 % ниже, чем в контроле. При обработке эпином и однократная, и повторная обработки оказали одинаковое воздействие – показатель всхожести повысился до 46–47 %.

Анализ данных морфометрических показателей кресс-салата при обработке почвы БАВ показал неоднозначные результаты. Так, в вариантах с однократной обработкой чистой почвы как биогумусом, так и эпином отмечались значения больше, чем в контроле, и составили 40 мм и 43 мм соответственно. Повторная обработка БАВ способствовала снижению средней длины на 6–7 мм в обоих вариантах. Двойная обработка почвы гуминовым препаратом оказывала ингибирующее влияние на показатель длины стебля проростков в сравнении с однократным внесением (–8 %).

**Заключение.** Внесение биологически активных веществ в почву способствует изменению регистрируемых показателей тест-культуры. Положительное влияние БАВ проявляется преимущественно на показатели посевных качеств семян в условиях стресса. Реакция морфометрических показателей на применение БАВ менее выражена. Применение эпина в качестве почвенной добавки имеет более выраженный положительный эффект относительно гуминового препарата как при однократном, так и при двукратном внесении биологически активных веществ.

*Исследование выполнено в рамках задания 1.02 подпрограммы «Природные ресурсы и их рациональное использование» 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).*

**К содержанию**

**А. С. КАРУНОС**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

**ВАРИАНТЫ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРЯМОГО СОМАТИЧЕСКОГО ЭМБРИОГЕНЕЗА У ДВУХ ТИПОВ ЗРЕЛЫХ ЭКСПЛАНТОВ ФАЛЕНОПСИСА ГИБРИДНОГО В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

**Актуальность.** Растения из семейства орхидных обладают высокой декоративной ценностью и пользуются спросом в качестве срезной и горшечной продукции. Объем мирового рынка цветочной продукции орхидных достиг 5152,1 млн долл. США. Предполагаемый CAGR составляет 4,6 % с выходом в 2027 г. на прогнозируемое значение в 7051,3 млн долл. США. Самой востребованной культурой в сегменте горшечных орхидных остается фаленопсис [1]. Гетерозиготность фаленопсиса гибридного (*Phalaenopsis hybridum hort.*) обуславливает разработку и применение методов вегетативного размножения, в том числе микрочлонального. Несмотря на то что основа для микроразмножения орхидных посредством регенерации и мультипликации протокормов была заложена еще в 1964 г. [2], данная методика актуальна и в настоящее время, но требует модификации с учетом успешных экспериментов по прямому морфогенезу эксплантов *in vitro*, а также оптимизации операционных работ в стерильной культуре *in vitro* путем автоматизации и внедрения робототехники.

**Цель** – оценить индукцию прямого соматического эмбриогенеза (ПСЭ) в тканях листа и корня фаленопсиса гибридного (*Phalaenopsis hybridum hort.*) в различных вариантах гормональной регуляции.

**Материалы и методы.** Листья и фрагменты корня асептических сеянцев фаленопсиса гибридного были использованы в качестве эксплантов. Сформированные ювенильные растения фаленопсиса гибридного из коллекции пробирочных растений кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина имели по три листа и 2–3 корня. Корень был разделен на три фрагмента: базальную, среднюю и апикальную части. Пассаж эксплантов проводился на модифицированную питательную среду Мурасиге и Скуга, содержащую макро- и микроэлементы в половинной концентрации. Эксперимент включал пять вариантов питательных сред, дополненных фитогормонами 6-бензиламинопурином (БА), индолил-масляной кислотой (ИМК) и тидиазуроном (ТДЗ) в следующих concentra-

циях (мг/л): 0,5 БА + 0,01 ИМК (1-й вариант); 0,5 БА + 0,1 ИМК (2-й вариант); 1,5 ТДЗ (3-й вариант); 0,5 БА (4-й вариант); 0,1 БА + 0,01 ИМК (5-й вариант). В каждом варианте опыта было заложено по две повторности. Индукция ПСЭ проводилась при постоянной температуре 24 °С. Частота ПСЭ была зафиксирована на 30 дней с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10. Статистические расчеты проводились при помощи MS Excel. Уровень достоверной значимости различий между вариантами эксперимента оценивался при  $P \leq 0,05$ .

**Результаты исследований.** Частота формирования эмбриоидов в различных вариантах гормональной регуляции у двух типов зрелых эксплантов *Phalaenopsis hybridum hort.* на 30-й день эксперимента представлена в таблице.

Таблица – Частота формирования эмбриоидов (%) в различных вариантах гормональной регуляции у эксплантов *Phalaenopsis hybridum hort.*

Тип экспланта	Варианты эксперимента				
	1-й вариант 0,5 БА + 0,01 ИМК	2-й вариант 0,5 БА + 0,1 ИМК	3-й вариант 1,5 ТДЗ	4-й вариант 0,5 БА	5-й вариант 0,1 БА + 0,01 ИМК
Апикальный лист	55,6 ± 11,7	52,4 ± 10,9	42,0 ± 11,3	0	47,4 ± 11,5 <sup>a</sup>
Средний лист	41,7 ± 10,1	47,6 ± 10,9	50,0 ± 11,2	4,2 ± 4,1 <sup>b*</sup>	37,5 ± 12,1
Базальный лист	0	34,8 ± 9,9 <sup>b</sup>	52,4 ± 10,9	16,7 ± 7,6 <sup>b*</sup>	40,9 ± 10,5
Апикальный фрагмент корня	30,6 ± 7,7	40,0 ± 8,9 <sup>b</sup>	40,0 ± 8,9 <sup>a</sup>	20,6 ± 6,9	13,6 ± 7,3 <sup>b</sup>
Средний фрагмент корня	35,3 ± 11,6*	68,4 ± 10,7*	40,0 ± 9,8	40,9 ± 10,5 <sup>a</sup>	21,0 ± 7,1*
Базальный фрагмент корня	50,0 ± 10,7	77,8 ± 8,0 <sup>a*</sup>	73,9 ± 9,2 <sup>b*</sup>	27,8 ± 10,6*	36,4 ± 10,3
Примечание – <sup>a, b</sup> – существенные различия между типами эксплантов в пределах варианта обозначены разными буквами; * – существенные различия между вариантами в пределах одного типа экспланта.					

Показатели частоты ПСЭ в 1-м варианте эксперимента варьировали от 30,6 % у апикального фрагмента корня до 55,6 % у апикального листа, при этом формирование эмбриоидов не было отмечено у базального листа. Существенной разницы между типами эксплантов по показателям ПСЭ не наблюдалось. Во 2-м варианте эксперимента частота ПСЭ варьировала от 34,8 % у базального листа до 77,8 % у базального фрагмента корня. Установлена статистически значимая разница только между максимальным значением частоты формирования эмбриоидов у базального фрагмента корня и двумя типами эксплантов: апикальным фрагментом корня (40 %)

и базальным листом (34,8 %). В 3-м варианте эксперимента существенных различий по регистрируемому показателю в пределах листовых эксплантов не установлено из-за небольшой вариации средних значений от 42 % у апикального листа до 52,4 % у базального листа. В пределах корневых эксплантов существенно различались частоты ПСЭ у апикального (40 %) и базального (73,9 %) фрагментов корней. Наибольшая изменчивость полученных данных наблюдалась в 4-м варианте эксперимента. Так, частота ПСЭ варьировала от 4,2 % у среднего листа до 40,9 % у среднего фрагмента корня, а у апикального листа формирование эмбриоидов не было отмечено. Существенная разница частот ПСЭ была зафиксирована между максимальным значением частоты формирования эмбриоидов у среднего фрагмента корня и двумя типами эксплантов: базальным (16,7 %) и средним листом (4,2 %). В 5-м варианте эксперимента была отмечена существенная разница между эксплантами представленными апикальным листом с наибольшей частотой формирования эмбриоидов (47,4 %) и апикальным фрагментом корня, у которого зафиксировано наименьшее значение частоты (13,6 %).

Существенные различия установлены только между некоторыми вариантами в пределах одного типа экспланта. Таких эксплантов оказалось четыре типа (срединный и базальный листья, а также срединный и базальный фрагменты корня).

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ подтвердил наличие достоверных различий по частоте формирования эмбриоидов у *Phalaenopsis hybridum* hort. только варианта питательной среды. Так, доля влияния гормональной регуляции в варьировании данного показателя составила 43,8 %.

**Заключение.** Таким образом, проведенные нами исследования показали, что максимальные значения частот ПСЭ наблюдались во 2-м варианте на средних (68,4 %) и базальных фрагментах (77,8 %) корня и в 3-м варианте на базальных фрагментах (73,9 %) корня. Однако определяющим в индукции ПСЭ является гормональная регуляция. Наиболее эффективными индукторами ПСЭ на испытанных типах эксплантов были 1,5 мг/л ТДЗ, а также 0,5 мг/л БА в сочетании с 0,1 мг/л ИМК.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Orchid Market by Product Type [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.alltheresearch.com/report/735/orchid-market>. – Date of access: 04.03.2023.

2. Arditti, J. Micropropagation of Orchids / J. Arditti, R. Ernst John Wiley and Sons. – New York, 1993. – 640 p.

**К содержанию**

**Д. А. КИСЛИЦЫН**

Минск, БГУ

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

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ В ARCGIS И ENVI**

**Актуальность.** Использование данных дистанционного зондирования и их компьютерная обработка в разнообразных программных комплексах позволят проводить исследования различных природных компонентов, в том числе почвенно-растительного покрова, что становится все более актуальным в настоящее время. В то же время для классифицированных растров, полученных в результате автоматизированного дешифрирования, необходимо провести постклассификационную обработку и генерализацию для дальнейшего анализа и проведения тематической интерпретации.

**Цель** – изучить особенности генерализации результатов автоматизированного дешифрирования на примере космоснимка Landsat 8 с использованием программных комплексов ArcGIS 10.7 и ENVI 5.3.

**Материалы и методы.** В работе был использован космоснимок со спутниковой системы Landsat 8 с уровнем обработки Collection 2 Level 2 (май 2019 г.), который находится в открытом доступе в электронном архиве Геологической службы США [1]. Для генерализации результата автоматизированного дешифрирования методом максимального правдоподобия использовался инструментарий ENVI 5.3 и ArcGIS 10.7.

**Результаты исследований.** Постклассификационную обработку в ENVI необходимо проводить поэтапно. В первую очередь необходимо настроить соответствующие названия, цвета отображения полученных классов объектов (с помощью инструмента Edit ENVI Header). Это позволит избежать ошибок при дальнейшей генерализации и векторной обработке, а также сохранить наглядность классификации. Далее используется функция объединения классов (Combine Classes), которая позволяет соединить общие по атрибутивным характеристикам результаты. В ENVI 5.3 представлены следующие инструменты для осуществления генерализации: Sieve Classes, Clump Classes и Majority / Minority Analysis [2, с. 184]. Функция Sieve позволяет исключить из рассмотрения сегменты меньше заданного размера, так как при этом происходит обнуление их индексов. Функция Clump используется для формирования связанных по индексу класса областей путем анализа окрестности каждого пикселя

(рассматриваются или только соседи по горизонтали и вертикали, или все восемь соседей). При этом каждому сегменту присваивается собственный новый индекс, а индекс класса сохраняется в атрибутах сегмента [3, с. 97]. Функция Majority является главным инструментом генерализации и, в отличие от Sieve, сливает мелкие сегменты с более крупными, используя анализ ближайших соседей (рисунок 1).

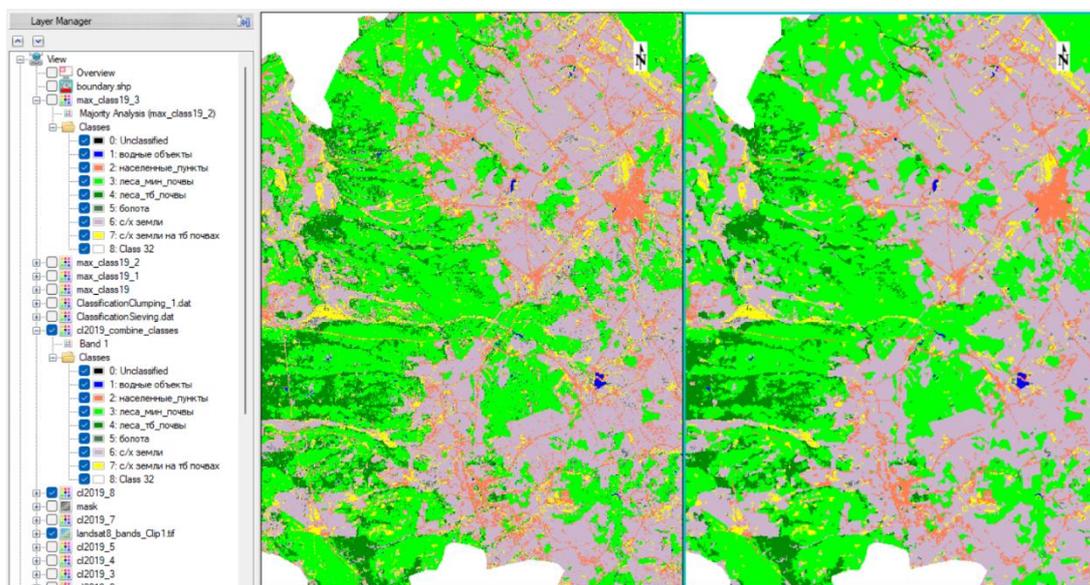


Рисунок 1 – Растр классификации до и после проведения генерализации в ENVI 5.3

Постклассификационную обработку классифицированного растра возможно выполнить и в ArcGIS. Заметно, что классифицированный растр характеризуется наличием немалого количества изолированных и мелких контуров с площадью до 5–10 пикселей, что не отражает действительное расположение исследуемых объектов. Можно отметить, что площадь одного пиксела для космоснимков Landsat 8 составляет 900 м<sup>2</sup>. Применение комбинации из различных инструментов ArcToolbox (группы Spatial Analyst и Конвертация) позволило улучшить общую визуализацию предварительного результата автоматизированного дешифрирования и повысить общую точность местоположения различных классов природных и антропогенных объектов. Таким образом, контуры, имеющие количество пикселей менее 10 для Landsat, удаляются и заполняются определенными значениями в зависимости от соседних контуров пикселей, которые являются более крупными по площади. Для автоматизации проведения генерализации классифицированного растра, а затем и его векторизации, нами был создан инструмент геообработки в ModelBuilder, который позволяет объединить несколько инструментов из ArcToolbox в единый процесс (рисунок 2).

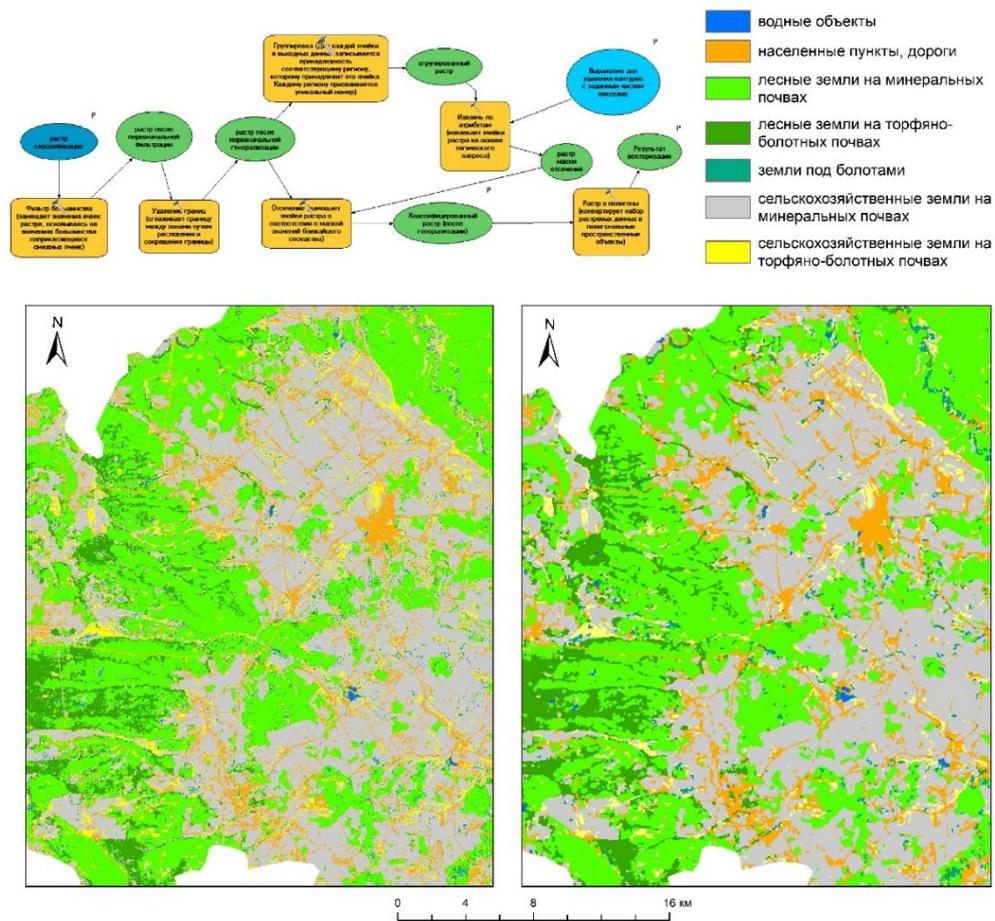


Рисунок 2 – Модель геообработки в ModelBuilder и результат ее использования (слева – классифицированный растр, справа – результат генерализации в векторном формате)

**Заключение.** Таким образом, подходы к генерализации классифицированных растров несколько отличаются в ArcGIS 10.7 и ENVI 5.3, но принципы являются схожими, так как в начале выполняется фильтрация результата классификации, а затем – удаление мелких контуров и их заполнение значениями из соседних контуров. Для автоматизации процесса генерализации в ArcGIS нами был создан авторский инструмент геообработки в ModelBuilder.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архив Геологической службы США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. – Дата доступа: 07.02.2023.
2. ENVI 5.1. Руководство пользователя. – М. : Совзонд, 2014. – 242 с.
3. Чабан, Л. Н. Автоматизированная обработка аэрокосмической информации при картографировании геопространственных данных : учеб. пособие / Л. Н. Чабан. – М. : МИИГАиК, 2013. – 104 с.

### К содержанию

УДК 582.47(476.7)

**И. С. КОЗАКОВ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

## **СОСТАВ ХВОЙНЫХ Г. КОБРИНА**

**Актуальность.** Зеленые насаждения являются важным компонентом планировочной структуры города, улучшают санитарно-гигиенические и микроклиматические условия для жизни человека. В создании оптимально благоприятной городской среды важную роль играют очищающее действие и ионизирующая способность хвойных пород [1].

**Цель** – изучение видового состава хвойных растений, используемых в озеленении г. Кобрина.

**Материалы и методы.** В период с января по март 2023 г. маршрутным методом проводили изучение видового состава хвойных в структуре древесных насаждений некоторых улиц г. Кобрина: Дзержинского, Дружбы, Интернациональной, Ленина, Пушкина, 700-летия г. Кобрина.

**Результаты исследований.** Согласно результатам исследований класса *Pinopsida* отдела *Pinophyta*, в составе древесных насаждений улиц Дзержинского, Дружбы, Интернациональной, Ленина, Пушкина, 700-летия Кобрина зарегистрированы более 115 древесных растений 12 видов. Представители данного класса входят в состав шести родов (*Picea* A. Dietr., *Pinus* L., *Thuja* L., *Biota* (D. Don) Endl., *Juniperus* L., *Chamaecyparis* Spach.), относящихся к двум семействам – сосновых (*Pinaceae* Lindl.) и кипарисовых (*Cupressaceae* Bartl.). Семейство *Pinaceae* включает два рода, четыре вида; семейство *Cupressaceae* – четыре рода, восемь видов. Род *Juniperus* насчитывает пять видов, род *Pinus* и род *Picea* – два вида. В родах *Thuja*, *Biota*, *Chamaecyparis* описано по одному виду.

Приведем список древесных растений отдела голосеменные, зарегистрированных на исследуемых улицах г. Кобрина.

Семейство *Pinaceae* Lindl.: род *Pinus* L. – *Pinus sylvestris* L., *Pinus strobus* L.; род *Picea* A. Dietr. – *Picea abies* (L.) Karst., *Picea pungens* Engelm.

Семейство *Cupressaceae* Bartl.: род *Juniperus* L. – *Juniperus virginiana* L., *Juniperus sabina* L., *Juniperus communis* L., *Juniperus scopulorum* Sarg., *Juniperus squamata* Lamb.; род *Thuja* L. – *Thuja occidentalis* L.; род *Biota* (D. Don) Endl. – *Biota orientalis* (L.) Endl. (*Thuja orientalis* L.); род *Chamaecyparis* Spach. – *Chamaecyparis lawsoniana* (Murr.) Parl. Представители семейства *Cupressaceae* насчитывают 76 особей – 25,44 %.

По количеству растений преобладают *Thuja occidentalis* (43 шт.), род *Juniperus* (29 шт.), *Picea pungens* (19 шт.), что составляет 37,72 %, 25,44 % и 16,67 % от общего количества хвойных.

*Thuja occidentalis* является самым устойчивым видом среди хвойных в городских условиях произрастания [3]. Наименьшее количество хвойных растений (8 шт.) зарегистрировано на улице Пушкина г. Кобрина, где была отмечена наиболее высокая средняя интенсивность транспортного потока (748 авт/ч) в период наблюдений (февраль 2023 г.).

К видам аборигенной флоры относятся три вида: *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Juniperus communis* L.

Интродуцированные виды хвойных естественно произрастают в Северной Америке (6 видов), Китае (2 вида). Следует отметить большой разорванный ареал *Juniperus sabina*, который распространен в Средней и Южной Европе, Крыму, Кавказе, Южном Урале, степях Сибири и горах Средней Азии [2; 3].

Результаты экологического анализа хвойных видов [2; 3], используемых в озеленении г. Кобрина, показали, что в составе древесных насаждений исследуемых улиц доминируют следующие виды хвойных растений: теневыносливые (8 видов), малотребовательные, или неприхотливые, к плодородию почвы (9 видов). Большинство представителей хвойных являются зимостойкими и засухоустойчивыми.

Может повреждаться поздними весенними заморозками *Picea abies*, которая также плохо переносит высокую температуру, сухость воздуха [3].

В различной степени проявляют устойчивость к загазованности воздуха в условиях городской среды 66,67 % хвойных.

Высокой дымо- и газоустойчивостью отличается *Picea pungens*, очень чувствительны к загазованности и загрязнению воздуха *Picea abies*, *Pinus sylvestris* [2; 3].

**Заключение.** В составе древесных насаждений исследуемых улиц г. Кобрина произрастают 12 видов хвойных, принадлежащих к шести родам, семействам *Pinaceae*, *Cupressaceae*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ступакова, О. М. Обоснованность необходимости применения хвойных пород для озеленения территорий школ г. Красноярск / О. М. Ступакова, Т. Ю. Аксянова, Г. А. Гапонова // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – Т. XXIX, № 3–4. – С. 277–279.

2. Антипов, В. Г. Декоративная дендрология / В. Г. Антипов. – Минск : Дизайн ПРО, 2000. – 280 с.

3. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск : Наука и техника, 1980. – 208 с.

#### К содержанию

**А. В. КОЗАЧОК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

**ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *FICUS* КОЛЛЕКЦИИ ЗИМНЕГО  
САДА ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ**

**Актуальность.** Использование растений в зимних садах и интерьерном озеленении требует специальных знаний в области ботаники и физиологии растений, их биологии и географического происхождения [6].

**Цель** – установить экологические и физиологические особенности представителей рода *Ficus* коллекции зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

**Материалы и методы.** Листья представителей рода *Ficus* для выявления экологических и физиологических особенностей отбирали в экспозициях зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина в течение 2022 г. В лабораторных условиях определяли рефрактометрическим методом осмотическое давление клеточного сока (P), по уменьшению массы срезанных листьев интенсивность транспирации ( $I_T$ ), параметры транспирирующей листовой поверхности (S), общее содержание воды и водный дефицит листьев, температурный порог коагуляции цитоплазмы (по П. А. Генкелю) [1; 3; 4].

**Результаты исследований.** Род *Ficus* L. (семейство *Moraceae*) насчитывает до 1000 видов, отличающихся разнообразием признаков и жизненных форм [2]. По совокупности биоморфологических и декоративных особенностей фикусы относят к декоративнолиственным растениям [6]. Длительный период вегетации способствует значительному нарастанию фитомассы, что делает фикусы привлекательными для использования в интерьерном озеленении [5].

Род *Ficus* коллекции зимнего сада Центра экологии включает 23 таксона, среди которых 12 видов: *F. benjamina*, *F. benghalensis*, *F. carica*, *F. craterostoma*, *F. elastica*, *F. deltoidea*, *F. lyrata*, *F. pumila*, *F. ramentacea*, *F. religiosa*, *F. retusa*, *F. salicifolia*, которые естественно произрастают преимущественно в Азии (10 видов).

Спектр жизненных форм – деревья (9 видов), кустарники (2 вида), лиана (1 вид). Результаты исследований представлены для 11 видов (без учета сортов), кроме *Ficus benghalensis*, который находится в коллекции в одном экземпляре (таблица).

Таблица – Физиологические показатели представителей рода *Ficus*

Объект	P, атм	S, см <sup>2</sup>	I <sub>т</sub> , г/м <sup>2</sup> ·ч	Содержание воды в листьях, %			Водный дефицит, %
				общее	связанная	свободная	
<i>F. benjamina</i>	8,93 ± 0,32	26,67	44,99	65,4	26,34	39,06	4,65
<i>F. deltoidea</i>	6,25 ± 0,08	13,33	90,02	53,8	21,03	32,77	14,81
<i>F. carica</i>	6,98 ± 0,08	86,96	41,4	73,8	30	43,8	1,48
<i>F. craterostoma</i>	2,84 ± 0,08	18,67	64,27	80,4	33,59	46,81	3,28
<i>F. elastica</i>	4,46 ± 0,08	154,6	108,67	79,6	31,87	47,73	6,78
<i>F. pumila</i>	3,25 ± 0,16	4	99	71,8	33,57	38,23	16,67
<i>F. lyrata</i>	6,25 ± 0,22	523,83	18,33	74,4	28,7	45,7	3,11
<i>F. retusa</i>	5,11 ± 0	32	37,5	76,8	31,51	45,29	3,85
<i>F. ramentacea</i>	3,49 ± 0,16	34,67	69,22	84,8	38,71	46,09	3,03
<i>F. salicifolia</i>	6,82 ± 0,37	35,89	66,87	65,4	27,4	38	5,56
<i>F. religiosa</i>	5,84 ± 0	18,67	64,27	84,4	37,42	46,98	2,7

Представители рода *Ficus* по отношению к свету являются теневыносливыми (8 видов) и светолюбивыми (4 вида) растениями, по отношению к влажности почвы – мезофиты. К гелиофитам относятся *Ficus benjamina*, *Ficus craterostoma*, *Ficus carica*, *Ficus religiosa*. Оптимальная кислотность почвы – 6–6,5 единицы pH [6].

У исследуемых видов рода *Ficus* зимнего сада Центра экологии показатель осмотического давления варьирует в пределах от 2,84 ± 0,08 атм (*Ficus craterostoma*) до 8,93 ± 0,32 атм (*Ficus benjamina*).

Определение интенсивности транспирации весовым методом основано на учете изменений массы срезанного транспирирующего листа за пятиминутный интервал в трехкратной повторности. Это позволяет наблюдать транспирацию в состоянии насыщения листа водой так же, как и в растении [4]. Интенсивность транспирации листьев изменяется в широких пределах – от 18,33 г/м<sup>2</sup>·ч (*Ficus lyrata*) до 108,67 г/м<sup>2</sup>·ч (*Ficus elastica*), хотя средние показатели интенсивности транспирации у семи видов рода *Ficus* коллекции зимнего сада составляют 37,5–69,22 г/м<sup>2</sup>·ч.

Общее содержание воды в листьях представителей рода *Ficus* варьирует от 53,8 % (*Ficus deltoidea*) до 84,4 % (*Ficus religiosa*) и 84,8 % (*Ficus ramentacea*), содержание свободной воды изменяется от 32,77 % (*Ficus deltoidea*) до 47,73 % (*Ficus elastica*), количество связанной воды – от 21,03 % (*Ficus deltoidea*) до 38,71 % (*Ficus ramentacea*).

Содержание воды в листьях зависит от разности между количеством поглощенной и испаренной растением воды – водного баланса. Если транспирация происходит быстрее, чем поступление воды в листья, то возникает водный дефицит (недостаток насыщения клеток водой). Величина водного дефицита – количество воды, недостающее до полного

насыщения, которое выражается процентах от количества воды, содержащейся в насыщенных водой клетках. Водный дефицит от 25 % приводит к завяданию листьев [1].

Водный дефицит в листьях представителей рода *Ficus* коллекции зимнего сада варьирует от 1,48 % (*Ficus carica*) до 14,81 % (*Ficus deltoidea*) и 16,67 % (*Ficus pumila*). У большинства фикусов величина водного дефицита не превысила 10 %, что считается нормальным явлением, не причиняющим растению вреда [1].

Условной границей жаростойкости растений считают температуру, при которой в течение 10 минут коагулируют белки цитоплазмы. Гибель клеток устанавливают по отсутствию способности плазмолизироваться [1]. При температуре 48 °С белки цитоплазмы начали разрушаться в листьях *Ficus carica*, *Ficus ramentacea*, *Ficus salicifolia*, *Ficus religiosa*, о чем свидетельствует отсутствие плазмолиза, при 50 °С – в листьях *Ficus deltoidea*, *Ficus pumila*, *Ficus lyrata*.

**Заключение.** В коллекции зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина род *Ficus* представлен 12 видами, которые естественно произрастают в Азии (10 видов), Африке (2 вида). Фикусы относятся к теневыносливым (8 видов) и светолюбивым (4 вида) мезофитам.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Викторов, Д. П. Малый практикум по физиологии растений : учеб. пособие для биол. специальностей вузов / Д. П. Викторов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1983. – 135 с.
2. Жизнь растений : в 6 т. / гл. ред. А. А. Федоров. – М. : Просвещение, 1974–1982. – Т. 5 : Цветковые растения, ч. 1 / А. Л. Тахтаджян [и др.] ; под ред. А. Л. Тахтаджяна. – 1980. – 430 с.
3. Миллер, М. С. Практические занятия по физиологии растений / М. С. Миллер, Н. Н. Савицкая. – Л., 1974. – 158 с.
4. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 271 с.
5. Серая, А. С. Интродукция некоторых видов рода *Ficus* L. и использование их в фитодизайне : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / А. С. Серая. – Новосибирск, 2008. – 17 с.
6. Чертович, В. Н. Растения для зимних садов и интерьеров / В. Н. Чертович, Т. А. Поболовец, В. В. Титок. – Минск : Беларус. навука, 2018. – 230 с.

**К содержанию**

**О. А. КОНОПАЦКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
В АТМОСФЕРУ ВОЗДУХА ПРЕДПРИЯТИЕМ  
ОАО «ПОЛИМЕР» ЗА 2020–2022 ГГ.**

**Актуальность.** Загрязнение окружающей среды относится к основным проблемам современности. Экологические проблемы разнообразны. Одна из них – выбросы загрязняющих веществ в атмосферу воздуха.

Существует два вида загрязнения воздуха: антропогенный и естественный. К естественному виду загрязнений относят пыль, которая образуется в результате воздействия ветра на почву. К природным загрязнителям воздуха относятся вулканы, природные пожары, испарение солей с морей и океанов и пыль, которая образуется в результате разрушения горных пород. К источникам антропогенного загрязнения воздуха относятся: транспорт, предприятия черной и цветной металлургии, тепловые и атомные электростанции, свалки мусора, продукты переработки бытовых отходов, а также вещества, образующиеся при сжигании топлива, используемого для приготовления пищи человеком; в сельской местности основными загрязнителями являются животноводческие и птицеводческие комплексы, пестициды, используемые для борьбы с сорняками и болезнями сельскохозяйственных культур, плодово-ягодных растений [1].

**Цель** – осуществить анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Полимер» за 2020–2022 гг.

**Материалы и методы исследования.** В качестве материала исследования использовались данные по выбросам загрязняющих веществ, предоставленные предприятием ОАО «Полимер», за 2020–2022 гг., а также литературные источники и нормативные документы. В качестве методов исследования применяли статистическую обработку данных.

**Результаты исследований.** В результате исследований выполнен анализ динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В качестве исследуемых веществ взяты диоксид серы и твердые частицы.

Диоксид серы ( $SO_2$ ) – бесцветный газ с характерным резким запахом. Он образуется в промышленности при сжигании угольного топлива, природного газа и нефти. Диоксид серы в присутствии кислорода воздуха и света окисляется до серного ангидрида ( $SO_3$ ). Результатом этих взаимо-

действий является выпадение кислотных дождей, что пагубно влияет на кислотность почвы и окружающую среду.

Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) относится к третьему классу опасности. Нормативом допустимых выбросов диоксида серы в атмосферный воздух для предприятия установлено 0,024 т/год (ПДК). На рисунке 1 представлены количественные данные выбросов диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) в атмосферный воздух за 2020–2022 гг.

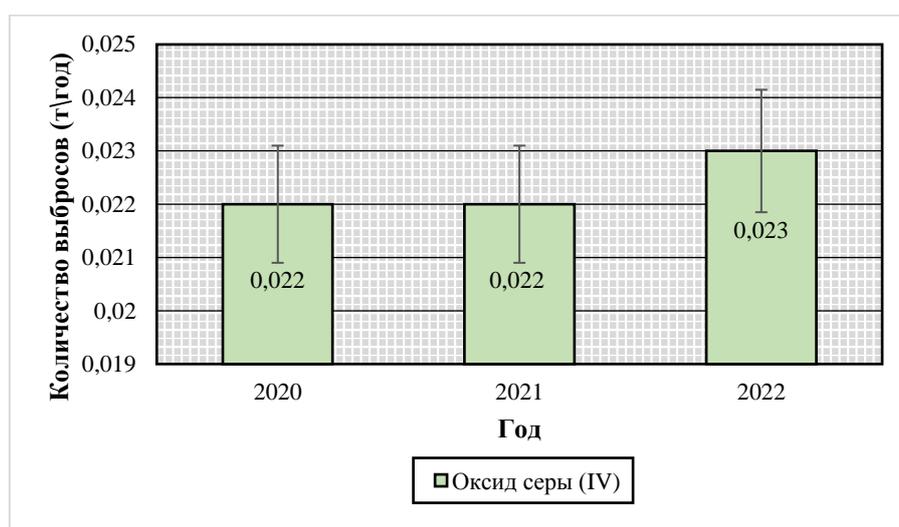


Рисунок 1 – Количество выбросов диоксида серы за 2020–2022 гг.

Количество выбросов диоксида серы в атмосферный воздух в 2020–2021 гг. составляет наименьшее значение (0,022 т/год). В 2022 г. наблюдается увеличение выбросов диоксида серы (0,023 т/год), что по сравнению с 2020–2021 гг. составляет 4,34 %.

Количество выбрасываемого диоксида серы предприятием ОАО «Полимер» за 2020–2022 гг. ПДК не превышает.

Твердые частицы – это маленькие частицы диаметром менее 10 мкм, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии. Антропогенным источником выбросов является сжигание ископаемого топлива, электростанции, различные отрасли промышленности. Данные частицы повреждают легочную систему при попадании в организм. Особую опасность они представляют при связи ТЧ с другими химическими веществами, такими как тяжелые металлы и органические вещества, которые обладают высокой проникаемостью [2].

Твердые частицы относятся к третьему классу опасности. ПДК выбросов ТЧ для предприятия составляет 0,024 т/год. На рисунке 2 представлены количественные данные выбросов твердых частиц в атмосферный воздух за 2020–2022 гг.

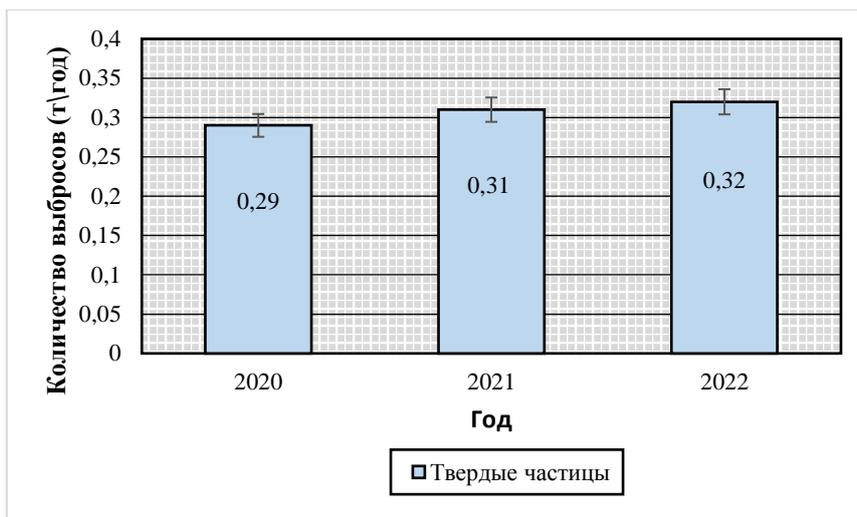


Рисунок 2 – Количество выбросов твердых частиц за 2020–2022 гг.

В 2020 г. количество выбрасываемых в атмосферу твердых частиц минимально (0,29 т/год). В 2021 г. увеличение количества выбросов составило 6,45 % (0,31 т/год). Количество выбросов ТЧ в 2022 г. по сравнению с 2021 г. увеличилось на 3,12 % и составило 0,32 т/год.

Количество выбросов твердых частиц предприятием ОАО «Полимер» за 2020–2022 гг. ПДК не превышает.

**Заключение.** 1. За исследуемый период 2020–2022 гг. количество выбросов диоксида серы предприятием ОАО «Полимер» практически не изменяется.

2. Количество выбросов твердых частиц за 2020–2022 гг. постепенно увеличивается.

3. Выбросы диоксида серы и твердых частиц на предприятии ОАО «Полимер» не превышают предельно допустимой концентрации, что, возможно, связано с небольшим количеством производимой продукции.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://muob.ru/aktualno/news/glavnye-novosti/884905.html>. – Дата доступа: 11.02.2023.

2. Твердые частицы (ТЧ10, РМ10) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecocitizens.kz/substances/tverdye-chastitsy-tch10-pm10>. – Дата доступа: 16.02.2022

**К содержанию**

УДК 632.523(476)

**Г. Ю. КОСИК**

Гродно, ГГАУ

Научный руководитель – Е. Б. Лосевич, канд. с.-х. наук, доцент

## **ЗОЛОТАРНИК КАНАДСКИЙ (*SOLIDAGO CANADENSIS* L.) – ОПАСНЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД**

**Актуальность.** В Беларуси с 2016 г. существует государственный перечень видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 07.12.2016 № 1002). В этот перечень входят девять чужеродных видов растений, в том числе два вида золотарника – канадский (*Solidago canadensis*) и гигантский (*Solidago gigantea*).

Источник инвазии золотарников – их широкое культивирование в качестве декоративных и медоносных растений (рисунок 1). Золотарники распространяются по нарушенным местообитаниям, преимущественно в населенных пунктах и вблизи дорог, на пустырях, свалках, в долинах рек, на лесных опушках, по линиям ЛЭП, на кладбищах [1; 2].



Рисунок 1 – Заросли золотарника канадского в сельской местности

Золотарники относятся к группе «видов-трансформеров», которые активно внедряются в естественные сообщества, изменяют их облик, нарушают сукцессионные связи, выступают в качестве эдификаторов и доминантов, образуя значительные по площади одновидовые заросли, вытесняя и (или) препятствуя возобновлению видов природной флоры. Агрессивное внедрение золотарника канадского в естественные экосистемы связано с его высокой аллелопатической активностью. Аллелопатия – это взаимное влияние растений друг на друга с помощью выделяемых ими физиологически активных веществ (ФАВ). Наибольшее влияние на рост других растений оказывают корневые выделения. Химические соединения, выделяемые листьями, попадают в почву во время дождя или при поливе.

**Цель** – выявить характер влияния водного экстракта из растений золотарника канадского на прорастание семян и рост проростков тест-растений.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в лабораторных условиях на кафедре агрохимии, почвоведения и сельскохозяйственной экологии УО «Гродненский государственный аграрный университет» в 2022 г. Из сухой массы корней и листьев золотарника канадского путем пятиминутного кипячения, последующего отстаивания и процеживания был получен водный экстракт, который затем разбавлялся водой до 20 %-й концентрации.

В лотки на фильтровальную бумагу были помещены по 100 семян тест-растений: озимой пшеницы, овса посевного и озимого рапса. Затем фильтровальная бумага увлажнялась 10 мл водной вытяжки из растений золотарника и 10 мл водопроводной воды в контрольном варианте. Лотки накрывались полиэтиленовой пленкой и помещались в термостат (21 °С) до появления проростков.

**Результаты исследований.** Было установлено, что водная вытяжка из растений золотарника оказывает ингибирующее влияние на семена и всходы исследуемых видов сельскохозяйственных растений (рисунок 2).

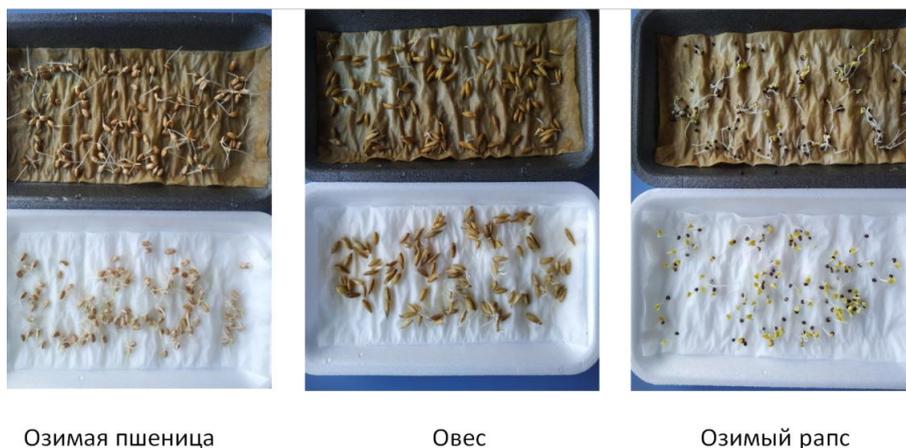


Рисунок 2 – Вид проростков тест-растений на 4-й день

Физиологически активные вещества, содержащиеся в растениях золотарника, снижали лабораторную всхожесть семян озимой пшеницы на 19 %, овса на 7 %, озимого рапса на 16 % (таблица). Длина корешков, образовавшихся на 4-й день, была на 49 %, 36 % и 55 % меньше, чем в контроле для озимой пшеницы, овса и озимого рапса соответственно. Длина ростков снижалась на 77, 49 и 74 % соответственно для озимой пшеницы, овса и озимого рапса. Менее выраженным отрицательное воздействие ФАВ золотарника было в опыте с овсом.

Таблица – Влияние водной вытяжки из золотарника канадского на лабораторную всхожесть семян и рост проростков тест-растений

Варианты опыта	Лабораторная всхожесть семян, %	Длина корешков, мм	Длина ростков, мм
Озимая пшеница			
Контроль (вода)	90	12–45,1 28,3	3–28,1 13,2
Вытяжка из золотарника	73	7,2–27 14,4	1–6,1 3,1
Овес			
Контроль (вода)	81	6,1–51 19,9	2–2,3 11,8
Вытяжка из золотарника	75	5–23 12,8	2–9,1 6
Озимый рапс			
Контроль (вода)	88	20–55,1 39	10–32 19,7
Вытяжка из золотарника	74	11–21 17,5	4–6,2 5,2

**Заключение.** Установлено, что 20 %-й водный экстракт растений золотарника канадского оказывает выраженное ингибирующее воздействие на прорастание семян и рост проростков тест-растений. Результаты исследований подтверждают тот факт, что золотарник способен вытеснять другие виды из фитоценозов и нарушать естественные экосистемы. В связи с этим требуются неотложные серьезные меры по уничтожению его разрастающихся плантаций.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.): Биологические особенности, хозяйственное использование и меры ограничения распространения / В. Н. Прохоров, Н. А. Ламан // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. – Минск : Колорград, 2018. – Вып. 47. – С. 150–168.

2. Лях, Ю. Г. Экологическое значение золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в рекреационной зоне города Минска и методы борьбы с ним / Ю. Г. Лях, А. Р. Трифонова // Актуальные вопросы и инновационные технологии в развитии географических наук : сб. тр. Всерос. науч. конф., Ростов-на-Дону, 31 янв. – 1 февр. 2020 г. – Ростов н/Д ; Таганрог : Изд-во Юж. федер. ун-та, 2020. – С. 494–496.

**К содержанию**

УДК 595.789:502.74(476)

**Е. А. КУРАШ**

Минск, БГУ

Научный руководитель – Н. В. Синчук, ассистент

## **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА SATYRIDAE В Г. МИНСКЕ**

**Актуальность.** Семейство Satyridae относится к кладе Булавоусых чешуекрылых – широко распространенной группе насекомых, которые чутко реагируют на изменения условий обитания, в том числе и на изменения антропогенного характера. Быстрая реакция на изменения условий среды и численности видовых популяций определяет большие возможности использования этих насекомых в экологическом мониторинге.

**Цель** – изучение видового разнообразия и соотношения родов представителей семейства Satyridae в г. Минске.

**Материалы и методы.** Сбор материала проводился в следующих точках: памятник природы республиканского значения «Дубрава»; стадион при биологическом факультете; урочище Лошицкий яр; музейно-парковый комплекс «Победа»; лесопарк «Медвежино»; экологические тропы «Птичья полянка» и «Курасовщина». Сбор материала производился вручную при помощи энтомологического сачка в бумажный конвертик. Булавоусые чешуекрылые были собраны в коллекции согласно общепринятым методикам.

**Результаты исследований.** Согласно геоботаническому районированию, территория «Дубравы» относится к подзоне широколиственно-еловых лесов, в значительной мере видоизмененной культурами экзотов. Бореальные черты определяются фитоценотическим составом, который в настоящее время выражен среди сопутствующих древесных пород [1, с. 7]. Выборка материала отражает превалирование *Aphantopus hyperantus* – девять особей, что составляет 69 % среди всех трех собранных видов на данной местности.

Лошицкий усадебно-парковый комплекс (53.851886 27.559448, 53.852411 27.560135) находится под антропогенным влиянием и регулярно облагораживается путем подстригания травяной растительности [2, с. 24]. Было собрано 15 особей, девять из которых представляют вид *Maniola jurtina*, что составляет 56 % от общего количества особей.

На территории музейно-паркового комплекса «Победа» (53.928599 27.536931, 53.927276 27.539515) собранные бабочки показывают превалирование вида *Maniola jurtina* (7 особей), что составляет 50 % от общей выборки.

Лесопарк «Медвежино» (53.889792 27.449776, 53.888322 27.451767, 53.890021 27.452330) расположен на западе г. Минска. Площадь составляет

49 га. В парке преимущественно произрастают хвойные породы деревьев [2, с. 25]. Выборка составила 16 особей с доминированием *Maniola jurtina* – это 84 % от общего числа собранных особей (19 особей).

В подлеске парка имени М. Я. Павлова (53.857044 27.475860, 53.856254 27.472589) произрастают виды как естественной флоры, так и интродуценты [3, с. 9]. На территории парка были отмечены доминирующие виды: Воловий глаз (*Maniola jurtina*) – 52 % (11 особей), Бархатница волчья (*Hyponephele lupina*) – 14 % (3 особи), Крупноглазка ликаон (*Hyponephele lycan*) – 14 % (3 особи).

Экологическая тропа – это специально оборудованный маршрут, проходящий через различные экологические системы и другие природные объекты, архитектурные памятники, имеющие эстетическую, природоохранную и историческую ценность [4, с. 1].

На территории «Птичья полянка» – одна из самых больших экотроп в г. Минске (53.893386 27.427991), маршрут которой проходит по живописному берегу Цнянского водохранилища, – был собран один вид – Воловий глаз (*Maniola jurtina*). «Птичья полянка» находится в парке «Дививелка» в районах Сухарево и Красный Бор.

Экологическая тропа «Курасовщина» (53.844547 27.516558, 53.845658 27.516049) проходит по территории ботанического памятника природы местного значения «Вековая дубрава» парка «Курасовщина». Здесь произрастают великовозрастные деревья, которые внесены в реестр сохраняемых зеленых насаждений [4, с. 2]. Выборка материала отражает превалирование *Maniola jurtina* – 42 особи, что составляет 70 % среди всех собранных видов на данной местности.

На территории парка Дружбы народов (53.927626 27.571816, 53.930074 27.573411) и Серебрянского (53.850298 27.590203, 53.850772 27.592279, 53.850568 27.595205) была отловлено в общей сумме 91 особь. Из них вид Воловий глаз (71 %) является доминирующим по частоте встречаемости.

Таким образом, на территории г. Минска было отловлено 240 особей, из них четыре рода и семь видов (таблица).

Таблица – Видовое разнообразие семейства Satyridae на территории г. Минска

Род	Вид
<i>Aphantopus</i>	Глазок цветочный ( <i>Aphantopus hyperantus</i> )
<i>Maniola</i>	Воловий глаз ( <i>Maniola jurtina</i> ) <i>Maniola telmessia</i> <i>Maniola nurag</i>
<i>Hyponephele</i>	Бархатница волчья ( <i>Hyponephele lupina</i> ) Крупноглазка ликаон ( <i>Hyponephele lycan</i> )
<i>Coenonympha</i>	Сенница обыкновенная ( <i>Coenonympha pamphilus</i> )

Частота встречаемости родов (по количеству особей): *Maniola* – 77,1 %, *Aphantopus* – 15,4 %, *Hyponephele* – 6,25 %, *Coenonympha* – 1,25 %.

Доминирующим видом является Воловий глаз (*Maniola jurtina*). Всего было собрано 183 особи этого вида, что составляет 76,25 % от общего числа собранных бархатниц. Следующим по частоте встречаемости является вид Глазок цветочный (*Aphantopus hyperantus*) – 37 особей (15,42 %).

**Заключение.** Анализ полученных данных по количеству отловленных видов бабочек из семейства бархатниц (Satyridae) показал, что на территории г. Минска было собрано семь видов: Глазок цветочный (*Aphantopus hyperantus*), Воловий глаз (*Maniola jurtina*), *Maniola telmessia*, *Maniola nurag*, Бархатница волчья (*Hyponephele lupina*), Крупноглазка ликаон (*Hyponephele lycaon*) и Сенница обыкновенная (*Coenonympha pamphilus*). Виды *Maniola telmessia* и *Maniola nurag* встречались один раз, что составляет по 0,42 % на каждую особь от общей выборки.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гирилович, И. С. Памятник природы республиканского значения «Дубрава» : путеводитель / И. С. Гирилович, М. А. Джус. – Минск : БГУ, 2009. – 103 с.

2. Свистун, Е. К. Экологические особенности орнитофауны парковых комплексов г. Минска / Е. К. Свистун. – Минск : БГУ, 2020. – 66 с.

3. Шорилов, Р. И. Оценка состояния водных ресурсов парков и скверов города Минска / Р. И. Шорилов, И. Н. Будаев. – Минск, 2019. – 20 с.

4. Тишалович, А. В. Экологические тропы парковых территорий города Минска / А. В. Тишалович // 73-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов, Минск, 18–23 апр. 2022 г. : тез. докл. : в 4 ч. – Минск : БГТУ, 2022. – Ч. 1. – С. 30–31.

**К содержанию**

УДК 634.1:630\*844:574.4(476.7)

**Н. М. КУШПЕТ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

## **ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР Д. ГУТА ДРОГИЧИНСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Пораженность семечковых плодовых культур грибными и бактериальными заболеваниями может приводить к снижению качества их плодов и урожайности [1].

**Цель** – провести учет наиболее распространенных грибных болезней семечковых плодовых культур в агроценозах д. Гута Дрогичинского района.

**Материалы и методы.** Фитопатологические маршрутные обследования на территории 51-го агроценоза д. Гута Дрогичинского района проводили в течение вегетационного периода 2022 г. сразу после цветения, спустя один месяц, перед уборкой урожая. Затем рассчитывали показатели, в которых выражаются результаты учета грибных болезней семечковых культур: распространенность, степень поражения поверхности растения в баллах по соответствующим шкалам, интенсивность развития болезни в насаждениях исследуемой территории [2; 3]. Для плодовой гнили определяли процент пораженных плодов [3].

**Результаты исследований.** В статье приведены результаты учета распространения грибных болезней семечковых плодовых культур за вегетационный период 2022 г. на территории агроценозов д. Гута Дрогичинского района.

Макроскопические признаки грибных заболеваний отмечены на листьях и плодах 68 деревьев яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.) и 49 деревьев груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.). Частота встречаемости микозов для исследуемых культур составила 83,95 и 83,05 % соответственно.

В ходе фитопатологических исследований на территории д. Гута Дрогичинского района среди наиболее распространенных болезней яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.) зарегистрированы парша, бурая пятнистость листьев (филлостиктоз), монилиоз; груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.) – парша, филлостиктоз, белая пятнистость листьев (септориоз), ржавчина, монилиоз.

Возбудителями вышеперечисленных микозов семечковых плодовых культур являются семь видов паразитических грибов, принадлежащих пяти родам, пяти семействам, пяти порядкам, относящихся к трем классам

отделов *Ascomycota*, *Basidiomycota*. К отделу *Basidiomycota* относится один вид *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Wint. – возбудитель ржавчины, который описан на листьях груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.).

В течение вегетационного периода, когда наиболее интенсивно проявляются болезни [2; 3], фиксировали поражение листьев, плодов яблони и груши паршой, которая вызывается грибами рода *Venturia*.

На листьях семечковых культур образуются буроватые пятна, покрытые темным бархатистым налетом спороношений [4], на плодах появляются округлые, черные, резко очерченные пятна [2, 3]. Вредоносность парши выражается в ухудшении качества урожая и его снижении, в уменьшении прироста, снижении зимостойкости деревьев [3].

В первой половине вегетационного периода (примерно через месяц после цветения) развитие болезни на листьях яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.), груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.) составило 12,89 % и 13,9 %, распространенность – 45,68 %, 38,98 %. Степень поражения паршой листовой поверхности, плодов [3] семечковых культур оценивали преимущественно в 1–2 балла. Развитие болезни во второй половине вегетационного периода на плодах яблони домашней, груши обыкновенной составило 10,24 и 17,86 %, распространенность – 29,63 и 27,12 %.

Монилиоз (плодовая гниль) зарегистрирован на плодах груши обыкновенной и яблони домашней. По данным учета процент пораженных плодов груши равен 20,4 %, яблони – 28,4 %. Степень поражения плодов оценивается в 1 балл.

Плодовая гниль начинается с появления на плодах небольших бурых пятен, которые разрастаются. Мякоть плода бурая, размягчается и теряет вкусовые качества [2; 3].

При проведении учета в августе парша на плодах и плодовая гниль были зарегистрированы на 47 деревьях *Malus domestica*, на 36 растениях *Pyrus communis*.

Распространенность филлостиктоза листьев яблони домашней и груши обыкновенной составила 22,22 и 18,64 % соответственно, септориоза груши – 16,95 %, ржавчины груши – 10,17 %. Степень поражения поверхности листьев яблони и груши ржавчиной, септориозом, филлостиктозом оценивали преимущественно в 1–2 балла.

Первые мелкие, округлые, коричневые пятна филлостиктоза на листьях яблони и груши появляются в первой половине июня [2; 5]. При поражении листьев яблони грибом *Phyllosticta mali* Pr. et Del. пятна становятся серыми, с темно-коричневым ободком [4].

Интенсивность развития филлостиктоза на листьях яблони домашней и груши обыкновенной равна 5,87 и 7,12 % соответственно.

На яблоне и груше развивается эцидиальная стадия ржавчины. Сначала на верхней стороне листьев появляются округлые, оранжевые или красные пятна с мелкими точками, затем на нижней стороне обнаруживаются продолговатые конусовидные выросты (эцидии) [3; 4].

Возбудитель септориоза груши вызывает образование на листьях мелких, округлых сероватых или белых пятен, с темно-бурой каймой [3; 4].

Интенсивность развития ржавчины груши составила 3,09 %, септориоза груши – 4,48 %.

**Заключение.** Интенсивность развития наиболее распространенных грибных болезней семечковых плодовых культур в агроценозах д. Гута Дрогичинского района варьирует от 3,09 % (ржавчина груши) до 17,86 % (парша на плодах груши) при распространенности 10,17 и 27,12 %. Частота встречаемости парши на листьях яблони домашней достигла 45,68 %.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комардина, В. С. Фитосанитарное состояние и структура доминирования патогенных микроорганизмов в молодых семечковых садах Беларуси / В. С. Комардина // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – Т. 144, ч. 2. – С. 181–185.

2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков : рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Ин-т защиты растений НАН Беларуси ; под ред. С. В. Сороки. – Минск : Беларус. навука, 2005. – 462 с.

3. Общая и сельскохозяйственная фитопатология / Ю. Т. Дьяков [и др.]. – М. : Колос, 1984. – 495 с.

4. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.]. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2003. – 592 с.

5. Колтун, Н. Е. Защита молодых насаждений и питомников семечковых культур от вредных организмов / Н. Е. Колтун, В. С. Комардина ; Ин-т защиты растений. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2014. – 64 с.

**К содержанию**

**В. О. ЛАЗАРЕВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОКРОВНЫХ ТКАНЕЙ  
ОДНОЛЕТНЕГО СТЕБЛЯ СОРТОВ *CERASUS VULGARIS*  
MILL. РАЗНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ КАК ПРИЗНАК  
МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ**

**Актуальность.** Температурный режим в жизни плодовых растений играет огромную роль. Сильные морозы, глубокие зимние оттепели, весенние и осенние заморозки часто обуславливают сильное повреждение плодовых деревьев, а иногда и гибель. Различные плодовые породы и даже сорта неодинаково морозоустойчивы. Поэтому успех культивирования вишни в Республике Беларусь зависит от ее морозоустойчивости и способности адаптироваться к перенесению низких температур. В решении проблемы морозоустойчивости растений основная роль отводится физиолого-биохимическим исследованиям, однако нельзя отрицать и необходимость изучения анатомических особенностей строения растений.

Одним из защитных анатомических приспособлений является развитие в стеблях вторичной покровной ткани – перидермы.

Перидерма – это сложный комплекс, состоящий обычно из трех тканей – феллемы, феллогена и феллодермы, следующих друг за другом от внешней поверхности органа к внутренним его частям. Наружная ее ткань – феллема (или пробка) – представляет собственно покровную ткань, выполняющую защитные функции. Защитные свойства пробки обусловлены наличием в клеточных оболочках суберина. Присутствие суберина в оболочках клеток пробки придает особые свойства феллеме – непроницаемость для газов, воды, сопротивляемость действию ферментов, проникновению чужеродных организмов, что способствует выполнению пробкой защитных функций как в условиях высоких летних температур, так и низких зимних [1].

**Цель** – установить наиболее морозоустойчивый сорт *Cerasus vulgaris* Mill. на основании анатомических особенностей покровных тканей однолетнего стебля.

**Материалы и методы.** Объектами исследования явились три сорта вишни обыкновенной разных сроков созревания: Живица (ранний), Конфитюр (средний) и Волочаевка (поздний).

Вишня сорта Живица относится к группе дюков. Сорт был создан в Беларуси относительно недавно. Дерево вырастает средних размеров.

Оно имеет приподнято-округлую средне загущенную крону. Цветковые почки формируются на однолетних приростах и букетных веточках. Ягода обладает средней величиной, ее вес редко превышает 5 г, в основном составляет 3–4 г. Наступление потребительской спелости происходит в последние июньские дни или в начале июля. У растений имеется иммунитет к комплексу болезней, в том числе к коккомикозу и монилиозу, которые являются наиболее опасными заболеваниями вишни [2].

Сорт Конфитюр среднего срока созревания – вторая декада июля. Плодоношение наступает на третий год с момента высадки, в то время как цветение начинается в средние сроки. Данный сорт частично самоплоден, в качестве опылителя подойдут сорта того же срока созревания. Плоды крупной величины (5–6 г и более), округлой формы, темно-красного цвета. Мякоть умеренно плотная и сочная, как и сок, темно-красного цвета. Косточка средняя, легко извлекается. Обладают отличным кисло-сладким вкусом и ароматом. Этот сорт устойчив к заболеваниям, высоко зимостоек [3].

Сорт Волочаевка считается среднерослой культурой – до 3,5 м высотой, крона округлая, средней густоты, листья средней величины, обратнойцевидные, темно-зеленые, края листовых пластинок городчатые. Плодоношение происходит на ветках прошлого года и цветonoсных побегах. Молодые веточки включают только вегетативные почки. Плоды крупные (масса 4,5 г), овальные, темно-красные, пригодны для потребления в свежем виде и для переработки. Культура относится к скороплодным сортам. Достоинство сорта – один из наиболее надежных сортов среднего срока созревания с высоким урожаем плодов хорошего качества. Недостаток – средняя устойчивость к грибным заболеваниям [4].

Материалом для анализа служили однолетние стебли трех сортов вишни, которые были отобраны в питомнике отдела агробиологии Центра экологии УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». Однолетние стебли собирали с трех особей в апреле. Материал фиксировали в 96 %-м спирте и глицерине. Через 7–10 дней готовили постоянные и временные препараты, которые подвергали анализу. При изготовлении препаратов была использована общепринятая в анатомии растений методика [5]. Анализ объектов проводили на световом микроскопе Микмед-5 и Микромед-1 в проходящем свете. Описание сопровождали количественными характеристиками, производя измерения с помощью винтового окуляра-микрометра МОВ-1-15.

**Результаты исследований.** Эпидерма у всех изученных сортов одно-слойная, клетки снаружи покрыты толстой кутикулой. Содержимое клеток эпидермы варьирует между темно-коричневой и темно-оранжевой окраской. В нижних междоузлиях однолетнего стебля эпидерма разрывается и начинает слущиваться. Перидерма состоит из феллемы, феллогена и феллодермы.

У сорта Живица толщина перидермы достигает 62–70 мкм. Феллема состоит из трех слоев клеток. Наружные клеточные оболочки этой ткани средне утолщенные, содержимое клеток имеет темно-коричневую окраску. Феллоген однослойный с тонкими оболочками. На поперечном сечении его клетки узкие, вытянуты в тангентальном направлении, имеют зернистую цитоплазму. Феллодерма однослойная, форма клеток вытянутая. Клеточная оболочка тонкая.

У сорта Конфитюр перидерма достигает 75–85 мкм в толщину. На поверхности перидермы в некоторых местах эпидермальные клетки слущились. Феллема состоит из 5–6 слоев клеток. Наружные слои сплющены и имеют утолщенную оболочку. Сами клетки вытянутые и их содержимое имеет темно-оранжевую окраску. Феллоген однослойный. Клетки плотно примыкают друг к другу, узкие и вытянуты в тангентальном направлении. Феллодерма двухслойная. Оболочки клеток тонкие, а сами клетки имеют вытянутую форму.

У сорта Волочаевка толщина перидермы составляет 58–63 мкм. Феллема гомогенная и состоит из четырех слоев. Клетки прямоугольной формы и вытянуты в тангентальном направлении. Наружная оболочка клеток утолщенная. Феллоген однослойный с тонкими оболочками. Клетки его прямоугольные, имеют зернистое внутреннее содержимое. Феллодерма также однослойная. Форма клеток овальная. Сами клетки с тонкими оболочками.

**Заключение.** В результате проведенных исследований анатомического строения покровных тканей можно сделать вывод о том, что функцию защиты однолетнего стебля у всех изученных сортов вишни выполняют первичные и вторичные покровные ткани. Исходя из количественных показателей, более устойчивым к морозу является сорт Конфитюр.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремин, В. М. Растительные ткани / В. М. Еремин, М. П. Жигар. – Брест : Брест. госпедин-т, 1991. – 59 с.
2. Вишня. Особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sveklon.ru/vishnya-zhivitsa>. – Дата доступа: 11.04.2022.
3. Вишня. Описание сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plodopitomnik-sad.ru/catalog/sazhentsy-vishni/vishnya/vishnya-konfityur/>. – Дата доступа: 13.04.2022.
4. Описание сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vniispk.ru/varieties/volochaevka/>. – Дата доступа: 12.04.2022.
5. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1969. – 206 с.

**К содержанию**

**А. С. ЛАПУКА, В. С. НЕСТЕРУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

## **БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ И ТОРФА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КУКУРУЗЫ**

**Актуальность.** В последнее время происходит подкисление почв из-за снижения объемов финансирования работ по проведению известкования пахотных земель. Данная проблема приводит к снижению плодородия почв. Внесение питательных смесей на основе золы приводит к увеличению содержания подвижных форм макро- и микроэлементов, улучшает щелочные характеристики гумуса [1]. Зола является дешевым источником фосфора, кальция и натрия. Повысить эффективность золы как подкормки можно за счет объединения ее с торфом. В результате грунт становится более рыхлым, уменьшается кислотность, повышается скорость вызревания компоста.

Растительный тест-объект нашего исследования – кукуруза (*Zea mays L.*). Она является одной из основных сельскохозяйственных культур в земледелии, которая обладает хорошими кормовыми, продуктивными и питательными качествами (в 1 кг зеленой массы – 78 г белка и 1,34 к. ед.). Посев кукурузы способствует высвобождению полей от сорняков, она почти не имеет вредителей и болезней по сравнению с другими культурами. Помимо сельского хозяйства, используется в пищевой и химической промышленности. Выбор объекта обусловлен высокой скоростью роста.

**Цель** – оценить влияние питательных смесей на основе золы и торфа на морфометрические параметры кукурузы.

**Материалы и методы.** Почвенные смеси формировались после тщательного перемешивания незагрязненных контрольных почв (отдел агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина) с золой (КУМПП «Кобринское ЖКХ») в различных соотношениях (таблица). Одновременно готовили варианты с торфом (производитель ОАО «Торфопредприятие «Глинка»», РБ) 10 % и 20 % по массе [2] и через пять дней вносили комплексное минеральное удобрение – нитрофоску (НРК) из расчета 40 г/м<sup>2</sup>, или 1 % [3].

По 10 семян высевали в каждый горшок в четырехкратной повторности. Затем горшки помещали в климатизированное помещение

зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина со следующими условиями: световой режим – 14 часов, освещение –  $150 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , температура – 25 °С (день) / 22 °С (ночь), относительная влажность – 65 % [4]. Горшки были расставлены в случайном порядке и поливались водопроводной водой.

Таблица – Состав почвенных смесей и кодировка

№ п/п	Код	Состав смеси
1	T10	Торф (10 %)
2	НРК	Нитрофоска (1 %)
3	T10 + НРК	Торф (10 %) и нитрофоска (1 %)
4	З	Зола (10 %)
5	З + T10	Зола (10 %) и торф (10 %)
6	З + T20	Зола (10 %) и торф (20 %)
7	З + НРК	Зола (10 %) и нитрофоска (1 %)
8	З + T10 + НРК	Зола (10 %), торф (10 %) и нитрофоска (1 %)
9	НРК0,5	Нитрофоска (0,5 %)

Растения были собраны через три недели на стадии двух-трех настоящих листьев.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel. Рассчитаны средние величины, стандартные отклонения и ошибки. Уровень достоверности был  $p < 0,05$ .

**Результаты исследований.** При внесении к кукурузе T10 и З + T10 + НРК0,5 наблюдается увеличение побега относительно контроля (28 и 21 % соответственно). В опыте З + T10 + НРК0,5 также происходит увеличение длины корня на 23 %.

Внесение НРК для кукурузы не оказало положительного влияния: длина корня снизилась на 27 %. В варианте опыта З + НРК длина корня снизилась на 72 % (почти в 2,5 раза больше, чем в опыте только с золой). Длина побега в опыте З + НРК на 28 % больше, чем в опыте только с золой.

Увеличение длины побега в вариантах З + T10 и З + T10 + НРК очень близко (24 и 27 % соответственно), поэтому улучшающей роли минеральных удобрений в данном случае не выявлено.

В варианте опыта З + T10 + НРК длина корня снижается в 4 раза быстрее, чем в опыте с золой (193 и 48 % соответственно), и в 3 раза быстрее, чем в опыте с торфом и золой (193 и 66 % соответственно).

В то же время для пониженной дозы аммофоски (НРК0,5) отмечается улучшение роста кукурузы в отношении длины вегетативных органов

(длина побега на 10 % и корня на 20 % больше, чем в опытах с 1 % аммофоски).

В опыте 3 + NPK0,5 по сравнению с опытом только с золой длина побега на 20 % больше. Однако опыты T10 + NPK0,5 и 3 + T10 + NPK0,5 характеризуются положительным приростом как относительно контроля, так и относительно опыта с золой. Так, в опыте 3 + T10 + NPK0,5 длина побега на 31 %, а длина корня на 71 % больше, чем в опыте с золой.

**Заключение.** При исследовании влияния питательных смесей на основе золы и торфа на морфометрические параметры кукурузы было выявлено, что внесение 3 + T10 + NPK0,5 положительно влияет на рост корней и побегов кукурузы.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапа, В. В. Плодородие почв Республики Беларусь, проблемы и перспективы / В. В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1 (44). – С. 7–14.

2. Колбас, А. П. Первоначальная оценка фитотоксичности золы, получаемой на объектах биоэнергетики Брестской области / А. П. Колбас [и др.] // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац. – Брэст : Альтернатыва, 2022. – С. 39–42.

3. Шеуджен, А. Х. Агрохимические основы применения удобрений / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек. – Майкоп : ПолиграфЮГ, 2013. – 571 с.

4. ISO 11269-2:2012. Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2 : Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. – 2012. – P. 19.

**К содержанию**

УДК 628.01

**С. Н. ЛЕШИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА В АТМОСФЕРУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛЯХОВИЧСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2019–2022 ГГ.**

**Актуальность.** Последствия загрязнения воздуха являются серьезной проблемой для крупных промышленных предприятий и прилегающих к ним территорий. В последние десятилетия наблюдается все более тесная

взаимосвязь развития экономики с изменениями в окружающей среде, возрастает взаимное влияние как экологии на экономическое развитие, так и результатов хозяйственной деятельности на состояние природной среды.

Проблема выброса загрязняющих веществ и отходов предприятия многогранна. С одной стороны, большинство видов отходов можно рассматривать как вторичные материальные и энергетические ресурсы, для использования и переработки которых имеются соответствующие технологии, с другой – как загрязнители атмосферного воздуха, водных ресурсов, почв, растительности в силу их токсичных и других опасных свойств.

Источники выбросов разделяют на организованные и неорганизованные. Из организованного источника загрязняющие вещества поступают в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы, трубы. К неорганизованным источникам относят автостоянки, склады горючих или сыпучих материалов и другие площадные источники [1].

На территории Ляховичского района основными предприятиями, загрязняющими атмосферу, являются такие, как ОАО «Ляховичский льнозавод», ОАО «Ляховичский консервный завод», СОАО «Ляховичский молочный завод», ОАО «Ляховичский райагросервис», ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”», ООО «Ляховичдрев Экспорт».

Анализ предоставленных данных предприятием ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и ОАО «Ляховичский льнозавод» дает возможность оценить годовые выбросы опасных веществ в атмосферу [2; 3].

**Цель** – провести мониторинг и оценку данных по выбросам оксидов азота в атмосферный воздух предприятиями ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и ОАО «Ляховичский льнозавод».

**Материалы и методы.** В исследовании были проанализированы данные акта инвентаризации выбросов оксидов азота в атмосферный воздух ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и ОАО «Ляховичский льнозавод» за 2019–2022 гг.

Применялись общие методы исследования: сравнение, описание, сравнительный анализ отчетности, статистическая обработка данных.

**Результаты исследований.** Согласно санитарной классификации, ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и ОАО «Ляховичский льнозавод» относятся к пятому классу опасности с санитарно-защитной зоной 100 м. Объекты относятся к пятой категории воздействия на атмосферный воздух.

Среди газообразных загрязняющих атмосферу веществ особое место занимают оксид азота (IV) и оксид азота (II). Данные оксиды относятся к третьему классу опасности. При анализе данных было выявлено, что общее количество выбросов находится на относительно одинаковом уровне. При этом количество выбросов оксидов увеличивается в 2019–2021 гг.

на 10 % для предприятия ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и 16 % для предприятия ОАО «Ляховичский льнозавод». Также в период с 2021 по 2022 г. наблюдается уменьшение общего количества выбросов на 7 % для предприятия ОАО «Ляховичский льнозавод» (таблица 1).

Таблица 1 – Выбросы оксида азота (II) за 2019–2022 гг. предприятиями ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и ОАО «Ляховичский льнозавод»

Год	Предприятие	
	Ляховичский льнозавод, т/год	Торфобрикетный завод «Ляховичский», т/год
2019	2,674 ± 0,0011	2,952 ± 0,007
2020	2,823 ± 0,0009	3,242 ± 0,0013
2021	3,581 ± 0,0016	3,653 ± 0,0011
2022	3,264 ± 0,0012	3,891 ± 0,0008

На основании анализируемых данных было выявлено уменьшение общего количества выбросов ОАО «Ляховичский льнозавод» на 9 % в период с 2021 по 2022 г. В ходе анализа было выявлено, что во втором квартале 2022 г. идет уменьшение общих выбросов оксидов на 36 % по сравнению с первым кварталом. При этом в четвертом квартале наблюдается увеличение выбросов на 41 % для оксида азота (II) и на 27 % для оксида азота (IV) соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Количество выбросов NO и NO<sub>2</sub> за 2022 г. предприятием ОАО «Ляховичский льнозавод»

Выбросы	1-й квартал	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал
NO	1,28 т	0,89 т	0,63 т	1,13 т
NO <sub>2</sub>	0,52 т	0,39 т	0,44 т	0,76 т

**Заключение.** 1. Проанализированы количественные сезонные изменения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и ОАО «Ляховичский льнозавод» за 2019–2022 гг.

2. Увеличение количества выбросов оксида азота (IV) и оксида азота (II) на предприятии ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» в четвертом квартале связано с увеличением заготовок объема сырья для обработки.

3. Уменьшение общего количества выбросов оксидов азота предприятием ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» во втором квартале связано с модернизацией оборудования.

4. Отмеченные концентрации выбросов летучих оксидов предприятием ОАО «Торфобрикетный завод “Ляховичский”» и ОАО «Ляховичский льнозавод» не способны нанести существенный вред здоровью людей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные нормы и правила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/W21732492p\\_1510174800.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21732492p_1510174800.pdf). – Дата доступа: 01.03.2023.
2. Ляховичский льнозавод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lzw.by/>. – Дата доступа: 25.02.2023.
3. Торфобрикетный завод Ляховичский [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.brikety.by/>. – Дата доступа: 25.02.2023.

### К содержанию

УДК 372.854

**С. Н. ЛЕШИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФОСФОРА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ**

**Актуальность.** В связи с серьезным ухудшением состояния окружающей среды одной из приоритетных задач современного образования является формирование экологической культуры. Согласно действующим учебным программам по химии, в учебный процесс должны включаться экологические элементы.

Важной задачей экологического образования и воспитания учащихся является не только выстраивание экологического мышления, но и расширение экологического сознания. Экологическое образование является одним из инструментов повышения психологической готовности личности к действиям в условиях природно-социальных рисков [1].

При изучении курса химии учителю предоставляется огромная возможность поднять важные вопросы, связанные с экологическими проблемами. Структуру курса предмета «Химия» возможно рассматривать со следующих позиций: причина загрязнения планеты в результате производственной деятельности человека; возникновение совершенно новых высокоактивных элементов и их соединений в результате химического производства; определение биогенной роли химических элементов для нормальной жизнедеятельности живых существ, в том числе и человека и т. д.

**Цель** – познакомить учащихся с важными экологическими соединениями фосфора и его химией.

**Материалы и методы.** Анализ авторских прикладных разработок по методике обучения химии. Исследование проводилось в основном

с использованием теоретических методов – изучения и анализа научно-методической и учебной литературы.

**Результаты исследований.** В рамках учебного предмета «Химия» экологические проблемы и вопросы можно изучать фактически на каждом уроке. Курс предмета «Химия» построен на принципе взаимосвязи состава, строения, свойств и различных функций веществ, их дуалистической роли в природе. Так, при знакомстве с материалом «Химия элементов» и различных химических явлений, подкрепленным экологической информацией, ученик осознает целостность и взаимосвязь окружающего мира и человека. Обретенные знания и умения становятся основой для верного осмысления и понимания экологических проблем. Это дает возможность говорить о том, что без межпредметной связи химии с экологией существование человечества в современном мире невозможно [2].

Подробно рассмотрим реализацию экологического аспекта при обучении химии на примере темы «Фосфор и его соединения». Учитель должен построить объяснение данной темы таким образом, чтобы максимально достичь результатов обучения – предметных, метапредметных, личностных. Для этого нужно четко и правильно подобрать учебный материал, при этом связав его с экологической информацией.

В результате усвоения данной темы ученик должен знать строение, свойства и роль фосфора и его соединений, уметь самостоятельно обобщать и делать выводы о свойствах и роли фосфора и его соединений, выражать готовность бережного отношения к окружающему его миру и своему здоровью.

Для достижения результатов обучения важно методически грамотно выстроить содержание темы. В первую очередь учащихся необходимо познакомить со строением атома, физическими и химическими свойствами, способами получения фосфора. Далее задача учителя – сформировать у учеников знания об основных соединениях данного элемента. Именно при изучении соединений фосфора необходимо наполнить тему экологическим содержанием. Здесь важно обратить внимание учащихся на то, что в результате промышленной деятельности человека в атмосферу планеты попадают газообразные соединения фосфора, которые отрицательно влияют на биосферу. Наибольшее количество этого оксида выбрасывается в атмосферу при производстве фосфорной кислоты. Во влажном воздухе оксид фосфора образует метафосфорную кислоту, которая затем выпадает на поверхность Земли с «кислотными дождями», которые оказывают многоплановое влияние на окружающую среду. В первую очередь губительному воздействию подвергаются водные экосистемы, почва и растительность [3].

При получении в ходе урока данной информации учащиеся самостоятельно делают вывод о том, что бесконтрольное производство фосфорсодержащих веществ и материалов в химической промышленности наносит огромный вред окружающей среде и живым системам. При этом

у учащихся формируется понимание того, что существует проблема бесконтрольного выброса газообразных отходов химической промышленности, которая требует незамедлительного решения.

При изучении химических свойств соединений фосфора необходимо использовать дополнительную познавательную информацию, имеющую экологическое содержание. Подбор такой информации осуществляется по принципам научности, практикоориентированности и экологизации образовательного процесса. Например, оксид фосфора оказывает раздражающее действие на слизистую органов дыхания и глаз. Он крайне ядовит и даже при низких концентрациях влияет на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, может вызывать поражение печени, желудочно-кишечного тракта, эндокринного аппарата. При использовании такого примера учащиеся приобретают знания о пагубном воздействии соединений фосфора на организм человека, что в дальнейшем способствует правильному обращению с веществами.

**Заключение.** В статье рассмотрены далеко не все примеры, которые можно использовать при объяснении темы «Фосфор и его соединения».

Применение при обучении химии информации экологического содержания позволяет результативнее достигать задач обучения. Также такой подход дает возможность связать теоретические знания с практикой. Обучение необходимо строить таким образом, чтобы учащиеся могли самостоятельно сделать вывод о том, что фосфор является важным химическим элементом любой живой системы, имеет огромное значение в жизнедеятельности человека, а также в промышленности [4].

Таким образом, в процессе изучения данной темы обучающиеся научатся понимать то, что от человека зависит его настоящее и будущее, сохранность природной среды, здоровье всего общества, а это и является основной задачей экологического образования и воспитания.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарипова, М. Д. Формы и методы экологического воспитания учащихся / М. Д. Зарипова // Молодой ученый. – 2014. – № 1. – С. 524–525.
2. Иноземцева, Е. В. Экологическое воспитание на уроках химии / Е. В. Иноземцева // Молодой ученый. – 2014. – № 18 (77). – С. 561–564.
3. Конспект урока на тему «Фосфор и его соединения. Аллотропия фосфора. Оксид фосфора» [Электронный ресурс] // Хостинг документов ученикам и учителям. – Режим доступа: <https://doc4web.ru/himiya/konspekt-uroka-na-temu-sera-i-ee-soedineniya-allotropiya-seri-se.html>. – Дата доступа: 13.02.2023.
4. Дерябо, С. Д. Экологическая педагогика и психология / С. Д. Дерябо, В. А. Яснин. – Ростов н/Д : Феникс : Книга, 1996. – 476 с.

**К содержанию**

**В. Ю. ЛИТВИНОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ  
ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ НА ФОНЕ  
ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ КАДМИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM*  
MOENCH.) СОРТА ВЛАДА В ПОЧВОГРУНТЕ**

**Актуальность.** Снижение пагубного влияние тяжелых металлов на растения, в том числе и на гречиху посевную, возделывание которой в Республике Беларусь в настоящее время значительно активизировалось, – одна из основных задач. Частично нивелировать действие металлов, не нанося вреда почве и растениям, могут эпикастастерон и его конъюгаты, изучение биологической активности которых проводится в БрГУ имени А. С. Пушкина [1].

**Цель** – анализ совместного влияния ионов кадмия с эпикастастероном и его конъюгатами на морфометрические показатели гречихи посевной сорта Влада при выращивании ее в почвогрунте в лабораторных условиях.

**Материалы и методы.** Для проведения лабораторного эксперимента использовали три соединения (24-эпикастастерон, 2-моносалицилат 24-эпикастастерона и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона) в трех концентрациях:  $10^{-10}$ ,  $10^{-9}$  и  $10^{-8}$  М. Семена гречихи посевной сорта Влада сначала замачивались на 5 часов в растворах трех стероидных препаратов в трех указанных выше концентрациях и затем проращивались в растительных на смоченной водой фильтровальной бумаге по стандартной методике [2]. После того как семена наклюнулись для дальнейшего проведения работы, их высаживали в небольшие горшки с землей. Для высадки семян использовался универсальный почвогрунт «Хозяин», который предварительно просеивался для избавления от комков. В каждый горшок сеяли по пять семян, на каждый вариант использовали четыре сосуда, распределенные рендомизированно. В одном варианте для полива использовали дистиллированную воду, а в других вариантах – одинаковые объемы раствора нитрата кадмия в концентрации  $10^{-4}$  М. Таким образом, с учетом контроля общее количество сосудов, помещенных в пластиковые поддоны, составило 44 штуки. Гречиху выращивали в лабораторных условиях до начала цветения с целью получения большей вегетативной массы для анализа содержания фотосинтетических пигментов, а затем растения извлекали из почвогрунта, промывали и проводили необходимые

измерения. Статистическую обработку всех результатов проводили по общепринятым методикам биологической статистики согласно П. Ф. Рокицкому [3] с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Эпикастастерон и его конъюгаты оказали на гречиху посевную на фоне действия ионов кадмия в основном положительное влияние, но величина эффекта зависела от используемой концентрации стероидных соединений.

ЭК положительно повлиял на высоту растений во всех концентрациях (рисунок 1). Максимальное положительное значение (+30 %) по отношению к контролю только с нитратом кадмия наблюдалось при использовании раствора ЭК с концентрацией  $10^{-10}$  М. При использовании раствора S23 наблюдался прирост для концентрации  $10^{-10}$  М. Растворы с концентрациями  $10^{-8}$  и  $10^{-9}$  М также дали положительный эффект, но более слабый. При использовании S31 наблюдался примерно одинаковый прирост во всех концентрациях. На массу растений положительное влияние оказали все использованные растворы, но лучше всего проявил себя эпикастастерон. Привес наблюдался во всех использованных концентрациях ЭК. Наименьшая масса проростков отмечалась при использовании растворов S23 в концентрациях  $10^{-8}$  и  $10^{-9}$  М. При использовании S31 была видна положительная динамика массы растений при увеличении концентрации раствора (рисунок 1).

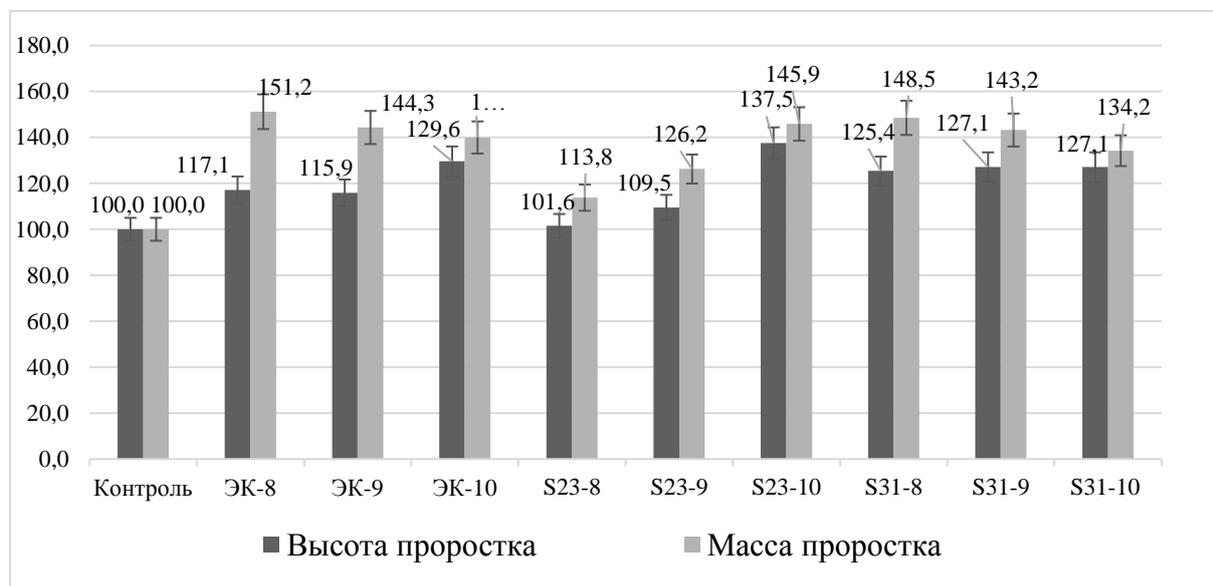


Рисунок 1 – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на высоту и массу проростков гречихи посевной сорта Влада, % относительно ионов кадмия

Влияние использованных растворов на массу и длину корешка было неоднозначно. На длину корня используемые соединения оказали в целом

положительное действие. Но наблюдались и отрицательные показатели по отношению к контролю при использовании растворов S23 в концентрациях  $10^{-10}$  и  $10^{-8}$  М и S31 –  $10^{-10}$  М (рисунок 2).

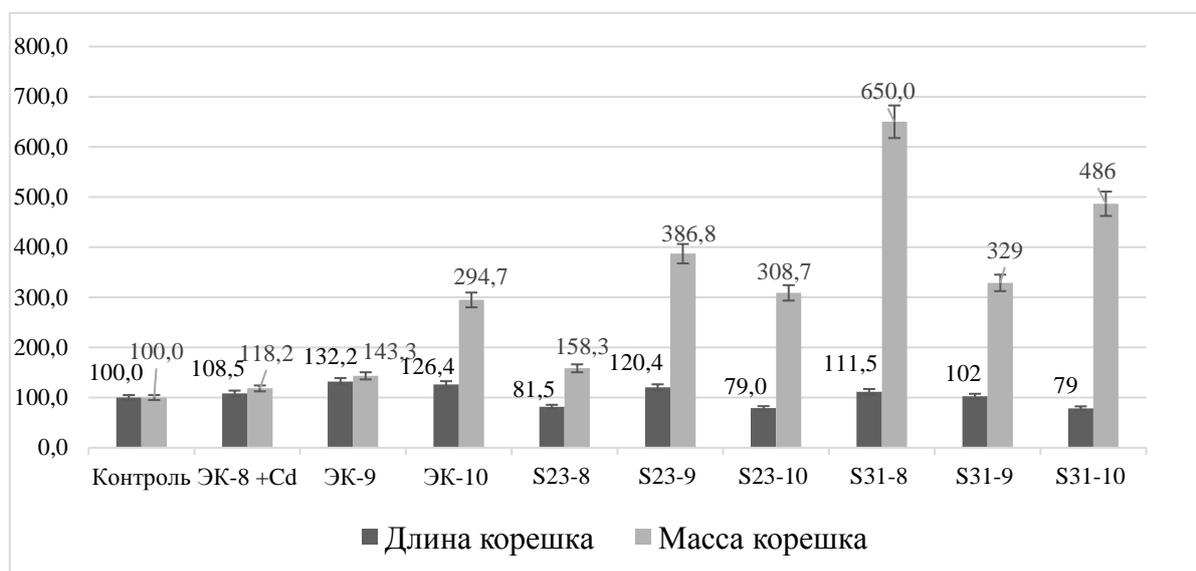


Рисунок 2 – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на длину и массу корешков гречихи посевной сорта Влада, % относительно ионов кадмия

Масса корня имела положительную динамику при использовании конъюгатов ЭК. Заметное увеличение массы дало применение раствора S31 в концентрациях  $10^{-10}$  и  $10^{-8}$  М. S23 оказывал сильно выраженное положительное влияние в виде растворов с концентрациями  $10^{-10}$  и  $10^{-9}$  М. Действие самого эпикастастерона было не столь значительно.

**Заключение.** В результате проделанной работы можно сделать вывод о том, что на фоне сильно выраженного подавляющего действия ионов кадмия на надземную часть и длину корешков наиболее выраженное положительное влияние оказал ЭК во всех концентрациях. Массу корней значительно увеличивал S31, но это может быть связано с очень низкими значениями данного показателя в контроле и малой повторностью опыта.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологическая активность brassinosterоидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.
2. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.
3. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

#### К содержанию

**Н. А. ЛИТВИНОВА**

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

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

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ *GENISTA GERMANICA* L.**

**Актуальность.** В результате потепления климата и увеличения антропогенной нагрузки на природу происходит изменение видового состава флоры и ареалов отдельных видов растений. Для понимания характера, темпов и особенностей этой динамики важно изучить степень влияния различных факторов на распространение видов растений. Климат является одним из ведущих факторов.

*Genista germanica* L. – средневропейский неморальный вид, малочисленный в Беларуси и подлежащий охране. Для сохранения и увеличения белорусской популяции *G. germanica* имеет большое значение исследование его экологических и географических особенностей.

**Цель** – выявление степени пригодности обитаний по комплексу климатических факторов (потенциального климатического ареала) *G. germanica* и оценка вклада климатических факторов, оказывающих наибольшее влияние на распространение данного вида.

**Материалы и методы.** Для выявления эколого-климатической ниши *G. germanica* нами было проведено моделирование географического распространения данного вида методом максимальной энтропии с помощью программы MaxEnt. Моделирование по выявлению эколого-климатической ниши *G. germanica* проводилось с использованием 19 биоклиматических переменных (BIOCLIM), усредненных за временной интервал 1950–2000 гг.

Для проведения моделирования были подготовлены файлы, содержащие координаты местонахождений *G. germanica*. Данные о местонахождении вида были получены из литературных источников [1–10] и гербариев (MSK, MSKU) Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины.

**Результаты исследований.** В результате экологического моделирования с помощью программы MaxEnt нами была получена картосхема, показывающая степень пригодности обитаний *G. germanica* по комплексу климатических факторов. На картосхеме (рисунок) оттенками зеленого цвета обозначена территория, пригодная по своим климатическим характеристикам для произрастания данного вида. Для *G. germanica* приемлемы климатические условия значительной части Европы. Для обитания данного

вида непригодны большая часть Пиренейского и Скандинавского полуостровов, юг Балканского полуострова, практически вся территория России. Климатические условия могут позволить ареал. Это подчеркивает значимость и других факторов (исторического, почвенного, антропогенного) на географическое распространение вида.

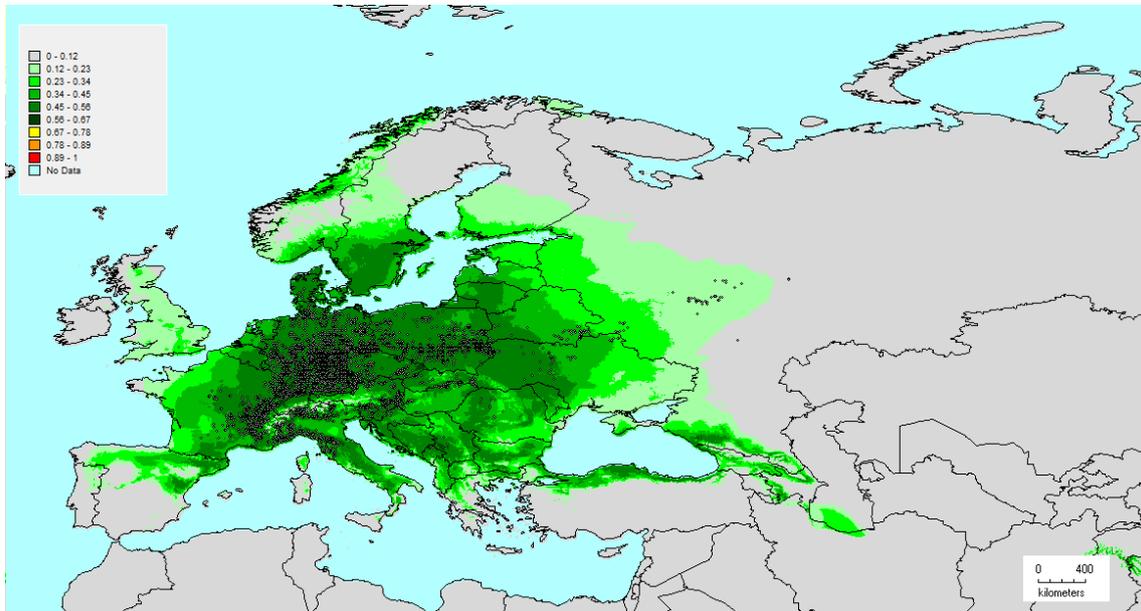


Рисунок – Потенциальный климатический ареал *G. germanica*

Территория Беларуси по своим климатическим особенностям пригодна для произрастания *G. germanica*. Степень комфортности климата возрастает по направлению с юго-запада на северо-восток. Наибольшее количество местообитаний *G. germanica* сосредоточено на территории Гомельской области, но наиболее благоприятен для данного вида климат Брестской и Гродненской областей.

Jackknife-тест показывает вклад переменных в построение модели. В результате его анализа можно прийти к выводу, что на распространение *G. germanica* оказывает влияние сочетание климатических характеристик, однако больший вклад в построение модели внесли среднегодовая температура воздуха (bio1), средняя температура наиболее холодного квартала (bio11), минимальная температура самого холодного периода (bio6).

В результате моделирования нами была получена таблица важности переменной. В этой модели наиболее важными переменными для прогнозирования распространения *G. germanica* являются bio14 (осадки в самый засушливый период), bio6 (минимальная температура самого холодного периода), bio4 (сезонность температуры).

По результатам моделирования можно сделать вывод о том, что на географическое распространение *G. germanica* влияют следующие климатические факторы:

- 1) среднегодовая температура воздуха;
- 2) температура в холодный период года;
- 3) осадки в самый засушливый период;
- 4) температурный режим в течение года.

**Заключение.** *G. germanica* в западной части Европы имеет обширный потенциальный климатический ареал. Современный ареал *G. germanica* меньше, чем полученный с помощью экологического моделирования. Вероятно, это связано с влиянием на распространение данного вида исторического и эдофического факторов. На распространение *G. germanica* влияет сочетание климатических факторов. Ограничивает продвижение вида на север и восток слишком низкая для вида температура, особенно в зимний период.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. GBIF [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.gbif.org>. – Date of access: 23.11. 2022.
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 445 с.
3. Козловская, Н. В. Хорология флоры Белоруссии / Н. В. Козловская, В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1972. – 299 с.
4. Пачоский, И. К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И. К. Пачоский. – СПб. : Тип. В. Демакова, 1899. – 115 с.
5. Михайловская, В. А. Флора Полесской низменности / В. А. Михайловская. – Минск : Изд-во АН БССР, 1953. – 453 с.
6. Парфенов, В. И. Флора Белорусского Полесья / В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1983. – 242 с.
7. Флора УРСР. Т. VI / А. І. Барбарич [та ін.] ; под ред. Д. К. Зерова. – Київ : Вид-во АН УРСР, 1964. – 612 с.
8. Vascular plants of Hungary online database [Electronic resource]. – Mode of access: <http://floraatlasz.uni-sopron.hu>. – Date of access: 20.01. 2023.
9. Flora republicae popularis Romanicae. Vol. 6. – Bucuresti : Academia republicii populare Romîne, 1957. – 554 p.
10. Flora Polski. Atlas-roślin [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.atlas-roslin.pl>. – Date of access: 22.01.2023.

**К содержанию**

**М. А. ЛУКЪЯНЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. Г. Демянчик, старший преподаватель

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ЗИМУЮЩИХ  
НЕВОРОБЬИНООБРАЗНЫХ ПТИЦ Г. ЖАБИНКИ  
И ЕЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ В ЗИМНИЙ СЕЗОН 2022–2023 ГГ.**

**Актуальность.** Увеличение площадей современных малых городов существенно опережает рост численности населения. Одновременно на этих территориях происходит смена естественных мест обитания птиц под действием антропогенных и техногенных факторов. Урбанизированные экосистемы характеризуются различной степенью биоразнообразия, сложностью и мозаичностью входящих в них биотопов.

Целью зимних учетов птиц является изучение закономерностей пространственной и временной изменчивости населения птиц и ежегодное обследование птичьего населения для мониторинга его естественных флюктуаций и направленных изменений. Оценка структуры и динамики этой группы фауны имеет теоретическое и практическое значение в сфере регионального природопользования.

**Цель** – оценить видовой состав и встречаемость зимующих неворобьинообразных птиц г. Жабинки и окрестностей зимой 2022–2023 гг.

**Материалы и методы.** Места проведения учетов – г. Жабинка, а также находящиеся в окрестностях города рыбхоз «Соколово» и водохранилище Визжар.

Изучение орнитофауны проводилось с использованием методов маршрутных и точечных учетов [1–5]. Определение видов проводилось при помощи фотосъемки с использованием определителей и консультаций [1; 2; 4]. Для описания встречаемости были использованы следующие обозначения: Е – единичный (1–4 пары, особей, колоний), ОР – очень редкий (соответственно 5–10), Р – редкий (11–30), М – малочисленный (31–90), О – обычный (91–200), МЧ – многочисленный (201–400), МА – массовый (больше 400) [5].

**Результаты исследований.** В результате учетов орнитофауны в зимний период 2022–2023 гг. была установлена зимовка 35 видов неворобьинообразных птиц (таблица).

Неворобьинообразные птицы г. Жабинки относились к 12 семействам и 12 отрядам. Наибольшим видовым разнообразием были представлены следующие семейства: *Anatidae* – 9 видов, *Accipitridae* – 7 видов, *Picidae* – 5 видов, *Laridae* – 4 вида птиц.

Таблица 1 – Зимующие неворобьинообразные г. Жабинки и окрестностей в зимний сезон 2022–2023 гг.

№ п/п	Вид	Встречаемость (количество)		
		г. Жабинка	Рыбхоз «Соколово»	Водохранилище Визжар
1	Гоголь обыкновенный ( <i>Vesperhala clangula</i> )	–	М [50]	О [100]
2	Кряква ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	М [35]	МА [1000]	МА [450]
3	Большой крохаль ( <i>Mergus merganser</i> )	–	Р (14)	ОР (7)
4	Лебедь-кликун ( <i>Cygnus cygnus</i> )	–	Е (3)	–
5	Лебедь-шипун ( <i>Cygnus olor</i> )	ОР (6)	Р (22)	Р (19)
6	Утка серая ( <i>Anas strepera</i> )	–	Е (2)	–
7	Чернеть хохлатая ( <i>Aythya fuligula</i> )	–	Р (12)	Р (21)
8	Чернеть морская ( <i>Aythya marila</i> )	–	–	Е (1)
9	Шилохвость ( <i>Anas acuta</i> )	–	Е (4)	–
10	Куропатка серая ( <i>Perdix perdix</i> )	Е (3)	–	–
11	Цапля большая белая ( <i>Casmerodius albus</i> )	–	ОР (6)	Е (1)
12	Цапля серая ( <i>Ardea cinerea</i> )	–	ОР (10)	Е (2)
13	Баклан большой ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	Е (4)	ОР (7)	ОР (10)
14	Лунь полевой ( <i>Circus cyaneus</i> )	–	Е (3)	Е (1)
15	Лунь болотный ( <i>Circus aeruginosus</i> )	–	Е (1)	–
16	Зимняк ( <i>Buteo lagopus</i> )	Е (1)	Е (3)	Е (4)
17	Канюк обыкновенный ( <i>Buteo buteo</i> )	ОР (6)	Е (4)	ОР (5)
18	Орлан-белохвост ( <i>Haliaeetus albicilla</i> )	–	Е (1)	–
19	Ястреб-перепелятник ( <i>Accipiter nisus</i> )	ОР (8)	Е (3)	Е (1)
20	Ястреб-тетеревятник ( <i>Accipiter gentilis</i> )	Е (4)	–	Е (2)
21	Пустельга обыкновенная ( <i>Falco tinnunculus</i> )	–	Е (1)	–
22	Лысуха ( <i>Fulica atra</i> )	–	Е (3)	Е (3)
23	Чайка озерная ( <i>Larus ridibundus</i> )	Е (3)	Р (15)	ОР (7)
24	Чайка серебристая ( <i>Larus argentatus</i> )	–	Р (30)	ОР (9)
25	Чайка сизая ( <i>Larus canus</i> )	–	ОР (6)	Е (3)
26	Хохотунья ( <i>Larus cachinnans</i> )	–	Е (1)	–
27	Голубь сизый ( <i>Columba livia</i> )	МЧ [300]	М [35]	М [50]
28	Горлица кольчатая ( <i>Streptopelia decaocto</i> )	М [40]	Е (3)	–
29	Сова ушастая ( <i>Asio otus</i> )	Е (1)	–	–
30	Зимородок обыкновенный ( <i>Alcedo atthis</i> )	–	Е (2)	–
31	Дятел малый ( <i>Dendrocopos minor</i> )	–	Е (1)	–
32	Дятел пестрый ( <i>Dendrocopos major</i> )	Р (13)	Р (11)	Е (4)
33	Дятел сирийский ( <i>Dendrocopos syriacus</i> )	Е (1)	–	–
34	Дятел средний ( <i>Dendrocopos medius</i> )	–	Е (2)	–
35	Желна ( <i>Dryocopus martius</i> )	Е (3)	Е (2)	–

Анализ видового состава показал, что среди неворобьинообразных птиц г. Жабинки на зимовке в 2022–2023 гг. зарегистрировано 15 видов птиц (из 8 отрядов и 8 семейств), на территории рыбхоза «Соколово» была установлена зимовка 30 видов (10 отрядов и 10 семейств), а на водохранилище Визжар – 20 видов птиц (8 отрядов и 8 семейств).

Среди 35 видов зимующих неворобьинообразных птиц было установлено семь видов, включенных в последнее издание Красной книги Республики Беларусь: *Mergus merganser*, *Anas acuta*, *Circus cyaneus*, *Haliaeetus albicilla*, *Falco tinnunculus*, *Larus canus*, *Alcedo atthis*. Также на зимовке были отмечены *Aythya marila* и *Circus aeruginosus*.

Наибольшее количество регистраций было зафиксировано у *Anas platyrhynchos* (около 1485 особей). Наименьшее – у *Aythya marila*, *Circus aeruginosus*, *Haliaeetus albicilla*, *Falco tinnunculus*, *Larus cachinnans*, *Asio otus*, *Dendrocopos minor* и *Dendrocopos syriacus* (по одной регистрации).

**Заключение.** В результате оценки видового состава и встречаемости зимующих неворобьинообразных птиц г. Жабинки и окрестностей зимой 2022–2023 гг. была установлена зимовка 35 видов птиц, относящихся к 12 семействам и 12 отрядам, семь видов из которых включены в Красную книгу Республики Беларусь. Наибольшее количество регистраций было зафиксировано *Anas platyrhynchos* (около 1485 особей). Восемь видов птиц были зарегистрированы всего одинажды. Наибольшим видовым разнообразием зимующих неворобьинообразных птиц характеризовалась территория рыбхоза «Соколово» (30 видов, относящихся к 10 семействам и 10 отрядам).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демянчик, В. Т. Позвоночные животные Беларуси : учеб.-метод. пособие / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2015. – 139 с.
2. Вязович, Ю. А. Дикие утки Белоруссии / Ю. А. Вязович. – Минск : Выш. шк., 1973. – 128 с.
3. Демянчик, В. Т. Структура фаунистических комплексов позвоночных животных естественных и техногенных прибрежных сообществ Выгонощанской группы озер / В. Т. Демянчик, В. В. Демянчик // Беловежская пуца. Исследования. – 2020. – № 17. – С. 85–100.
4. Никифоров, М. Е. Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнезд и яиц / М. Е. Никифоров, Б. В. Яминский, Л. П. Шкляр. – Минск : Выш. шк., 1989. – 480 с.
5. Птицы Бреста: общие сведения : монография / В. Т. Демянчик [и др.] ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Полес. аграр.-экол. ин-т НАН Беларуси. – Брест : БрГУ, 2022. – 210 с.

#### К содержанию

**М. А. ЛУКЪЯНЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. Г. Демянчик, старший преподаватель

## **ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ PASSERIFORMES НА ЗИМОВКЕ 2022–2023 ГГ. В Г. БРЕСТЕ И ОКРЕСТНОСТЯХ**

**Актуальность.** Поселения человека можно рассматривать как измененные и преобразованные природные ландшафты. Урбанизированные экосистемы характеризуются различной степенью биоразнообразия, сложностью и мозаичностью входящих в них биотопов. В городе складываются специфические орнитокомплексы, которые отличаются по своему составу и экологическим характеристикам от таковых природных экосистем. На урбанизированных территориях птиц зимой привлекает наличие пищевых отходов, множество укрытий, более мягкий микроклимат, отсутствие хищников. По этим причинам ряд видов птиц предпочитают зимовать в них.

**Цель** – оценить структуру видового состава птиц отряда воробьинообразных (Passeriformes) г. Бреста и его окрестностей в период зимы 2022–2023 гг.

**Материалы и методы.** Использовались маршрутные и точечные учеты [1–5]. Идентификация видов проводилась с использованием фотоаппарата, определителей, а также консультаций [1; 2; 4]. Встречаемость и распространение видов приводились для территорий научных стационаров Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси [5].

Научные стационары, расчетно-планировочные и административные районы г. Бреста: 1) северо-запад (6,7 км<sup>2</sup>), Ленинский р-н г. Бреста, Катин Бор, Речица, Дубровка; 2) северо-восток (6,7 км<sup>2</sup>), Московский р-н г. Бреста, Березовка, Задворцы; 3) Запад (6,7 км<sup>2</sup>), Ленинский р-н г. Бреста, Центр, Волынка – Гершоны, Вулька; 4) Старый центр (6,7 км<sup>2</sup>), Ленинский р-н г. Бреста, Центр, Киевка; 5) Новый центр (6,7 км<sup>2</sup>), Московский р-н г. Бреста, Киевка, Восток, Ковалево; 6) Восток (6,7 км<sup>2</sup>), Московский р-н г. Бреста, Восток, Вычулки; 7) Юг (6,7 км<sup>2</sup>), Московский р-н г. Бреста, Волынка – Гершоны, Вулька, Ковалево.

**Результаты исследования.** В результате учетов орнитофауны в зимний период 2022–2023 гг. была установлена зимовка 36 видов воробьинообразных (Passeriformes) птиц (таблица). В таблице использованы следующие сокращения: типы станций – древесные (древес.), луговые (луг.), минеральные (минер.), водные (водн.), технические (техн.); описание встречаемости: Е – единичный (1–4 пары, особей, колоний), ОР – очень редкий (5–10), Р – редкий (11–30), М – малочисленный (31–90), О – обычный (91–200), МЧ – многочисленный (201–400), МА – массовый (больше 400).

Таблица – Зимующие воробьинообразные (Passeriformes) г. Бреста и окрестностей в 2022–2023 гг.

№ п/п	Вид птиц	Встречаемость (средняя численность особей)	Количество стационаров	Тип станций
1	<i>Galerida cristata</i>	ОР (8)	1	Луг., минер.
2	<i>Bombycilla garrulus</i>	МЧ [350]	6	Древес., техн.
3	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Е (4)	2	Луг., древес.
4	<i>Erithacus rubecula</i>	Е (2)	1	Древес.
5	<i>Turdus pilaris</i>	МЧ [400]	4	Древес., луг., техн.
6	<i>Turdus merula</i>	Р [20]	4	Древес., луг., техн., минер.
7	<i>Turdus iliacus</i>	Е (1)	1	Древес., луг.
8	<i>Turdus viscivorus</i>	Р [15]	2	Древес., луг.
9	<i>Regulus regulus</i>	ОР (5)	1	Древес.
10	<i>Panurus biarmicus</i>	Е (4)	2	Древес., водн.
11	<i>Aegithalos caudatus</i>	О [150]	4	Древес., луг.
12	<i>Parus palustris</i>	О [150]	4	Древес., техн.
13	<i>Parus montanus</i>	О [100]	5	Древес., техн.
14	<i>Parus cristatus</i>	М [60]	3	Древес.
15	<i>Parus ater</i>	М [40]	3	Древес., водн.
16	<i>Parus caeruleus</i>	МА [1500]	7	Древес., водн., луг., техн.
17	<i>Parus major</i>	МА [3000]	7	Древес., водн., луг., техн.
18	<i>Sitta europaea</i>	О [100]	5	Древес., техн.
19	<i>Certhia familiaris</i>	М [40]	3	Древес.
20	<i>Lanius excubitor</i>	Е (2)	2	Древес., луг.
21	<i>Garrulus glandarius</i>	М [35]	4	Древес., вод., луг., техн., минер.
22	<i>Pica pica</i>	Р [20]	4	Древес., луг., технич.
23	<i>Corvus monedula</i>	МА [3000]	7	Древес., вод., луг., техн., минер.
24	<i>Corvus frugilegus</i>	МА [5000]	7	Древес., луг., техн., минер.
25	<i>Corvus cornix</i>	МА [450]	7	Древес., водн., луг., техн., минер.
26	<i>Corvus corax</i>	Е (3)	1	Древес., луг.
27	<i>Sturnus vulgaris</i>	Р [20]	2	Луг., техн.
28	<i>Passer domesticus</i>	МА [2000]	6	Древес., луг., техн., минер.
29	<i>Passer montanus</i>	МА [5000]	7	Древес., водн., луг., техн., минер.
30	<i>Chloris chloris</i>	О [100]	3	Древес., луг., техн.
31	<i>Spinus spinus</i>	МЧ [400]	4	Древес., техн.,
32	<i>Carduelis carduelis</i>	О [100]	3	Древес., луг., техн.
33	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	М [90]	3	Древес., луг., техн.
34	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Р [15]	3	Древес., техн.
35	<i>Miliaria calandra</i>	Е (2)	1	Техн.
36	<i>Emberiza citrinella</i>	О [200]	5	Древес., луг., техн., минер.

Как видно из таблицы, птицы отряда воробьинообразных относились к 17 семействам. Наибольшим видовым разнообразием были представлены следующие семейства: *Paridae* – 6 видов, *Corvidae* – 6 видов, *Fringillidae* – 5 видов, *Turdidae* – 4 вида. Три из 36 зимующих видов отряда г. Бреста включены в последнее издание Красной книги Республики Беларусь: хохлатый жаворонок (*Galerida cristata*), усатая синица (*Panurus biarmicus*), просянка (*Miliaria calandra*). Также на зимовке отмечена зарянка (*Erithacus rubecula*) и скворцы (*Sturnus vulgaris*). Наибольшим видовым разнообразием были представлены древесные станции – 33 вида. Луговые – 23 вида, технические – 23, минеральные – 9 и водные – 8 видов птиц. Наибольшее количество регистраций было зафиксировано у полевого воробья (*Passer montanus*) и грача (*Corvus frugilegus*) – около 5000 особей, а наименьшее – у просянки (*Miliaria calandra*), зарянки (*Erithacus rubecula*) и сорокопута серого (*Lanius excubitor*) – две регистрации, белобровика (*Turdus iliacus*) – одна регистрация.

Были выделены пять типов станций обитания птиц: древесные (33 вида), луговые (23), технические (23), минеральные (9) и водные (8).

**Заключение.** В результате учета зимующих видов птиц отряда воробьинообразных (Passeriformes) г. Бреста и его окрестностей в зимний период 2022–2023 гг. была установлена зимовка 36 видов птиц, относящихся к 17 семействам отряда, три вида из которых включены в последнее издание Красной книги Республики Беларусь. Наибольшее количество регистраций было зафиксировано у полевого воробья (*Passer montanus*) и грача (*Corvus frugilegus*) – около 5000 особей, а наименьшее – у белобровика (*Turdus iliacus*) – одна регистрация. Также были выделены пять типов станций обитания птиц: древесные (33 вида), луговые (23), технические (23), минеральные (9) и водные (8).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демянчик, В. Т. Позвоночные животные Беларуси : учеб.-метод. пособие / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2015. – 139 с.
2. Вязович, Ю. А. Дикie утки Белоруссии / Ю. А. Вязович. – Минск : Выш. шк., 1973. – 128 с.
3. Демянчик, В. Т. Структура фаунистических комплексов позвоночных животных естественных и техногенных прибрежных сообществ Выгонщанской группы озер / В. Т. Демянчик, В. В. Демянчик // Беловежская пуца. Исследования. – 2020. – № 17. – С. 85–100.
4. Никифоров, М. Е. Птицы Белоруссии : справочник-определитель гнезд и яиц / М. Е. Никифоров, Б. В. Яминский, Л. П. Шкляр. – Минск : Выш. шк., 1989. – 480 с.

5. Птицы Бреста: общие сведения : монография / В. Т. Демянчик [и др.] ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Полес. аграр.-экол. ин-т НАН Беларуси. – Брест : БрГУ, 2022. – 210 с.

### **К содержанию**

УДК 574.21

**А. Р. МАГТЫМГУЛЫЕВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. БРЕСТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ САЛАТА АЙСБЕРГ**

**Актуальность.** Процессы урбанизации, помимо определенных социальных выгод, несут в себе значительную угрозу для окружающей среды. Даже при соблюдении всех норм невозможно избежать техногенного воздействия различной природы и интенсивности на территории города. Наиболее опасные последствия подобного влияния испытывает почвенный покров. Способность к аккумуляции загрязняющих веществ делает данную среду депо различных ксенобиотиков. При этом реально действенных методов очистки почв на настоящий момент не существует.

Для оценки и мониторинга состояния почвенного покрова разработано большое количество методик, среди которых наиболее распространены лабораторно-инструментальные. При этом фактические значения инструментального определения тех или иных показателей не дают четкого понимания экологического состояния почв. Поскольку почва – это сложная многофазная система, знание о количестве и перечне содержащихся в ней ксенобиотиков далеко не всегда способствует пониманию тех сложных путей миграции и трансформации в ней загрязнителей и последствий для изменения основного почвенного свойства – ее плодородия.

Более объективную информацию об экологическом состоянии почв можно получить при использовании живых объектов, существующих в тесном контакте с данной средой и испытывающих непосредственное ее влияние. Одним из методов, основанных на подобном принципе, является фитоиндикация, т. е. регистрация реакций растения на изменение условий окружающей среды. Существует большое количество специально подобранных растений для этих целей – тест-объектов, однако поиск новых индикативных объектов является весьма актуальным направлением.

**Методика исследования.** Работа выполнялась на базе кафедры ботаники и экологии в 2022 г. Объектом исследования послужили почвы некоторых территорий г. Бреста с различной техногенной нагрузкой. Всего было исследовано 20 почвенных образцов, среди которых почвы придорожных, дворовых, рекреационных территорий, некоторых объектов промышленности.

В качестве тест-объекта нами был использован салат Айсберг, двудольная культура семейства крестоцветных. Данная культура отличается быстрым ростом и требовательна к условиям возделывания, что делает ее потенциально перспективным тест-объектом для фитотестирования почв.

Для опыта использовали пластиковую емкость 12 × 22 см, где готовили почвенную пластинку массой 50 г воздушно-сухой почвы. Почву увлажняли дистиллированной водой до кашицеобразного состояния и накрывали фильтровальной бумагой, на которую равномерно распределяли семена салата в количестве 50 штук. Регистрацию показателей производили на 14-й день эксперимента. В качестве регистрируемых показателей использовали всхожесть и длину проростков тест-культуры.

**Результаты и их обсуждение.** В целом в результате проведенной работы выявлено выраженное отрицательное влияние на количество нормально проросших семян салата во всех вариантах городских почв (рисунок). Наиболее высокий показатель всхожести (76,7 %) был зафиксирован в контрольном почвенном образце, представляющем собой почву культурного агрозема с известными показателями содержания потенциально токсичных металлов ниже ПДК и высоким содержанием гумуса.

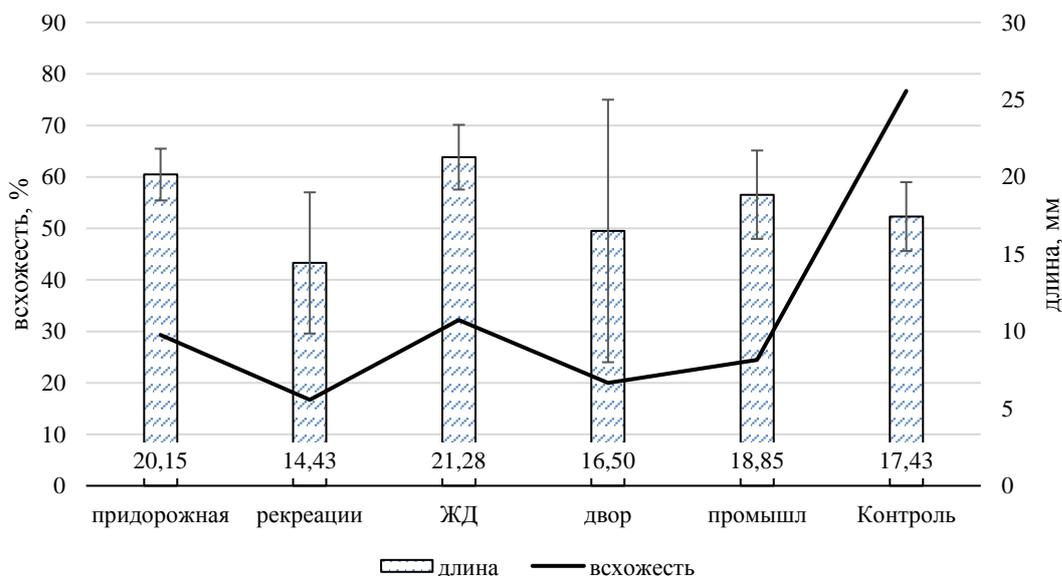


Рисунок – Всхожесть и длина проростков салата Айсберг в условиях почв г. Бреста с различной техногенной нагрузкой

Относительно более высокий показатель всхожести отмечен нами для почв объектов железнодорожной инфраструктуры и придорожных почв – 32,2 и 29,3 % соответственно, что было существенно ниже результата в контроле. Необычно, что наиболее неблагоприятные условия для роста тест-культуры складывались в почвах, относящихся к рекреационным и дворовым территориям (16,7 и 20,0 %). В целом всхожесть тест-культуры отличалась заметной реакцией на различные условия почв изучаемых территорий, что позволяет рассматривать данный признак как индикативный для исследований фитотоксичности почв.

Схожие тенденции отмечены нами и при анализе данных по показателю длины проростков (рисунок). Так, в вариантах с почвами рекреационных и дворовых территорий длина проростков была наименьшей – 14,4 и 16,5 мм. При этом следует отметить очень большую ошибку средней арифметической, что связано с большим варьированием признака ввиду различных условий, складывающихся непосредственно на территории.

Также обращает на себя внимание тот факт, что средняя длина проростков в вариантах с почвами промышленных объектов, придорожных и особенно железнодорожных территорий превышала значения, полученные в контрольном образце, на 5,9 %, 17,6 %, 23,5 %.

Анализ сопряженности регистрируемых данных показал отрицательную связь, но она была слабой. Это свидетельствует о том, что в условиях техногенного влияния отмечается тенденция к снижению количества нормально проросших семян, но проростки при этом отличаются более выраженным ростом в длину. К сожалению, нами не регистрировался такой признак, как масса проростков, однако визуально проростки вне контроля были более тонкими и слабыми, что может свидетельствовать об их этиолировании в условиях техногенного стресса.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о неблагоприятности сложившихся условий на изучаемых территориях, а также показывают рациональность использования салата Айсберг в качестве тест-культуры ввиду его индикативности по такому признаку, как всхожесть.

### **К содержанию**

**А. В. МЕЛЮХ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТА С КИСЛОТАМИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АМАРАНТА ТРЕХЦВЕТНОГО**

**Актуальность.** Амарант – это одно из самых популярных растений в мире, известное своими декоративными и пищевыми свойствами. Он является одним из немногих растений, способных справляться с плохой почвой и неблагоприятными условиями выращивания, поэтому пользуется большой популярностью среди садоводов и огородников. Амарант отличается от других культур высокой продуктивностью, устойчивостью к стрессовым факторам окружающей среды, хорошими кормовыми показателями. Кроме устойчивости к стрессовым факторам, для любого культурного растения остается актуальным вопрос повышения его продуктивности. У амаранта вся вегетативная часть используется в качестве корма и пищи, а значит, существует необходимость в улучшении параметров роста листьев и стебля. Для этого могут быть использованы гормоны, участвующие в регуляции клеточного деления и роста клеток [1].

Брассиностероиды (БС) являются гормонами растений, которые стимулируют рост пыльцевых трубок, дифференциацию ксилемы, контролируют форму листьев и рост корней, воздействуют на систему рецепции ауксинов и биосинтез этилена. Классически БС считаются гормонами устойчивости высших растений к стрессовым условиям [2].

**Цель** – изучение влияния 24-эпикастастерон (ЭК) и его конъюгата 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) на морфометрические параметры амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал в условиях лабораторного эксперимента.

**Материалы и методы.** Для определения оптимальных концентраций стероидных соединений, оказывающих наибольшее влияние на рост и развитие амаранта трехцветного (*Amaranthus tricolor* L.) сорта Бразильский карнавал в лабораторных условиях, были использованы ЭК и его конъюгат S23, синтезированные в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси. Выбор сорта определен тем, что применять такой сорт можно в солитерной посадке. Он хорошо проявляет себя и в группах, причем оба варианта рекомендованы в первую очередь для газонов. Сажать Бразильский карнавал допускается в рабатки и миксбордеры. В этих случаях его используют на заднем плане.

Для оценки воздействия БС на рост и развитие амаранта был использован диапазон концентраций  $10^{-11}$  –  $10^{-7}$  М. Проращивание проводили согласно ГОСТ 24933.0-81 [3]. Все опыты проводились в четырехкратной повторности. На 10-е сутки определялись морфометрические параметры, а именно длина корня и побега [4].

**Результаты исследований.** Проведенные исследования показали, что действие раствора ЭК в концентрациях  $10^{-11}$ – $10^{-8}$  приводило к увеличению длины корня и побега амаранта трехцветного по сравнению с контрольными растениями (таблица).

Таблица – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры начальных этапов роста амаранта трехцветного

Вариант опыта	Корень		Побег	
	Длина, мм	% к контролю	Длина, мм	% к контролю
Эпикастастерон (ЭК)				
Контроль	14,19 ± 0,75		24,05 ± 0,81	
$10^{-11}$ М	19,85 ± 0,91*	139,9	27,59 ± 0,86**	114,7
$10^{-10}$ М	19,56 ± 0,91*	137,8	23,45 ± 0,75	97,5
$10^{-9}$ М	16,66 ± 0,72*	117,4	24,23 ± 0,80	100,7
$10^{-8}$ М	19,44 ± 0,74*	137,0	26,13 ± 0,80	108,6
$10^{-7}$ М	10,39 ± 0,58*	73,2	18,10 ± 0,65*	75,3
2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23)				
Контроль	14,19 ± 0,75		24,05 ± 0,81	
$10^{-11}$ М	22,97 ± 0,86**	161,9	25,54 ± 0,87	106,2
$10^{-10}$ М	23,90 ± 0,82**	168,4	27,16 ± 0,78**	112,9
$10^{-9}$ М	21,55 ± 0,94**	151,9	21,2 ± 1,0	88,1
$10^{-8}$ М	20,09 ± 0,89*	141,6	24,39 ± 0,94	101,4
$10^{-7}$ М	21,54 ± 0,73**	151,8	24,01 ± 0,99	99,8

Примечание – \* – достоверно при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ .

Значительное увеличение длины корня и побега было получено при действии на растения ЭК в концентрации  $10^{-11}$  М. Так, длина корня увеличилась на 39,9 %, а побега – на 14 %.

Воздействие ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М также приводило к увеличению длины корня и побега. По сравнению с контрольным опытом длина корня увеличилась на 37 %, а побега на 8,6 %.

Действие ЭК в концентрации  $10^{-10}$  М привело к увеличению длины корня на 37,8 % и к незначительному уменьшению длины побега (на 2,5 %). При воздействии на растение ЭК в концентрации  $10^{-7}$  М наблюдалось уменьшение длины стебля и корня на 26,8 и 24,7 % соответственно (таблица).

При обработке семян раствором S23 и дальнейшем проращивании у растений амаранта трехцветного наблюдалось увеличение длины корня во всех вариантах опыта (таблица). Длина побега также увеличилась, но в некоторых случаях наблюдалось незначительное уменьшение его длины по сравнению с контрольными растениями.

При воздействии раствора S23 в концентрации  $10^{-11}$  М длина корня увеличилась на 61,9 %, а побега на 6,2 %. Использование S23 в концентрации  $10^{-9}$  М также привело к увеличению длины корня на 51,9 % и побега на 11,9 %. При действии на растения S23 в концентрациях  $10^{-8}$  М и  $10^{-7}$  М длина корней увеличилась на 41,6 % и 51,8 %, длина побегов уменьшилась на 1,4 % и 0,2 %.

Действие S23 в концентрации  $10^{-10}$  М привело к наибольшему изменению морфометрических параметров растения амаранта трехцветного. Длина корня увеличилась на 68,4 %, а побега на 12,9 % (таблица).

**Заключение.** Таким образом, по результатам лабораторного опыта можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными концентрациями исследуемых БС, оказывающими наибольший достоверный эффект на морфометрические параметры амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал, являются 24-эпикастастерон в концентрации  $10^{-11}$  М и его конъюгат 2-моносалицилат 24-эпикастастерон в концентрации  $10^{-10}$  М.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высочина, Г. И. Амарант (*Amaranthus L.*): химический состав и перспективы использования (обзор) // Химия раст. сырья. – 2013. – № 2. – С. 5–14.
2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский // АН Беларуси, Ин-т биоорг. химии. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – С. 75–89.
3. Семена цветочных культур. Правила приемки и методы отбора проб. Межгосударственный стандарт: ГОСТ 24933.0-81. – Введ. 01.10.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 23 с.
4. Дышко, В. Н. Агрохимические методы исследований : учеб.-метод. пособие / В. Н. Дышко, В. В. Дышко, П. В. Романенко. – Смоленск : ФГБОУ ВПО «Смолен. ГСХА», 2014. – 48 с.

**К содержанию**

**Д. И. МИСЮЛЯ, Е. А. ХАЛЕЦКИЙ, М. А. РИНКЕВИЧ**

Брест, средняя школа № 24 г. Бреста

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЬДЕГИДОВ В ПРОДУКТАХ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

**Актуальность.** Одна из важнейших характеристик полимерных материалов – химическая инертность по отношению к тому, что упаковано в такой материал, которая имеет и обратную сторону – крайне длительные сроки деструкции в природных условиях. В то же время их широкое внедрение в повседневную жизнь обуславливает другую проблему, а именно большие темпы накопления полимерных отходов в окружающей среде. В связи с этим разрабатываются новые подходы их переработки. Однако не все из них являются экологически безопасными. В данном случае речь идет о таком подходе, как сжигание полимерных отходов.

**Цель** – выявить альдегиды в продуктах, образовавшихся при окислительной термической деструкции (ОТД) двух широко распространенных полимеров: полиэтилена низкого давления (ПНД) и полиэтилентерефталата (ПЭТ).

**Материалы и методы.** Полимерные отходы подвергались окислительной термической деструкции, а газы, образующиеся при этом, пропускались через водную ловушку (объем воды 250 см<sup>3</sup>). Электропроводность растворов измеряли датчиком ЭПР-1 (мСм/см<sup>2</sup>). Оптическая плотность определялась датчиком ОП-1. Адсорбцию проводили на активированном угле (500 мг на 250 см<sup>3</sup> раствора). Альдегиды определяли реактивом Шиффа (фуксинсернистая кислота). Статистическая достоверность оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** После окончания процесса ОТД двух полимеров были получены два раствора, которые, на первый взгляд, отличались друг от друга. Так, в случае ПЭТ в системе образовывались нерастворимые в воде частицы, плотность которых была меньше плотности воды. В случае же ПЭТ таких частиц не наблюдалось, имело место лишь кольцо воскоподобных веществ выше уровня воды в колбе.

Учитывая специфический запах в обоих случаях, а также данные литературных источников о присутствии в продуктах окислительной термической деструкции ПЭТ довольно большого (до 80 %) количества ацетальдегида [1, с. 287], было принято решение провести качественный анализ на присутствие альдегидов в двух растворах. Реактив Шиффа,

окрашивающийся в присутствии альдегидов в фиолетовый цвет, получали по методике [2, с. 105]. Испытание двух растворов реактивом Шиффа показало, что не только в случае растворов от ПЭТ, но и от ПНД присутствуют заметные количества альдегидов.

Далее, для установки различий в содержании альдегидов в двух растворах к 20 мл каждого раствора добавили 10 мл фуксинсернистой кислоты и ровно через 20 минут сняли показания оптической плотности в каждом исследуемом случае (таблица 1).

Таблица 1 – Оптическая плотность растворов продуктов ОТД ПНД и ПЭТ после испытания их реактивом Шиффа

ПНД		ПЭТ	
Измерение	Оптическая плотность (ед. опт. плотн.)	Измерение	Оптическая плотность (ед. опт. плотн.)
1	0,2228	1	0,2314
2	0,2192	2	0,2295
3	0,2140	3	0,2315
4	0,2155	4	0,2381
5	0,2098	5	0,2379
Среднее	0,2163 ± 0,005*	Среднее	0,2337 ± 0,004*
Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,1$ .			

Полученные данные свидетельствуют о преимущественном содержании альдегидов в растворе, образованном при ОТД ПЭТ. В то же время различия в оптической плотности не столь существенны.

Ранее было показано [3], что продукты ОТД ПЭТ оказывают фитотоксическое действие на семена фасоли. Учитывая сильно отличающийся характер этого эффекта в ПЭТ- и ПНД-группах (в последнем случае показатель всхожести мало отличался от контроля) и почти одинаковое содержание альдегидов в двух случаях, можно предположить, что альдегиды не влияют на показатель всхожести семян. В более ранней работе [4] наблюдалось схожее явление.

В связи с вышеизложенным остается открытым вопрос: если не альдегидами, то какими веществами был ингибирован рост семян фасоли в случае ПЭТ-группы? [3]. Об образовании иных веществ в процессе ОТД полимеров можно судить по изменению электропроводности до и после процесса адсорбции (таблица 2). Существенного вклада в эту величину от альдегидов ждать не стоит в силу того, что последние не являются электролитами и не обуславливают электрическую проводимость раствора.

Таблица 2 – Показатель электропроводности растворов газов от ПЭТ до и после адсорбции

До адсорбции		После адсорбции	
Измерение	Электропроводность, мСм/см <sup>2</sup>	Измерение	Электропроводность, мСм/см <sup>2</sup>
1	0,9290	1	0,8990
2	0,9295	2	0,8995
3	0,9310	3	0,8990
4	0,9310	4	0,8975
5	0,9308	5	0,9003
Среднее	0,9303 ± 0,0008*	Среднее	0,8991 ± 0,0009*
Примечание – * – достоверно при P ≤ 0,001.			

**Заключение.** На основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Растворы веществ, полученных при ОТД ПНД и ПЭТ содержат значительные количества альдегидов. При этом разница между двумя полимерами едва заметна. Тем не менее небольшое преобладание альдегидов в случае ПЭТ можно объяснить более сложным, чем у ПНД, составом мономеров.

2. Более высокий показатель электропроводности раствора от ПЭТ до адсорбции указывает на то, что в растворе имеются другие вещества, увеличивающие этот показатель (при этом альдегиды не оказывают на него влияния в силу своей химической природы). Вероятно, источник ингибирования ростовых процессов следует искать в этой группе веществ.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мадорский, С. Термическое разложение органических полимеров / С. Мадорский. – М. : Мир, 1967. – 325 с.

2. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учеб. пособие для вузов / В. И. Фадеева [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. – М. : Высш. шк., 2001. – 463 с.

3. Мисюля, Д. И. Оценка токсичности продуктов окислительной термической деструкции полиэтилена низкого давления и полиэтилен-терефталата [Электронный ресурс] / Д. И. Мисюля // Междунар. вестн. науки и образования. – 2022. – № 10. – С. 135–138. – Режим доступа: <https://iisi.science/mn24.pdf>. – Дата доступа: 20.01.2023.

4. Сергиенко, Л. И. Материалы к обоснованию предельно допустимой концентрации ацетальдегида в почве / Л. И. Сергиенко // Гигиена и санитария. – 1984. – № 2. – С. 71–74.

**К содержанию**

**Д. А. МИХАЛЬЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДА ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ С КИСЛОТАМИ НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ ГОРОХА ПОСЕВНОГО (*PISUM SATIVUM* L.)**

**Актуальность.** Биологически активные вещества играют особую роль в растениеводстве. Они обладают исключительно широким спектром биологического действия и способны влиять на различные морфометрические и физиолого-биохимические параметры растений. Применение биологически активных веществ, к числу которых относятся brassinosteroids, позволяет регулировать следующие процессы растительных организмов: рост корней, стебля, листьев, продолжительность цветения, состояние фотосинтетического аппарата, а также формирование защитных систем. В связи с этим исследования влияния brassinosteroids на сельскохозяйственные культуры являются актуальными.

**Цель** – выявить влияние различных концентраций brassinosteroida 24-эпикастастерона (ЭК) и его производных тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) и 2-моносалицилата 24-эпикастастерона (S23) на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного.

**Материал и методы.** Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Объекты исследования – 24-эпикастастерон (ЭК), тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) и 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23). Тест-объект – горох посевной сорта Соломанка. Для обработки семян гороха использовались растворы ЭК, S31 и S23 в концентрациях  $10^{-7}$  М,  $10^{-8}$  М и  $10^{-9}$  М. Воздействие на семена осуществлялось путем их замачивания в течение 5 часов в растворах исследуемых соединений. В контроле семена замачивали в воде. Далее семена проращивали в термостате при  $t = 20$  °С. На вторые сутки, после достижения корешками длины 1,5–2 см, материал фиксировали в спиртуксусном (3 : 1) фиксаторе. Материал выдерживали в фиксаторе при комнатной температуре в течение 12 часов, затем помещали в холодильник и хранили при температуре 1–3 °С до момента приготовления препаратов. Окрашивание и приготовление препаратов проводили стандартным ацетоорсеиновым методом. Анализ цитологических препаратов проводили под микроскопом Микмед-5 при

увеличении  $15 \times 40$ . Статистическую обработку осуществляли при помощи программы Microsoft Excel. В качестве показателя митотической активности использовался митотический индекс, который рассчитывался как доля делящихся клеток от общего числа проанализированных клеток и выражался в промилле (‰).

**Результаты исследований.** Данные о влиянии 24-эпикастастерона (ЭК) на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного приведены на рисунке 1. Как следует из рисунка 1, при увеличении концентрации ЭК с  $10^{-9}$  М до  $10^{-8}$  М наблюдается повышение активности клеток меристемы (по сравнению с контролем). Однако при концентрации  $10^{-7}$  М митотическая активность резко снижается и митотический индекс становится ниже значения контроля.

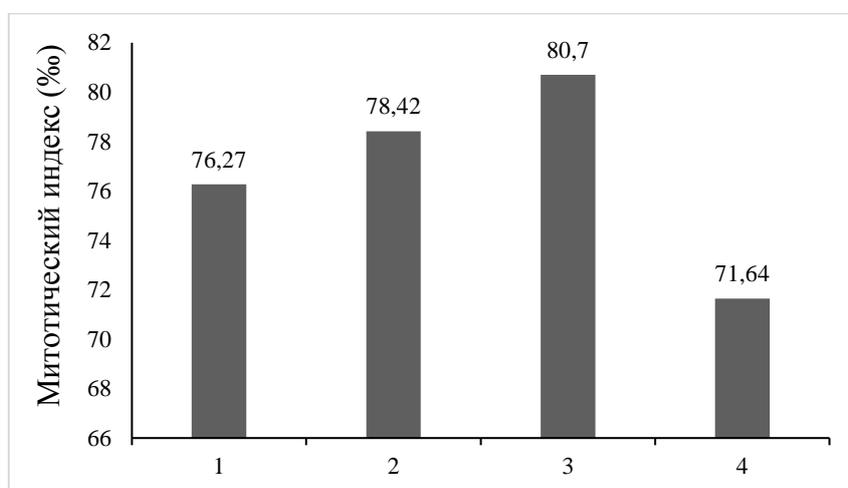


Рисунок 1 – Влияние 24-эпикастастерона (ЭК) в разных концентрациях на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного: 1 – контроль; 2 –  $10^{-9}$  М; 3 –  $10^{-8}$  М; 4 –  $10^{-7}$  М

Данные о влиянии тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного приведены на рисунке 2. Как следует из рисунка 2, при увеличении концентрации S31 с  $10^{-9}$  М до  $10^{-8}$  М наблюдается резкое повышение значений митотической активности (по сравнению с контролем), однако при концентрации  $10^{-7}$  происходит небольшое снижение. Следует отметить, что во всех трех вариантах опыта, которые соответствуют концентрациям  $10^{-9}$  М,  $10^{-8}$  М и  $10^{-7}$  М, значения митотического индекса превышают контроль.

Данные о влиянии 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного приведены на рисунке 3. Как следует из рисунка 3, при увеличении концентрации S23 с  $10^{-9}$  до  $10^{-7}$  М наблюдается плавное снижение значений

митотического индекса, за исключением концентрации  $10^{-9}$  М, где значение митотического индекса превышает контроль.

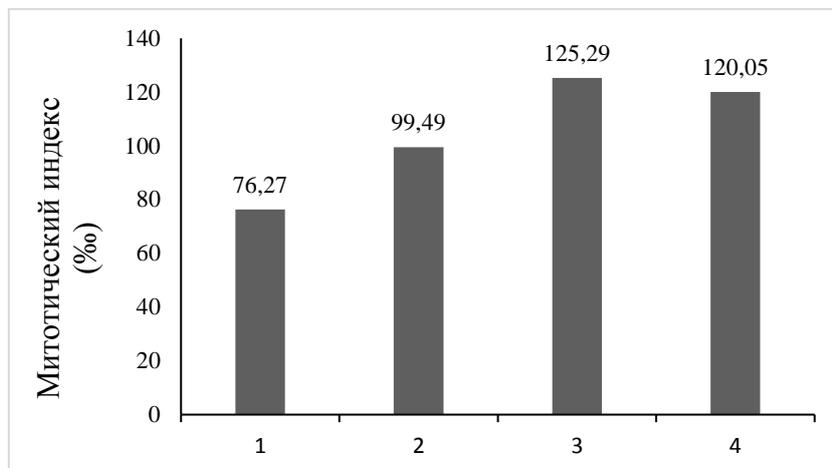


Рисунок 2 – Влияние тетраиндолилацетата 24-эпикастостерона (S31) в разных концентрациях на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного: 1 – контроль; 2 –  $10^{-9}$  М; 3 –  $10^{-8}$  М; 4 –  $10^{-7}$  М

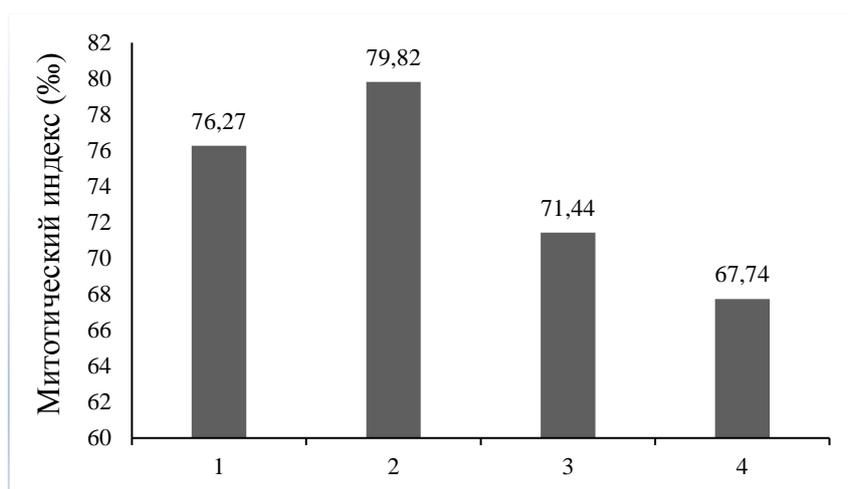


Рисунок 3 – Влияние 2-моносалицилат 24-эпикастостерона (S23) в разных концентрациях на митотическую активность клеток корневой меристемы гороха посевного: 1 – контроль; 2 –  $10^{-9}$  М; 3 –  $10^{-8}$  М; 4 –  $10^{-7}$  М

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что brassinosteroid 24-эпикастостерон (ЭК) и его конъюгаты с кислотами тетраиндолилацетат 24-эпикастостерона (S31) и 2-моносалицилат 24-эпикастостерона (S23) в концентрациях  $10^{-7}$  М,  $10^{-8}$  М и  $10^{-9}$  М оказывают влияние на митотическую активность, снижая (ЭК,  $10^{-7}$  М; S23,  $10^{-8}$  и  $10^{-7}$  М) либо повышая значения митотического индекса (ЭК,  $10^{-9}$  и  $10^{-8}$  М; S31, все исследуемые концентрации; S23,  $10^{-9}$  М).

**К содержанию**

УДК 576(476)

**Н. С. НАУМЕНКО**

Мозырь, МГПУ имени И. П. Шамякина

Научный руководитель – Н. А. Лебедев, канд. с.-х. наук, доцент

**МЕРИСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЛЕЩА ОБЫКНОВЕННОГО  
*ABRAMIS BRAMA* (LINNAEUS, 1758) В Р. ДНЕПР  
(В ПРЕДЕЛАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Актуальность.** Лещ обыкновенный относится к семейству карповых *Cyprinidae* (Fleming, 1822) и является одной из широко распространенных видов рыб водоемов Беларуси [1–3]. Нет его лишь в небольших быстрых речках с холодной водой и некоторых мелких озерах [1]. При определении видовой принадлежности рыб, а также при изучении их внутривидового разнообразия широко используются меристические (счетные) признаки рыб. К ним относятся количество лучей в D, количество лучей в A, количество лучей в P, количество лучей в V, количество чешуй в боковой линии и др. Перечисленные выше меристические признаки устойчивы, формируются на ранних этапах онтогенеза, в последующем не меняются, для них характерна закономерная внутривидовая изменчивость, зависящая от экологических условий существования.

Исследования меристических признаков *Abramis brama* в р. Днепр (в пределах Гомельской области) были проведены свыше 60 лет назад [1]. За этот длительный период времени произошли климатические и гидрологические изменения, усилилась антропогенная нагрузка на водоемы, в том числе со стороны рыболовов-любителей. В бассейны белорусских рек проникли новые инвазивные виды рыб (ротан-головешка, бычок-кругляк и др.), снизилась доля ценных в промысловом отношении видов рыб [4]. В изменившихся условиях существования меристические признаки леща в р. Днепр (в пределах Гомельской области) не исследовались.

**Цель** – определение основных меристических признаков *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в р. Днепр (в пределах Гомельской области) и сравнение полученных данных с более ранними исследованиями других авторов.

**Материалы и методы.** Отловы рыб проведены в июле-августе 2022 г. в р. Днепр (в пределах Гомельской области). Всего было отловлено 24 особи леща фидерной снастью. Правилами любительского рыболовства (утверждены Указом Президента Республики Беларусь от 21.07.2021 № 284) промысловая мера для леща не установлена [5]. Определение меристических признаков проводилось по общепринятым в ихтиологии методикам [6].

Статистическая обработка данных осуществлялась по стандартной методике в программе Microsoft Excel 2019.

**Результаты исследования.** По данным М. Kottelat, для леща обыкновенного характерны следующие меристические признаки: количество чешуй в боковой линии 51–60, количество лучей в А 23–30 [7].

Данные по меристическим признакам леща обыкновенного из Днепра в июле-августе 2022 г. в сравнении с данными П. И. Жукова [1] и Н. А. Лебедева (р. Припять) [8] представлены в таблице.

Таблица – Характеристика основных меристических признаков леща обыкновенного *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) из р. Днепр (в пределах Гомельской области), июль-август 2022 г.

Признак	Собственные данные, р. Днепр, июль-август 2022 г.				Данные П. И. Жукова, бассейн Днепра [1]		Данные Н. А. Лебедева, нижнее течение р. Припяти, август 2021 г. [8]	
	min-max	M ± m	σ	Cv, %	min-max	M ± m	min-max	M ± m
<b>Меристические признаки</b>								
Количество ветвистых лучей в D	9–11	9,96 ± 0,1	0,4	4,0	8–10 (11)	9,11 ± 0,05	9 (10)	9,03 ± 0,03
Количество ветвистых лучей в А	23–28	25,92 ± 0,3	1,4	5,4	(21) 22–28 (30)	25,08 ± 0,14	23–27	25,27 ± 0,18
Количество ветвистых лучей в Р	15–17	15,8 ± 0,1	0,7	4,4	(14) 15–17 (18)	15,91 ± 0,10	–	–
Количество ветвистых лучей в V	8–9	8,4 ± 0,1	0,5	6,0	8 (9)	8,01 ± 0,5	–	–
Количество чешуй в боковой линии	12–14	12,75 ± 0,2	0,8	6,3	12–14	–	12–14	12,90 ± 0,09
	50–56	52,71 ± 0,3	1,5	2,8	49–56 (58)	52,75 ± 0,17	51–57	53,47 ± 0,30
	7–8	7,25 ± 0,1	0,4	5,5	6–8	–	6–8	6,70 ± 0,10

Из данных таблицы следует, что меристические признаки для леща, обитающего в р. Днепр (в пределах Гомельской области), в целом близки к исследованиям П. И. Жукова [1] и Н. А. Лебедева [8]. По данным Л. С. Берга [3], для леща обыкновенного, обитающего в Невской губе, характерны следующие меристические признаки: боковая линия (50) 51–60 (в среднем 55,2), А (23) 24–30 (в среднем 27,4). Таким образом, для северных популяций леща характерны более высокие средние значения меристических признаков. Это связано с тем, что в более холодной воде возрастает

вязкость и плотность, что, в свою очередь, отражается на движении рыб в воде и на особенностях строения плавников. Данная закономерность подтверждена на большом количестве экспериментального материала, собранного ихтиологами. Как отмечает В. С. Кирпичников [9], коэффициенты изменчивости количества лучей в плавниках карповых рыб обычно не превышают 6 %. По нашим данным, коэффициенты изменчивости числа ветвистых лучей в парных и непарных плавниках также не превышали 6 % (таблица).

**Заключение.** Лещ обыкновенный в р. Днепр (в пределах Гомельской области) характеризуется следующими меристическими признаками: количество лучей в D 9–11 (в среднем  $9,96 \pm 0,1$ ), в A 23–28 (в среднем  $25,92 \pm 0,3$ ), в P 15–17 (в среднем  $15,8 \pm 0,1$ ), в V 8–9 (в среднем  $8,4 \pm 0,1$ ); боковая линия  $50\frac{12-14}{7-8}56$  (в среднем  $52,71 \pm 0,3$ ). В целом полученные нами данные по меристическим признакам для леща обыкновенного близки к аналогичным данным других авторов [1; 8].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.
2. Костоусов, В. Г. О разнокачественности популяций леща водоемов Беларуси / В. Г. Костоусов, В. К. Ризевский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / под общ. ред. М. М. Радько. – Минск : РУП «Ин-т рыб. хоз-ва», 2010. – Вып. 26. – С. 183–206.
3. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л. С. Берг. – 4-е изд., испр. и доп. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1949. – Ч. 2. – С. 592–928.
4. Ризевский, В. К. Динамика видового состава и структуры фаунистических комплексов рыб Беларуси за обозреваемый исторический период / В. К. Ризевский // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси : сб. ст. XI Зоол. Междунар. науч.-практической конференции, приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Беларусь, Минск, 1–3 нояб. 2017 г. Т. 1 / редкол.: О. И. Бородин [и др.]. – Минск : Изд. А. Н. Вараксин, 2017. – С. 342–351.
5. О рыболовстве и рыболовном хозяйстве [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 21 июля 2021 г., № 284. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/P32100284\\_1627419600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/P32100284_1627419600.pdf). – Дата доступа: 19.01.2023.
6. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
7. Kottelat, M. Handbook of European Freshwater Fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. – Berlin, 2007. – 646 p.

8. Лебедев, Н. А. Морфометрическая характеристика леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в нижнем течении р. Припяти / Н. А. Лебедев // Весн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна. – 2022. – № 1 (59). – С. 29–33.

9. Кирпичников, В. С. Генетические основы селекции рыб / В. С. Кирпичников. – Л. : Наука, 1979. – 392 с.

### К содержанию

УДК 911.375.5:004.031.42

**А. В. НЕСТЕРОВИЧ, М. С. ЖУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Токарчук, канд. геогр. наук, доцент

## **РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ КАТАЛОГОВ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДСКОГО ПАРКА (НА ПРИМЕРЕ ГГ. БРЕСТ И СТОЛИН)**

**Актуальность.** В настоящее время большинство исследователей сходятся во мнении, что город представляет собой сложный социокультурный феномен, который фактически невозможно охарактеризовать однозначно.

**Цель** – разработать методику создания интерактивных каталогов зеленых насаждений городских ландшафтно-рекреационных территорий и апробировать ее на примере городских парков Бреста и Столина.

Объектом исследования является основной городской парк г. Бреста (парк культуры и отдыха) и г. Столина (парк «Маньковичи»).

**Материалы и методы.** При проведении данного исследования применялись методы различных научных направлений: географические (описательный, картографический и др.), математические и информационные, геоинформационные (ГИС-технологий, ГИС-анализа и др.), собственные полевые исследования и др.

Информационной базой исследования является научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях, материалы научных конференций, официальные интернет-сайты, результаты собственных полевых исследований.

**Результаты исследований.** *Интерактивные каталоги* – это информационные системы, состоящие из тематических разделов, позволяющих объединить иллюстрации и текстовую часть с интерактивной картой. Информация в веб-каталоге представлена в четкой, иерархически структурированной форме [1].

В результате реализации серий исследований по изучению крупных ландшафтно-рекреационных территорий Бреста и Столина было накоплено большое количество различных видов информации (геолокализованной,

фотографической, описательной, статистической и др.). Большое значение придавалось накопленной информации о зеленых насаждениях парков, так как чаще всего данные сведения представлены в простых списках-перечнях родов и видов растений, произрастающих в парках, дополненных в отдельных случаях фотографическим материалом. Значительным недостатком исследований и инвентаризации зеленых насаждений городов является преимущественное отсутствие географической привязки. Другими словами, по многим городским паркам можно найти сведения об их зеленых насаждениях, но нельзя увидеть, где точно они расположены.

Также одной из проблем является доступность к подобным спискам зеленых насаждений. Многие научные коллективы выполняют разного типа научно-исследовательские работы, проводят инвентаризацию, описание и каталогизацию зеленых насаждений, но данный материал остается в самих научных работах и не доступен широкому кругу пользователей.

Для объединения зеленых насаждений городских парков и их наглядного представления были разработаны алгоритмы создания нескольких типов разных по виду и значению интерактивных каталогов с использованием облачной платформы картографирования ArcGIS Online. Разработка интерактивных каталогов, в отличие от печатных, часто оказывается более эффективной, так как они могут содержать обширный список ссылок на другие сайты, а также позволяют совершенствовать и своевременно дополнять существующие материалы недостающей информацией. Информация в интерактивном каталоге всегда представлена в четкой, иерархически структурированной форме.

Для создания веб-каталогов можно использовать разные шаблоны ArcGIS Online, в частности Story map Journal, Story map Series и ArcGIS StoryMaps. Каждый из представленных шаблонов имеет свои отличительные особенности. Выбор типа шаблона обусловлен содержанием каталогов и дальнейшим направлением их использования. Кроме того, функционал данных шаблонов позволяет выполнять самые разные каталоги по структурному и типовому содержанию, дизайну, наполнению и др.

В работе предлагается методика создания двух типов каталогов:

- 1) простых каталогов с набором иллюстраций и описательного текста для отображения координатно непривязанной информации;
- 2) сложных каталогов с набором местоположений на основе использования картографической подложки, описательного текста и иллюстративного материала.

Например, для парка «Маньковичи» был реализован интерактивный каталог «Древесные виды парка “Маньковичи”» [2]. Данный каталог реализован с использованием шаблона ArcGIS StoryMaps и включает:

- 1) титульную страницу, которая содержит название и подназвание каталога; фотографию одного из древесных видов парка;

2) описательный раздел, в котором приводятся основные сведения о парке, указания на то, что он является ботаническим памятником природы республиканского значения, веб-карта, отображающая его местоположение в пределах г. Столина;

3) простой интерактивный каталог, который включает в себя два блока: фотоколлаж древесного вида, состоящий из крупной фотографии, изображающей древесный вид издали, отдельных фотографий ствола, листьев, и название и описание данного древесного вида (рисунок).

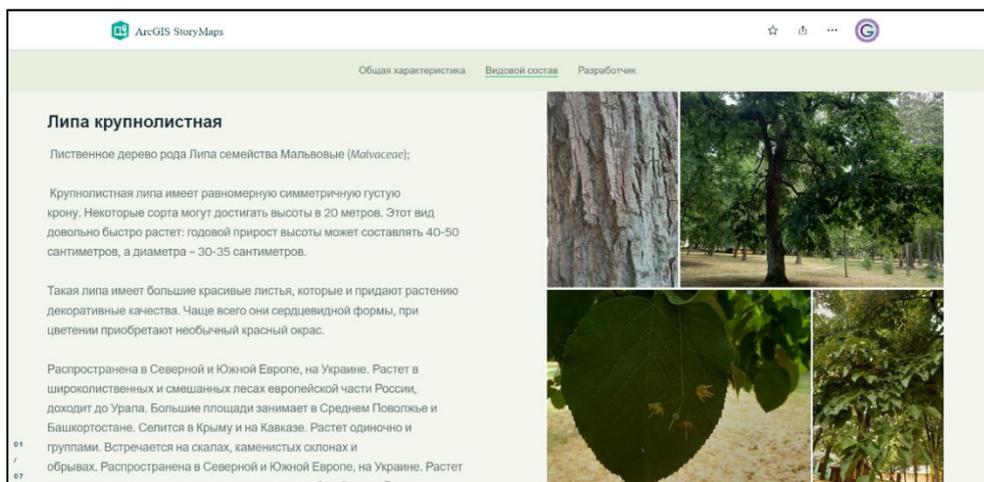


Рисунок 1 – Веб-приложение «Древесные виды парка Маньковичи»

Для территории г. Бреста был создан сложный веб-каталог «Хвойные виды парка культуры и отдыха г. Бреста» [3]. Данный каталог является картографическим, так как фотоколлаж древесных видов и их описание в нем привязаны к интерактивной карте. Это позволяет не только познакомиться с древесными видами парка, но и точно знать, где они расположены.

**Заключение.** Таким образом, разработанные алгоритмы прошли апробацию на примере двух городских парков и могут быть использованы для других городских парков.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полячок, Т. С. Разработка и создание учебных веб-каталогов / Т. С. Полячок, С. М. Токарчук // ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы респ. науч.-практ. семинара, Минск, 18 нояб. 2020 г. – Минск : БГУ, 2020. – С. 114–118.

2. Древесные виды парка «Маньковичи» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcg.is/1zSKWj>. – Дата доступа: 10.02.2023.

3. Хвойные виды парка культуры и отдыха Бреста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcg.is/1mO40m0>. – Дата доступа: 10.02.2023.

**К содержанию**

**В. С. НЕСТЕРУК, О. Н. ФРАНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СМЕСЕЙ ЗОЛЫ С ПОЧВЕННЫМИ ДОБАВКАМИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОДНОЛЕТНЕГО**

**Актуальность.** Высокие и устойчивые урожаи культурных растений в условиях Республики Беларусь возможны лишь при применении научно обоснованной системы применения удобрений. Для питания растений используют различные виды минеральных и органических удобрений, важнейшими из которых являются древесная зола и торф.

Зола – минеральный остаток, образующийся при сжигании разнообразных органических веществ. Состав золы различен. Азота в ней практически нет, но содержится до 30 элементов, необходимых растениям. Зола является калийно-фосфорно-известковым удобрением. Кроме калия, фосфора и извести, она содержит незначительное количество серы, магния и других элементов. Поскольку особенностью золы является отсутствие азота, многие авторы рекомендуют обогащать ее перед внесением комплексными минеральными удобрениями (NPK) [1].

Развитые страны активно переходят на альтернативное земледелие, в основе которого лежит применение органических удобрений, и экономику замкнутого цикла, позволяющую восстанавливать используемые ресурсы. Одним из наиболее распространенных природных ресурсов, используемых в качестве органического удобрения, является торф, который относится к возобновляемым ресурсам [2].

**Цель** – оценить влияние смесей золы с почвенными добавками на морфометрические параметры подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.).

**Материалы и методы.** Почвенные смеси формировались после тщательного перемешивания незагрязненных контрольных почв (отдел агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина) с золой (КУМПП «Кобринское ЖКХ») в соотношении от 90 : 10 %. Данный фитотоксичный порог был выявлен на предыдущем этапе [3]. Одновременно готовили варианты с торфом (торф фрезерный верховой «Янтарь Полесья» – рН 3,0–4,5, производитель ОАО «Торфопредприятие «Глинка», РБ) 10 % и 20 % по массе. Через пять дней вносили комплексное минеральное удобрение – аммофоску (NPK) – из расчета 40 г/м<sup>2</sup>, или 1 % [4] (таблица 1).

В качестве тест-объекта была выбрана культура с повышенной биомассой – подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.).

Таблица 1 – Состав почвенных смесей и кодировка

№ п/п	Код	Состав смеси
1	К	Контроль
2	T10	Торф (10 %)
3	NPK	Аммофоска (1 %)
4	T10 + NPK	Торф (10 %) и аммофоска (1 %)
5	З	Зола (10 %)
6	З + T10	Зола (10 %) и торф (10 %)
7	З + T20	Зола (10 %) и торф (20 %)
8	З + NPK	Зола (10 %) и аммофоска (1 %)
9	З + T10 + NPK	Зола (10 %), торф (10 %) и аммофоска (1 %)

Для проведения анализа по 10 семян высевали в каждый горшок в четырехкратной повторности. Затем горшки помещали в климатизированное помещение зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина со следующими условиями: световой режим – 14 часов, освещение –  $150 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , температура  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  (день) /  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  (ночь), относительная влажность – 65 % [5]. Горшки были расставлены в случайном порядке и поливались водопроводной водой. Растения были собраны через три недели на стадии двух-трех настоящих листьев.

**Результаты исследований.** Проведен анализ данных длин побегов и корней подсолнечника однолетнего (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние золы и почвенных добавок на длину побегов и корней подсолнечника однолетнего (в см)

Вариант опыта	Длина побега	Длина корня
К	$15,41 \pm 4,25$	$5,3 \pm 2,6$
T10	$13,25 \pm 4$	$3,55 \pm 1,32$
NPK	$12,33 \pm 3,25$	$5,15 \pm 0,9$
T10 + NPK	$12,71 \pm 3,42$	$4,15 \pm 1,98$
З	$9,45 \pm 5,11$	$3,73 \pm 2,57$
З + T10	$16,79 \pm 2,86$	$5,53 \pm 2,36$
ЗT20	$16,59 \pm 3,88$	$6,3 \pm 3,55$
З + NPK	$9,87 \pm 5,5$	$3,3 \pm 2$
ЗT10 + NPK	$14,89 \pm 3,44$	$5,38 \pm 2,47$

Анализ показал, что внесение золы оказало ингибирующее действие на рост растения, так же как и внесение торфа и аммофоски. Причиной

негативного влияния можно считать некоторые особенности тестового объекта: чувствительность к уровню рН и минеральному составу по определенным элементам [6]. При этом внесение данных добавок в смеси между собой не помогло избавиться от негативного эффекта, исключением является смешивание золы с торфом. При внесении данных смесей наблюдается повышение морфометрических параметров у надземной и подземной частей растений. При этом увеличение содержания торфа в смеси до 20 % делает добавку чуть более эффективной в отношении длины корней, что может быть связано с нормализацией уровня рН. Добавление аммофоски в смесь золы и торфа нивелирует положительное влияние, делая добавку неэффективной.

**Заключение.** Проанализировав полученные результаты, можно сделать выводы, что эффективным является внесение смеси золы и торфа с содержанием 10 и 20 %, однако увеличение содержания торфа до 20 % является экономически нецелесообразным из-за незначительного отличия от 10 %-й концентрации. Внесение остальных добавок и смесей значительно ухудшает рост подсолнечника однолетнего.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение древесной золы в питании растений / В. Н. Босак [и др.] // Труды БГТУ. – Минск : БГТУ, 2012. – № 1. – С. 158–160.
2. Бородина, Т. А. Повышение эффективности производства продукции растениеводства на основе применения торфа / Т. А. Бородина, Н. А. Соловьева // Соц.-экон. и гуманитар. журн. Краснояр. ГАУ. – 2019. – № 1 (11). – С. 46–60.
3. Колбас, А. П. Первоначальная оценка фитотоксичности золы, получаемой на объектах биоэнергетики Брестской области / А. П. Колбас [и др.] // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац. – Брэст : Альтернатыва, 2022. – С. 39–42.
4. Шеуджен, А. Х. Агрохимические основы применения удобрений / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек. – Майкоп : ПолиграфЮГ, 2013. – 571 с.
5. ISO 11269-2:2012. Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. – 2012. – P. 19.
6. Донцов, В. Г. Роль технологии возделывания при производстве подсолнечника / В. Г. Донцов, Л. П. Бельтюков, Е. К. Кувшинова // Вестн. аграр. науки Дона. – 2013. – № 1 (21). – С. 83–89.

**К содержанию**

**А. А. ОРАЗДУРДЫЕВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПИЩЕВОГО  
КРАСИТЕЛЯ ХЛОРОФИЛЛА НА ПЛОДОВИТОСТЬ F2  
ЛИНИИ BERLIN *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** При производстве пищевых продуктов для придания им необходимого цвета используются пищевые красители. Выделяют натуральные и синтетические красители. Среди натуральных красителей хорошей окрашивающей способностью отличаются каротиноиды, антоцианы, флавоноиды, хлорофиллы. Эти красители не обладают токсичностью, но для некоторых из них установлены допустимые суточные дозы. Часть натуральных пищевых красителей, а также их смеси и композиции обладают биологической активностью, повышают пищевую ценность окрашиваемого продукта. Сырьем для получения натуральных пищевых красителей являются различные части дикорастущих и культурных растений, отходы их переработки на винодельческих, сокодобывающих и консервных заводах, кроме этого, некоторые из них получают химическим или микробиологическим синтезом. Хлорофилл (E140) – натуральный краситель, обладающий зеленым цветом. Его получают из съедобных растений, трав, водоросли ламинарии, люцерны и крапивы экстракцией растворителями. При удалении растворителя комплексно связанный магний в экстрактах полностью или частично может замещаться на водород с образованием феофитина бурого цвета. Основными красящими веществами товарного хлорофилла являются феофитин и магниевый комплекс хлорофилла [1].

Хлорофилл применяется для окрашивания жиров, масел, овощных и фруктовых консервов, кондитерских изделий, супов и напитков в дозировке до 0,5 г/кг. Из-за низкой стабильности преимущественно используется не сам хлорофилл, а его медные комплексы, в которых магний, содержащийся в природных комплексах, полностью или частично замещается на медь. В ЕС и США хлорофилл разрешен для окрашивания всех фармацевтических и косметических средств, обычно применяется в мазях и суппозиториях, кремах, а также для окрашивания и осветления масел и мыла.

Хлорофилл (краситель E140) полезен для здоровья человека. Например, было доказано, что он обладает противораковыми свойствами

за счет способности снижать активность ферментов, которые вызывают трансформацию некоторых химических препаратов в разрушающие организм канцерогены. Также он является важнейшим элементом для вывода различного рода токсинов из организма человека.

**Цель** – проанализировать биологическое действие различных концентраций пищевого красителя хлорофилла на плодовитость и соотношение полов F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Это дикая линия, все гены нормальные. Мухи содержались в сахаро-дрожжевой среде при температуре 23 °С. Для оценки биологического действия пищевого красителя хлорофилла на плодовитость F2 линии Berlin *D. melanogaster* использовались четыре варианта опыта: контроль, концентрация действующего вещества 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л. Действующее вещество добавлялось в питательную среду дрозофилы. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F2 по количеству вышедших имаго от двух пар мух, при этом проводился полный учет численности мух (ежедневно в течение 12 суток). При оценке плодовитости учитывали соотношение полов.

**Результаты исследований.** Анализ плодовитости F2 лабораторной линии Berlin *D. melanogaster* при культивировании на средах, содержащих заданные концентрации пищевого красителя хлорофилла, позволил выявить некоторые особенности (рисунок 1).

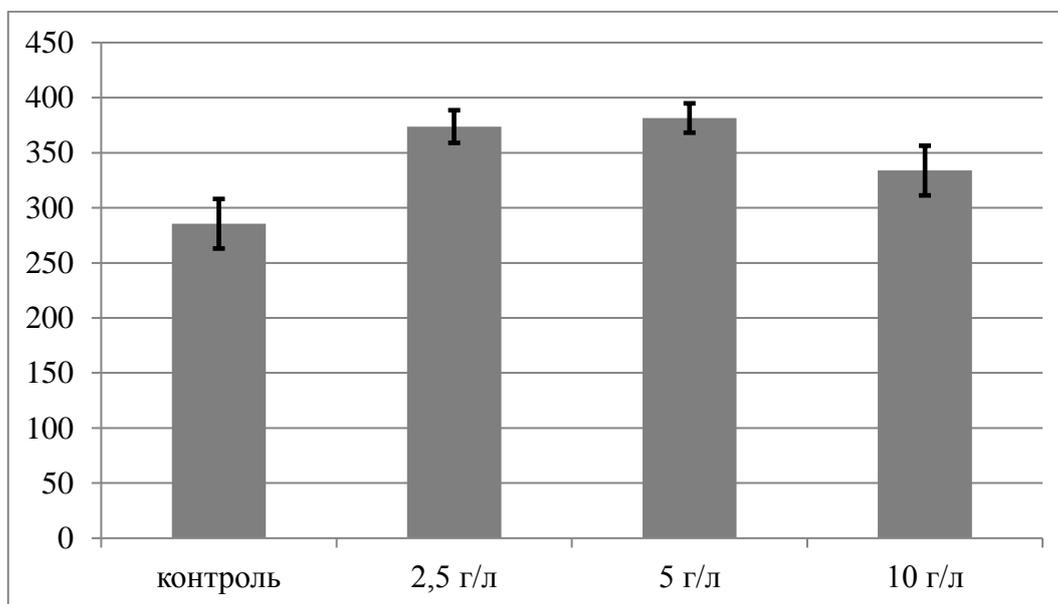


Рисунок 1 – Плодовитость F2 линии Berlin *D melanogaster* при воздействии различных концентраций пищевого красителя хлорофилла

Пищевой краситель хлорофилл в заданных концентрациях не приводит к статистически значимому изменению численности особей F2 линии Berlin *D. melanogaster* при всех вариантах воздействия.

Сравнительный анализ численности самок при различных вариантах воздействия пищевого красителя хлорофилла (рисунок 2) позволил установить отсутствие достоверного изменения их численности.

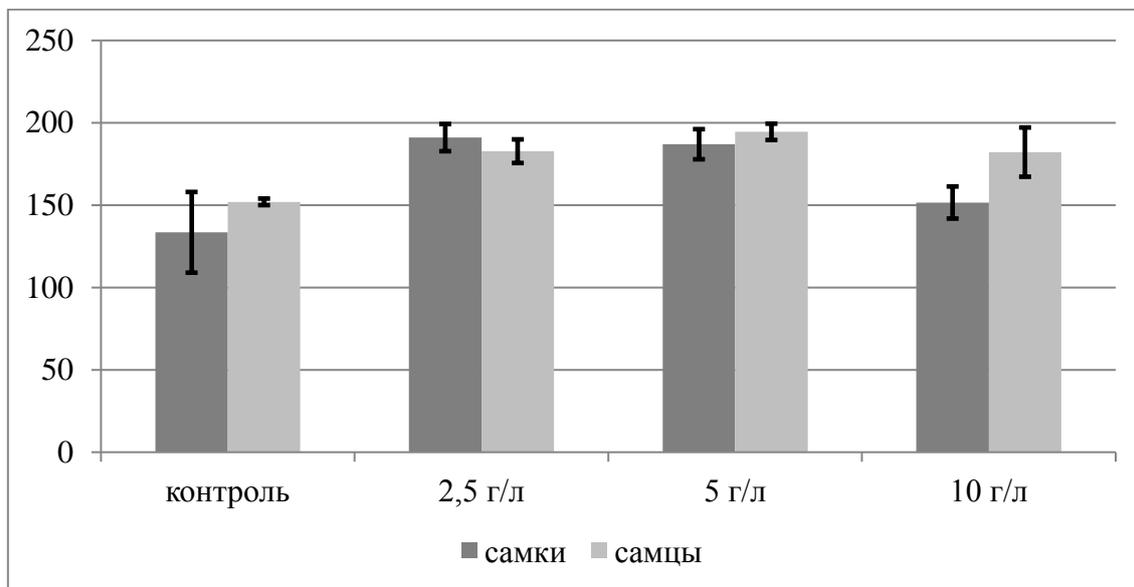


Рисунок 2 – Численность самок и самцов F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

При сравнении численности самцов из различных вариантов воздействия статистически достоверных изменений не выявлено.

При анализе соотношения количества самцов и самок не зафиксировано статистически достоверного изменения соотношения полов ни в одном из вариантов воздействия заданными концентрациями пищевого красителя хлорофилла.

**Заключение.** Установлено, что воздействие концентрациями пищевого красителя хлорофилла 2,5 г/л, 5 г/л и 10 г/л в течение двух поколений не приводит к изменению численности и соотношения полов F2 культуры линии Berlin *D. melanogaster*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функциональные технологические добавки в пищевой биотехнологии: метод. указания по выполнению лабораторных работ для направления подготовки 19.03.01 Биотехнология / сост. Е. А. Фауст ; ФГБОУВО «Саратов. ГАУ». – Саратов, 2016. – 45 с.

**К содержанию**

**Н. Г. ПАВЛЮКОВЕЦ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *RUMEX CONFERTUS* В ОКРЕСТНОСТЯХ Д. МОХРО ИВАНОВСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Одним из последствий воздействия хозяйственной деятельности человека на растительный мир является синантропизация флоры, которая характеризуется увеличением числа видов, способных произрастать в антропогенно нарушенных местообитаниях [1].

В 1980 г. академик В. И. Парфенов предсказал направление динамики флоры Беларуси в условиях климатических изменений и антропогенного вмешательства: «С одной стороны, флора будет обедняться за счет исчезновения ее старых представителей, с другой – обогащаться новыми видами» [2]. Тема инвазивных видов особенно актуальна в трансграничном аспекте: с соседних территорий к нам постоянно проникают новые виды, и точно так же наши виды растений расселяются за пределами Беларуси. От распространения чужеземных видов убытки терпят сельское, лесное, рыбное хозяйства [3]. Согласно Конвенции о биологическом разнообразии, внедрение чужеродных видов является второй по величине угрозой биологическому разнообразию на Земле [4]. В связи с этим актуальность постоянного мониторинга за состоянием и распространением инвазивных видов не вызывает сомнения.

**Цель** – оценить современное состояние ценопопуляций *Rumex confertus* Willd. и особенности их распространения на примере окрестностей д. Мохро Ивановского района Брестской области.

**Материалы и методы.** Нами были изучены особенности распространения *Rumex confertus* Willd. (*Polygonaceae*) как представителя адвентивной фракции флоры. На пробных площадках оценивали распределение экземпляров изучаемого вида, проективное покрытие, жизненность, среднюю высоту растений.

**Результаты исследований.** *Rumex confertus* Willd. – многолетнее травянистое растение с очень мощной корневой системой. Стебель прямой, в верхней части ветвистый. Высота растения может быть от 60 см до 1,5 м в зависимости от условий. Нижние листья очень крупные, треугольно-яйцевидные, стеблевые – мельче и с коротким черешком. Цветки мелкие и невзрачные, собраны в метелковидное соцветие. Плод – трехгранный орешек [5]. Вид является гемикриптофитом. Большой запас

питательных веществ в корневище и хорошо развитой корневой системе обеспечивает быстрое формирование весной надземных органов по сравнению с другими растениями.

Вид экологически пластичен. По отношению к влаге – мезофит, приспособлен к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы. Отличается устойчивостью к высоким и низким температурам, а также способностью обитать на почвах с умеренным содержанием элементов минерального питания. Как светолюбивое растение, входит в состав напочвенного покрова.

*Rumex confertus* Willd. – супернеофит европейского происхождения. Впервые о его находках упоминается в 1905 г., а в 60-х гг. XX в. регулярно регистрировался во многих регионах Беларуси [6]. Как типичный ксенофит, в Беларусь вид проник из восточных и южных регионов Европы. Обычными местами обитания *Rumex confertus* Willd. являются луга, пустоши, обочины дорог, залежные земли в населенных пунктах. Данный вид активно распространяется вдоль железнодорожных магистралей, где нередко выступает в качестве доминанта [5]. Как элемент адвентивной флоры, *Rumex confertus* Willd. характеризуется высокой степенью натурализации в естественных местообитаниях. Поскольку вид способен вселяться в природные луговые сообщества, его следует относить к типичным агрофитам.

В окрестностях д. Мохро места произрастания *Rumex confertus* Willd. многочисленны и отнесены к антропогенно трансформированным местообитаниям: заброшенным полям и огородам, засоренным лугам вдоль дорог, сорным местам, заброшенным пастбищам, т. е. больше проявляет себя как эпекофит. Индекс адвентизации растительных сообществ на исследованной территории составляет 16,7 %.

На пробных площадках *Rumex confertus* Willd. характеризуется рассеянным расположением, проективным покрытием (от 12 % и более). Средняя высота растений не превышает 45 см. Условия благоприятствуют росту и развитию, поэтому растения проходят полный жизненный цикл. В условиях д. Мохро жизненность вида хорошая, цветение длится с мая по июль, плоды созревают в августе.

**Заключение.** Таким образом, в окрестностях д. Мохро Ивановского района *Rumex confertus* Willd., активно разрастаясь на сельхозугодьях, снижает их ценность и создает ограничение возможностей их использования по назначению.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горчаковский, П. Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование / П. Л. Горчаковский // Экология. – 1984. – № 5. – С. 3–16.

2. Парфенов, В. И. Обусловленность распространения и адаптации видов растений на границах ареалов / В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1980. – 208 с.

3. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 407 с.

4. Конвенция о биологическом разнообразии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-13-ru.pdf>. – Дата доступа 07.03.2023.

5. Щавель конский [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.greeninfo.ru/wild\\_growing/rumex\\_confertus/shhavel-konskij-lekarstvennie-svoystva\\_art.html](https://www.greeninfo.ru/wild_growing/rumex_confertus/shhavel-konskij-lekarstvennie-svoystva_art.html). – Дата доступа: 03.03.2023.

6. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси / Д. В. Дубовик [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя Пётруся Броўкі, 2017. – 190 с.

### **К содержанию**

УДК 631.42

**И. И. ПШКИТ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ДВУХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ УЛ. ЛЕНИНА Г. П. ЛОГИШИН**

**Актуальность.** Изучение почвенного покрова урбанизированных территорий необходимо для решения фундаментальных и прикладных вопросов в области мониторинга и охраны окружающей среды. Быстрое развитие автомобильного транспорта существенно обострило проблемы воздействия его на окружающую среду. Влияние дороги как источника антропогенного вмешательства в природно-территориальный комплекс проявляется в длительном воздействии невысоких концентраций элементов, образующихся при сгорании топлива и эксплуатации автомобиля, которые оседают по краям дорожного полотна, аккумулируясь на поверхности и мигрируя по почвенному профилю [3].

**Цель** – изучить влияние почв придорожных территорий по ул. Ленина г. п. Логишин на посевные качества семян двух культур.

**Материалы и методы.** Для изучения посевных качеств семян использовался метод фитотестирования. В качестве тест-культур были использованы культуры, относящиеся к разным классам, – кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) и овес посевной (*Avena sativa* L.).

Образцы почвы отбирались маршрутным методом весной (апрель-май) 2022 г. с интервалом 100 м по ул. Ленина на глубине 0–20 см (рисунок 1). Точки отбора образцов находились на расстоянии 1–2 м от дорожного покрытия (в зависимости от конкретных условий местности). В результате было отобрано 28 образцов почвы. Посев производили, равномерно размещая семена в количестве 30 штук по поверхности почвы на рекомендуемую глубину для каждой культуры. Во время проведения эксперимента почву поддерживали в нормальном увлажненном состоянии. Оценку и учет проросших семян при определении всхожести проводили в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84 [2]. В качестве показателей тест-культур под влиянием загрязнений почвы учитывалась всхожесть семян на 5-й (кресс-салат) и 14-й (овес посевной) день, а также их энергия прорастания. Дополнительно проводили учет количества проросших семян кресс-салата на 7-й день. Эксперимент осуществляли в трехкратной повторности.

**Результаты исследований.** Энергия прорастания кресс-салата в целом была ниже таковой овса посевного (21,7 % и 38,2 % соответственно). Выявлено, что наиболее неблагоприятные условия для прорастания семян кресс-салата на 3-й день были в вариантах Л-2 и Л-21 – всего 7,8 %. Низкий уровень энергии прорастания также зафиксирован в почвенных образцах Л-1, Л-3, Л-14, Л-20 и Л-23.

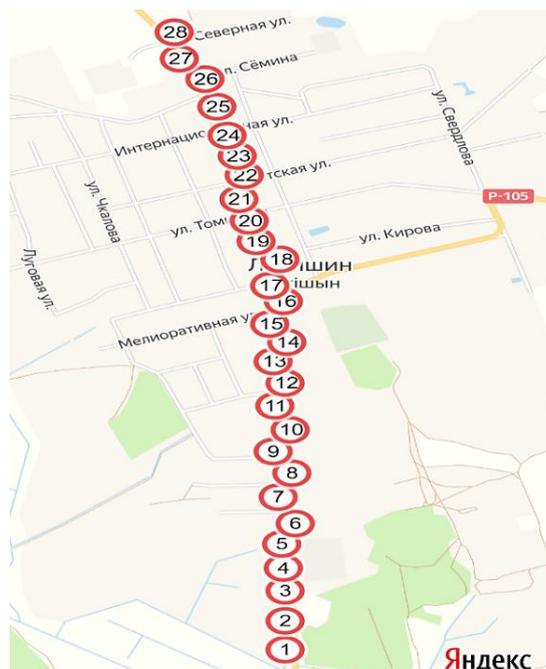


Рисунок 1 – Точки отбора почвенных образцов

В целом показатель всхожести обеих тест-культур был низким. При этом средний показатель всхожести овса посевного был выше, чем у кресс-салата, на 6,8 %. Наиболее неблагоприятные условия для кресс-салата выявлены нами в почвенном образце Л-2, где значение всхожести составило всего 17,8 %. Однако в наиболее благоприятных условиях для данной территории показатель всхожести двудольной культуры составил 62,2 % в точке отбора Л-6 (рисунок 2).

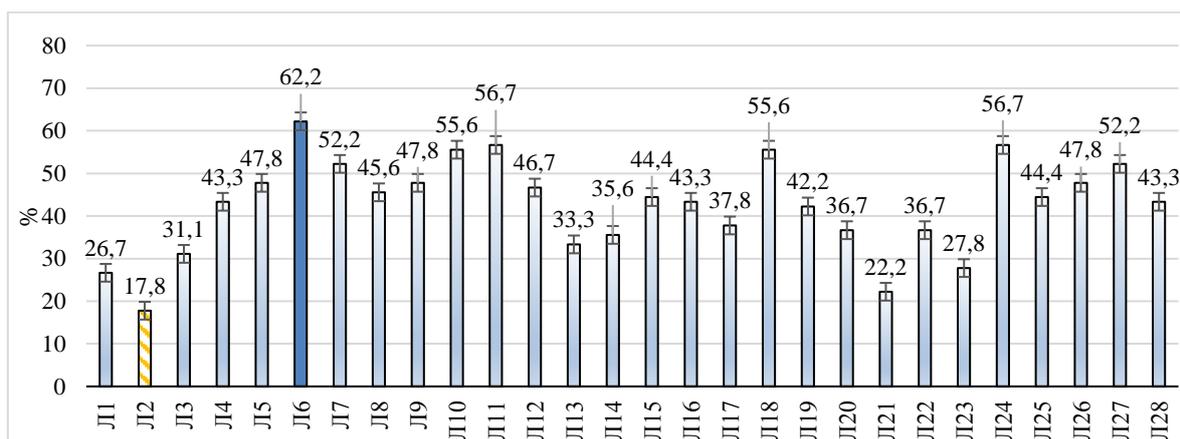


Рисунок 2 – Всхожесть семян кресс-салата

Наиболее высокое значение всхожести у злаковой культуры было в варианте Л-6 – 65,6 %. Несколько ниже была всхожесть в варианте Л-24 – 64,4 % (рисунок 3). Выявлено, что наиболее неблагоприятные условия для прорастания семян однодольного растения были в варианте Л-20 – всего 31,1 %.

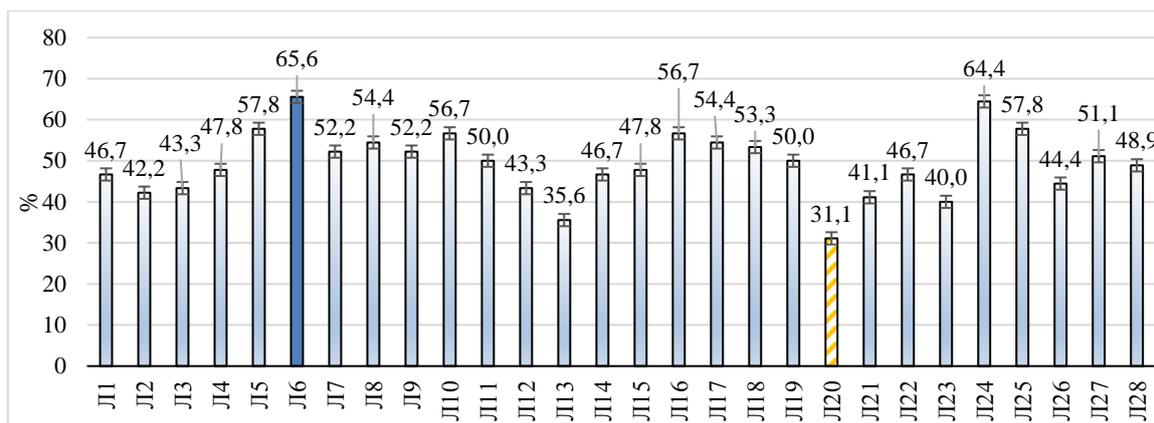


Рисунок 3 – Всхожесть семян овса посевного

Почвенные образцы, способствовавшие наибольшей всхожести тест-культур (Л-6 и Л-24) были отобраны рядом с полем и частным сектором

соответственно. Почвенные образцы, характеризующиеся наиболее низкими показателями посевных качеств семян (Л-1, Л-2, Л-3, Л-13, Л-20, Л-21, Л-23), были отобраны в местах с повышенной антропогенной нагрузкой. Так, точки отбора образцов Л-1 и Л-2 находятся рядом с АЗС № 71 «Белоруснефть», Л-3 – с пожарным аварийно-спасательным постом № 18 Пинского ГРОЧС. Проба почвы Л-13 была отобрана рядом с автобусной остановкой, а образцы Л-20 и Л-21 находятся рядом со скоплением общественных объектов (парикмахерская «НьюМарина», Центральный парк, Петропавловский костел, аптека № 80 РУП «Фармация»). Почвенный образец Л-23 находится в зоне влияния таких общественных объектов, как Беларусбанк, Белпочта, Молодежный центр культуры, Торговый дом.

**Заключение.** Таким образом, почвы придорожных территорий вдоль ул. Ленина г. п. Логишин характеризовались низкими показателями посевных качеств семян. Наиболее низкие значения регистрируемых показателей в исследуемых почвенных образцах обусловлены повышенной антропогенной и техногенной нагрузкой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурова, Е. Ю. Влияние автотранспорта на биотические компоненты среды [Электронный ресурс] / Е. Ю. Бурова. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2013/article/20-13006673>. – Дата доступа: 28.03.2022.

2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/5924966/>. – Дата доступа: 10.05.2022.

#### К содержанию

УДК 372.854 (574)

**И. И. ПШКИТ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА УРОКАХ ХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «КИСЛОРОД»**

**Актуальность.** Экологическое образование и воспитание выступают необходимым условием преодоления негативных последствий антропогенного влияния на окружающую среду и фактором формирования

экологической культуры личности как регулятора отношений в системе «человек – окружающая среда» [1]. Реализация экологического образования и воспитания осуществляется посредством экологизации школьных дисциплин естественно-научного цикла, но особая роль здесь отводится биологии и химии. Для реализации экологического подхода к изучению школьного курса химии особое внимание в настоящее время должно уделяться проблемам, вызывающим серьезную обеспокоенность за состояние окружающей среды: глобальному потеплению климата, истощению стратосферного озонового слоя, кислотным осадкам, накоплению в почве токсичных тяжелых металлов и пестицидов, истощению природных ресурсов планеты [2].

На занятиях по химии углубляются знания о взаимосвязи состава, строения, свойств и биологической функции веществ, их двойственной роли в живой природе, о химической сущности круговорота веществ в биосфере, биологической взаимозаменяемости химических элементов и последствиях этого процесса для живых организмов, причинах нарушения биохимических циклов [2].

**Цель** – определить степень осведомленности учащихся об экологической значимости темы «Кислород».

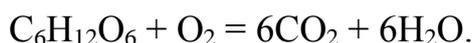
**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели в работе применялся метод социологического опроса. По данным опроса учащихся средних школ г. Бреста (60 человек), проводимого в октябре-ноябре 2022 г., был составлен «паспорт» учащихся. Учитывались знания учащихся 7–9 классов, приобретенные на уроках биологии и химии. Основными критериями выступали значимость кислорода в природе, его физико-химические свойства, получение и применение на практике.

**Результаты исследований.** Преобладающая часть всех опрошенных нами респондентов знают, что кислород – это химически активное вещество (65 %, таблица). Он встречается не только в свободном виде, но и в составе множества соединений (оксидов, солей, кислот, оснований, органических веществ, горных пород и минералов). Само название кислорода (от лат. *Oxygenium* – ‘кислоту рождающий’) является прямым утверждением активности кислорода [3].

Таблица – Результаты опроса учащихся о значимости кислорода в природе

Ответы учащихся на вопрос «Какова значимость кислорода в природе?»	Класс			Количество учащихся
	7	8	9	
Участвует в окислительных процессах, процессах горения	–	4	7	11
Участвует в процессе фотосинтеза и дыхания	12	20	13	45
Входит в состав белков, жиров, нуклеиновых кислот и других соединений	1	1	2	4

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о том, что 75 % учащихся знают, что кислород используется при фотосинтезе и дыхании. Это может объясняться тем, что в школьном курсе химии и биологии уделяется достаточное количество часов по данной теме. Все мы знаем, что без кислорода невозможна жизнь живых организмов, так как главными источниками энергии для обеспечения их жизнедеятельности являются процессы клеточного дыхания. Важнейший из них – взаимодействие кислорода и глюкозы:



При этом кислород, необходимый для протекания данной реакции, живые организмы получают из воздуха [3].

Учащимся известно, что основная жизненно важная функция организма – дыхание. Химическая сущность дыхания состоит в соединении углерода и водорода органических веществ с кислородом воздуха. Как у животных, так и у растений процесс дыхания происходит одинаково. Дыханию животных организмов аналогичны в химическом отношении разнообразные процессы окисления, протекающие в природе. 18,3 % респондентов ответили, что кислород используется в окислительных процессах и процессах горения, при этом учащиеся 7-х классов не назвали данную роль кислорода. Это может быть связано с тем, что они в школьном курсе химии еще не начали изучать данную тему. 6,6 % учащихся знают, что кислород входит в состав белков, жиров, нуклеиновых кислот и других соединений.

На вопрос «Какие способы получения кислорода вы знаете?» были получены следующие группы ответов:

1. 61,6 % учащихся (8–9 классы) ответили, что кислород можно получить из  $KMnO_4$ ,  $H_2O_2$  и  $H_2O$ . Данный ответ связан с тем, что при изучении темы «Физические свойства кислорода. Получение кислорода» в 7 классе был проведен и изучен ряд химических экспериментов по получению кислорода, так как химический эксперимент – неотъемлемая часть обучения химии. В условиях экологизации химического образования роль эксперимента существенно возрастает. Он является активным методом изучения окружающей среды, дает возможность обучающимся анализировать разнообразные экологические ситуации, прогнозировать функционирование экосистем биосферы в условиях антропогенного воздействия [2].

2. 21,8 % учащихся (7-е классы) ответили, что кислород можно получить только при фотосинтезе. И это связано с тем, что они еще не приступили к изучению темы «Получение кислорода» в школьном курсе химии.

По результатам исследования был составлен «паспорт» учащихся, из которого можно сделать вывод о том, что учащиеся 8–9 классов имеют большее количество знаний по данной теме, а 35 % учащимся все же необходимо пополнить запас знаний.

**Заключение.** Таким образом, для повышения уровня экологического образования и воспитания необходимо использовать контролирующие задания с экологическим содержанием, а также исследовательскую деятельность учащихся. Данный вид деятельности позволит овладеть методами научного познания в процессе самостоятельного поиска, сформировать мотивацию, потребность такого рода деятельности, дать полноценные, осознанные, оперативно и гибко используемые знания, развить экологическое сознание и культуру, а также активность, инициативность, изобретательность. В полном объеме задачи формирования экологической образованности могут быть решены при условии, если механизм интеграции в системе «природа – человек» будет использоваться при изучении не только экологизированного курса химии, но и других предметов естественно-научного и гуманитарного циклов школьной программы [2].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воинова, О. Ю. Химический эксперимент как средство экологического воспитания [Электронный ресурс] / О. Ю. Воинова // Молодой ученый. – 2020. – № 24 (314). – С. 397–399. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/314/71742/>. – Дата доступа: 21.10.2022.

2. Очерет, Н. П. Химический эксперимент с экологическим содержанием [Электронный ресурс] / Н. П. Очерет, Ф. В. Тугуз // Вестн. Адыгейс. гос. ун-та. Сер. «Естеств.-мат. и техн. науки». – 2022. – № 1. – С. 50–53. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskiy-eksperiment-s-ekologi-che-skim-soderzhaniem>. – Дата доступа: 21.10.2022.

3. Химия : учеб. пособие для 7-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. Е. Шиманович [и др.] ; под ред. И. Е. Шимановича. – Минск : Нар. асвета, 2017. – 182 с. : ил.

**К содержанию**

**М. В. РАЗГУЛЯЕВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**ВЛИЯНИЕ КУРКУМИНА НА ПЛОДОВИТОСТЬ F<sub>1</sub>  
*DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** Куркумин – это ярко-желтый натуральный краситель со специфическим горьким и жгучим вкусом, получаемый из растения *Curcuma longa* путем экстрагирования порошка из корня петролейным эфиром, а после этиловым алкоголем. Также куркумин получают искусственным путем, подвергая ацетоуксусный эфир взаимодействию с карбоксиметоксиферулоилхлоридом [1].

Основным способом применения этого вещества является его употребление в виде пищевого красителя и острой приправы в ряде национальных кухонь. Куркумин в качестве красителя добавляется в различные виды напитков, маргарин, желе и джемы, сосиски, вареные колбасные изделия, паштеты, мясо, сырки ароматизированные, разные виды горчиц, соусы, в том числе майонезы. Реже используется в качестве красителя при производстве косметических и лекарственных препаратов. Куркумин могут применять и как индикатор во время определения наличия в растворах борной кислоты [2].

В последнее время специалисты все чаще говорят о пользе красителя натурального происхождения. По их мнению, он обладает противоопухолевыми свойствами. Вещество также обладает антиоксидантными свойствами, помогает бороться со свободными радикалами и с преждевременным старением организма. Также куркумин используется для лечения различных воспалительных процессов. Прием куркумина в малых количествах разрешен при язвенной и желчекаменной болезнях [3].

**Цель.** Анализ влияния различных концентраций куркумина на численность и соотношение полов особей F<sub>1</sub> линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *Drosophila melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Для оценки биологического действия куркумина на плодовитость дрозофилы использовались контроль и семь концентраций: 10<sup>-2</sup> г/л, 10<sup>-1</sup> г/л, 1 г/л, 2,5 г/л, 5 г/л, 10 г/л и 100 г/л. Куркумин добавляли в питательную среду. Для каждого варианта проводилось пять повторов. Плодовитость мух оценивали по количеству вышедших имаго, которые подсчитывали каждый день на протяжении недели.

**Результаты исследований.** Результаты исследований представлены на рисунке 1. При оценке действия куркумина в концентрациях  $10^{-2}$  г/л,  $10^{-1}$  г/л, 1 г/л, 2,5 г/л, 5 г/л, 10 г/л и 100 г/л на общую численность особей первого поколения линии Berlin *Drosophila melanogaster* почти для всех вариантов воздействия не выявлены статистически достоверные отличия по сравнению с контролем. При сравнении между собой воздействия различных концентраций куркумина на общую численность дрозофилы выявлена тенденция к росту количества мух в варианте воздействия 2,5 г/л по сравнению с вариантом воздействия 1 г/л. В остальных вариантах сравнения нет статистически значимых отличий в численности особей первого поколения *Drosophila melanogaster*.

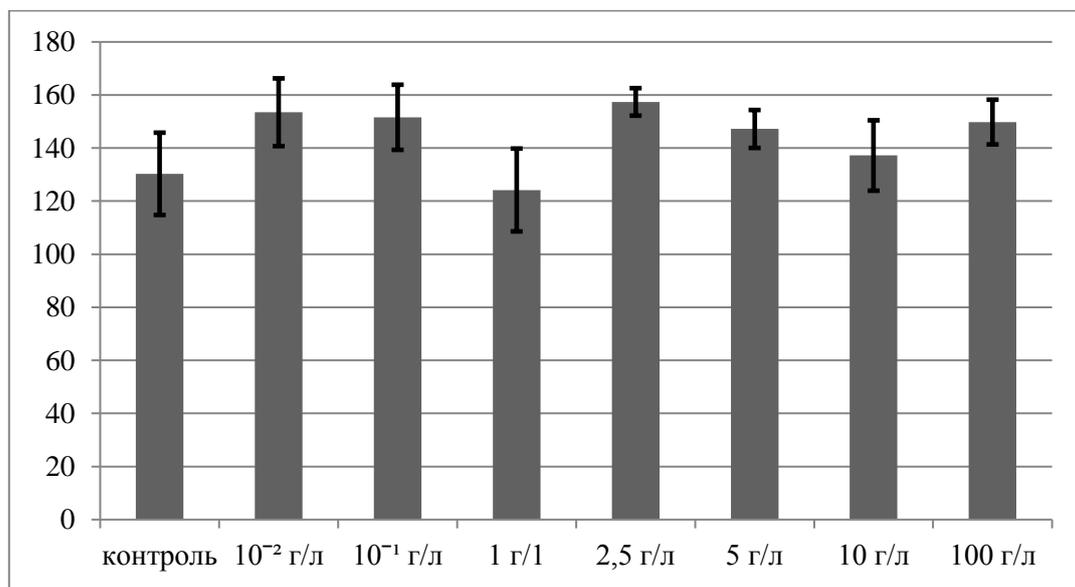


Рисунок 1 – Плодовитость F<sub>1</sub> линии Berlin *Drosophila melanogaster* в условиях воздействия куркумина

Результаты анализа воздействия различных концентраций куркумина на численность самцов и самок, а также соотношение полов особей первого поколения линии Berlin *Drosophila melanogaster* представлены на рисунке 2. Воздействие концентрацией куркумина  $10^{-2}$  г/л приводит к увеличению численности самок первого поколения *Drosophila melanogaster* линии Berlin по сравнению с контролем, во всех остальных вариантах воздействия достоверных различий не установлено. При исследовании зависимости количества самцов от воздействия различных концентраций куркумина статистически значимых отличий от контроля не установлено. Сравнение вариантов воздействия 1 г/л и 2,5 г/л выявило рост численности мух при культивировании на среде, содержащей 2,5 г/л куркумина.

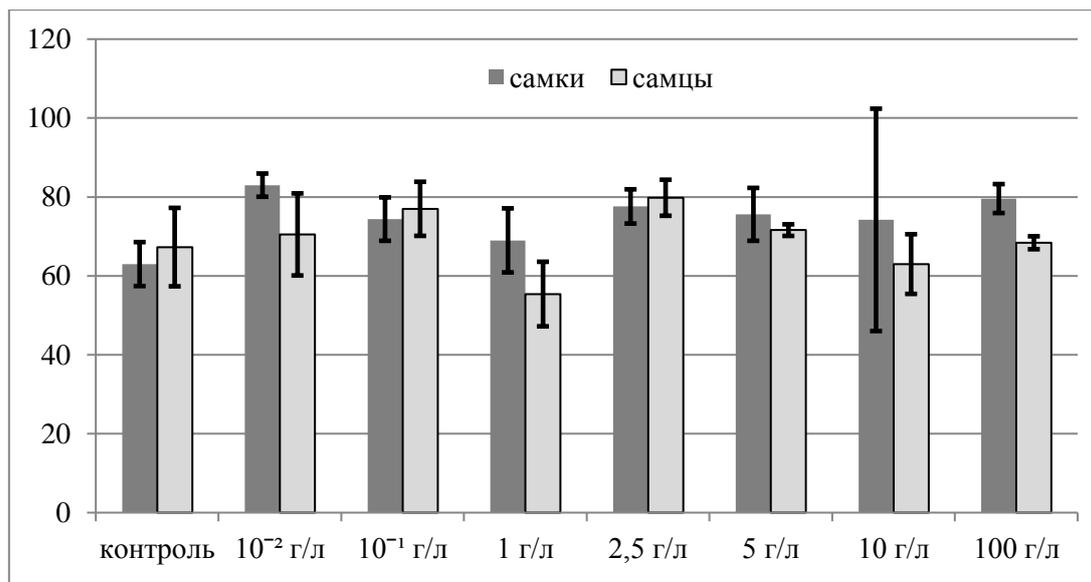


Рисунок 2 – Соотношение полов F<sub>1</sub> линии Berlin *Drosophila melanogaster* в условиях воздействия различных концентраций куркумина

Соотношение полов не нарушено при всех вариантах воздействия куркумина, за исключением концентрации 100 г/л. В последнем случае численность самок превышает количество самцов и данные различия являются статистически достоверными.

**Заключение.** Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что воздействие куркумина в концентрациях 10<sup>-2</sup> г/л, 10<sup>-1</sup> г/л, 1 г/л, 2,5 г/л, 5 г/л, 10 г/л и 100 г/л не влияет на общую численность особей F<sub>1</sub> линии Berlin *Drosophila melanogaster*. Воздействие концентрацией куркумина 10<sup>-2</sup> г/л приводит к увеличению численности самок по сравнению с контролем, при этом соотношение полов не изменяется во всех вариантах действия куркумина, кроме концентрации 100 г/л, где оно сдвинуто в сторону преобладания количества самок над численностью самцов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булдаков, А. С. Пищевые добавки : справочник / А. С. Булдаков. – М. : ДеЛи принт, 2001. – 436 с.
2. Болотов, В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 240 с.
3. Харламова, О. А. Натуральные пищевые красители / О. А. Харламова, Б. Ф. Кафка. – М. : Пищевая пром-сть, 1979. – С. 129–137.

**К содержанию**

**Д. А. РОМАНОВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ИОНОВ КАДМИЯ  
С ЭПИКАСТАСТЕРОНОМ И ЕГО КОНЬЮГАТАМИ НА РОСТ  
И РАЗВИТИЕ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.)**

**Актуальность.** Овес посевной является ценной сельскохозяйственной культурой из семейства злаковых, которая возделывается повсеместно [1]. Районированные в Республике Беларусь сорта овса дают высококачественное сырье для переработки на пищевые продукты и производство полноценных комбикормов для птицы и молодняка скота. В его зерне содержится достаточно много белка (до 18 %) и жира (до 7 %). Высокое содержание клетчатки и малое количество пленок делают его ценным и экономически выгодным продуктом [2]. Несмотря на высокую устойчивость ко многим неблагоприятным абиотическим факторам, эта культура достаточно чувствительна к негативному воздействию потенциально токсичных элементов (тяжелых металлов). Для частичной нейтрализации этого влияния можно использовать brassinостероиды, являющиеся стрессовыми адаптогенами [3]. К ним относится и эпикастастерон, металлопротекторная активность которого исследована на многих культурах, в том числе и в БрГУ имени А. С. Пушкина на овсе посевном [4]. Сейчас синтезированы его конъюгаты с кислотами, являющимися гормонами, и их металлопротекторная активность требует изучения.

**Цель** – определить на овсе посевном препараты с наиболее выраженной металлопротекторной активностью по отношению к ионам кадмия.

**Материалы и методы.** Материал для исследования – овес посевной (*Avena sativa* L.) среднеспелого низкопленчатого сорта Лидия, включенного в госреестр сортов в 2011 г. и районированного для всех областей Республики Беларусь [5]. Предмет исследования – анализ влияния на его рост и развитие на фоне действия раствора кадмия в концентрации  $10^{-4}$  М растворов трех стероидных соединений (24-эпикастастерон (ЭК), 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31)) в ранее выявленных нами наиболее оптимальных рострегулирующих концентрациях ( $10^{-8}$ – $10^{-10}$  М). Препараты всех стероидных соединений были синтезированы и представлены сотрудниками лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси. Математическую обработку полученных результатов проводили по П. Ф. Рокицкому с использованием программы Excel с вычислением стандартных статистических характеристик [6].

**Результаты исследований.** Всхожесть в варианте с водным контролем составила 70 %, а при действии раствора кадмия в концентрации  $10^{-4}$  М она понизилась до 60,5 % (рисунок 1). Самые высокие показатели наблюдались при обработке семян раствором ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М в сочетании с Cd. Отличие от контроля с металлом составило 11 %. Также яркое стимулирующее влияние на показатель всхожести семян оказали растворы ЭК в концентрациях  $10^{-9}$  и  $10^{-10}$  М и раствор S23 в концентрации  $10^{-8}$  М. Положительное, но менее выраженное влияние оказало применение растворов S23 и S31 в концентрации  $10^{-10}$  М, а также S31 в концентрации  $10^{-8}$  М. В остальных вариантах результаты были или незначительно выше контроля, или слегка ниже (в варианте с S23 в концентрации  $10^{-9}$  М).

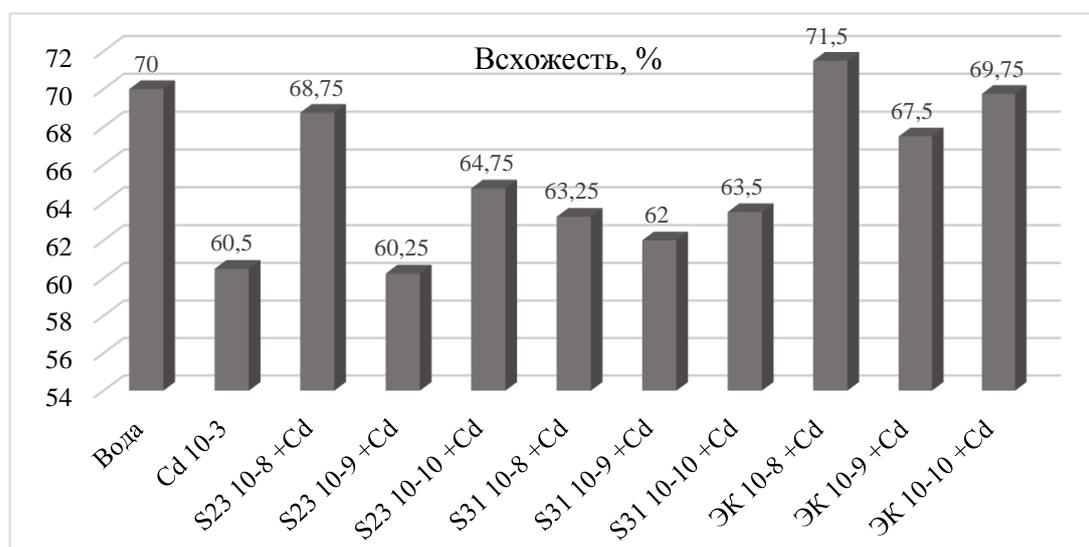


Рисунок 1 – Совместное влияние растворов Cd с 24-эпикастастероном и его конъюгатами с кислотами на всхожесть, %

Что касается высоты проростков, то наибольшее стимулирующее воздействие на фоне отрицательного влияния ионов кадмия оказал раствор S23 в концентрации  $10^{-8}$  М, где этот показатель составил 16 см, что на 17,2 % выше, чем при использовании только раствора соли этого тяжелого металла. Относительно одинаковое влияние оказали растворы в следующих концентрациях: S23 –  $10^{-9}$ , S23 –  $10^{-10}$ , S31 –  $10^{-10}$  М, где высота растений составляла около 12 см, остальные же растворы значительного влияния не оказали.

Наиболее сильное влияние раствор нитрата кадмия, как и ожидалось, оказал на корневую систему, особенно на массу корешков (рисунок 2). Максимальную протекторную активность в отношении этого показателя проявили растворы ЭК в концентрации  $10^{-10}$  М и S23 –  $10^{-8}$  М. Несколько слабее действовали растворы ЭК в остальных вариантах и S23 в концентрации  $10^{-10}$  М.

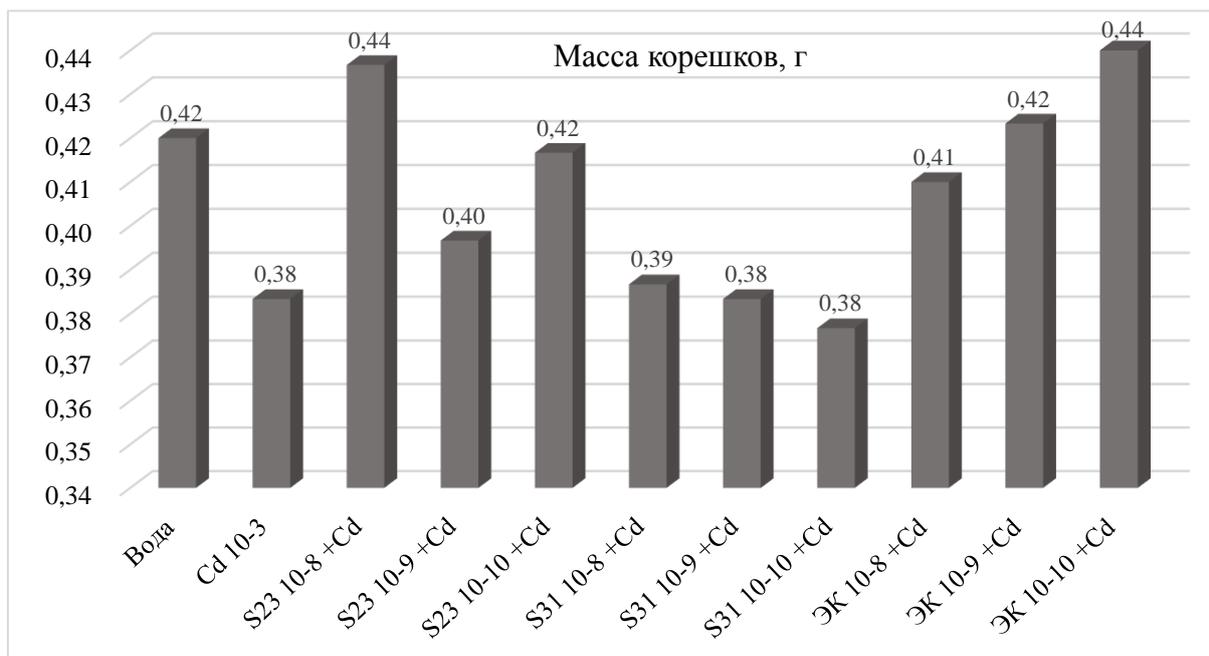


Рисунок 2 – Совместное влияние растворов Cd с 24-эпикастастероном и его конъюгатами с кислотами на массу 10 корешков, г

**Заключение.** Таким образом, максимальную металлопротекторную активность в отношении ионов кадмия на овсе посевном сорта Лидия проявили ЭК и S23, но в отношении разных показателей она отличалась.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овес посевной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Овёс\\_посевной#Ботаническое\\_описание](https://ru.wikipedia.org/wiki/Овёс_посевной#Ботаническое_описание). – Дата доступа: 04.03.2022.
2. Овес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/zernovye-novinki-belorusskoj-selekcii>. – Дата доступа: 04.03.2022.
3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
4. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.
5. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: [https://www.sorttest.by/gosudarstvennyu\\_reyestr\\_2020.pdf](https://www.sorttest.by/gosudarstvennyu_reyestr_2020.pdf). – Дата доступа: 03.02.2022.
6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

**К содержанию**

**Н. В. САМОХВАЛОВА, Т. Г. ШЛАПАКОВА, А. Н. МЯЛИК**

Минск, ЦБС НАН Беларуси

**ПОДБОР МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ iPBS  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ  
ПОПУЛЯЦИЙ ГУДАЙЕРЫ ПОЛЗУЧЕЙ  
(*GOODYERA REPENS* (L.) R.BR.) В БЕЛАРУСИ**

**Актуальность.** Определение генетического разнообразия популяций редких и охраняемых видов растений имеет важное значение для поиска стратегий их сохранения. Особую актуальность такие работы имеют для видов, численность которых сокращается ввиду климатических изменений и роста антропогенной нагрузки. Одним из представителей семейства орхидных с климатически обусловленной динамикой границы ареала является гудайера ползучая (*Goodyera repens* (L.) R.Br.), которая достаточно обычна в северной и центральной частях Беларуси, однако в Полесье находится на южной границе ареала, чем определяется уязвимое состояние вида. Соответственно, гудайера ползучая может являться удобным модельным объектом для оценки генетического разнообразия популяций растений в различных частях ареала.

**Цель** – выполнить подбор молекулярных iPBS маркеров для выявления гетерогенности популяций *G. repens*, расположенных на границе ареала и в его оптимальной зоне.

**Материалы и методы.** В основу работы положен 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» для растений. Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью NanoPhotometer Pearl Implen GmbH (Мюнхен, Германия).

**Результаты исследований.** На протяжении 2022 г. в ходе выполнения экспедиционных исследований был произведен поиск и изучение популяций *G. repens* в различных частях ареала в пределах Беларуси (рисунок 1). На южной границе ареала были изучены популяции Орхово (Брестский р-н) и Телеханы (Ивацевичский р-н). В оптимальной зоне ареала были обследованы популяции Зеленое (Минский р-н), Озеры (Гродненский р-н), Голубицкая пуца (Глубокский р-н), Хатынь (Логойский р-н) и Богушевичи (Березинский р-н).



Рисунок 1 – Расположение изученных популяций *G. repens*

В результате выполненных исследований определено, что значения соотношения 260/280 варьируются от 1,65 до 1,86. В исследовании использовали 30 iPBS праймеров (таблица) [1]. ПЦР проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 25–50 нг ДНК, 5 мкл готовой смеси для ПЦР ScreenMix (Евроген), 1 мМ праймера для 12–13 п. н. праймеров, или 0,6 мМ для 18 п. н. праймеров, и воды.

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

I	II	III	I	II	III
2389	50,0	ACATCCTCCCA	2390	52,4	GCAACAACCCCA
2373	51,0	GAACCTTGCTCCGATGCCA	2273	52,4	GCTCATCATGCCA
2277	52,0	GGCGATGATACCA	2394	56,5	GAGCCTAGGCCA
2376	52,0	TAGATGGCACCA	2220	57,0	ACCTGGCTCATGATGCCA
2375	49,4	TCGCATCAACCA	2242	57,0	GCCCCATGGTGGGCGCCA
2377	48,0	ACGAAGGGACCA	2076	55,4	GCTCCGATGCCA
2378	53,0	GGTCCTCATCCA	2271	60,0	GGCTCGGATGCCA
2383	53,6	GCATGGCCTCCA	2415	61,0	CATCGTAGGTGGGCGCCA
2374	53,5	CCCAGCAAACCA	2078	63,6	GCGGAGTCGCCA
2095	53,7	GCTCGGATACCA	2399	63,0	AAACTGGCAACGGGCGCCA
2083	54,6	CTTCTAGCGCCA	2080	63,3	CAGACGGGCGCCA
2237	55,0	CCCCTACCTGGCGTGCCA	2081	63,6	GCAACGGGCGCCA
2239	51,0	ACCTAGGCTCGGATGCCA	2270	65,0	ACCTGGCGTGCCA
2272	55,0	GGCTCAGATGCCA	2079	65,2	AGGTGGGCGCCA
2077	55,1	CTCACGATGCCA	2232	53,4	AGAGAGGCTCGGATACCA

Программа ПЦР состояла из: одного цикла при 95 °С в течение 5 минут; 38 при 95 °С в течение 15 секунд; 50 при 65,2 °С (в зависимости от праймера) в течение 60 секунд и 68 °С в течение 90 секунд; финальная элонгация 72 °С в течение 8 минут. Амплификацию проводили в программируемом терморегуляторе C1000 Touch Thermal Cycler (MJ Research Inc., Bio-Rad Laboratories, США). Электрофорез выполняли 4,5 часа при напряжении 65 V в 1,8 %-м агарозном геле. Окрашивание геля проводили бромидом этидия в течение 30 минут и визуализировали с использованием системы UV Imager Gel Doc XR + (Bio-Rad, США). В результате молекулярно-генетических исследований получены изображения, с помощью которых определяли подходящие праймеры для дальнейшего исследования (рисунок 2).

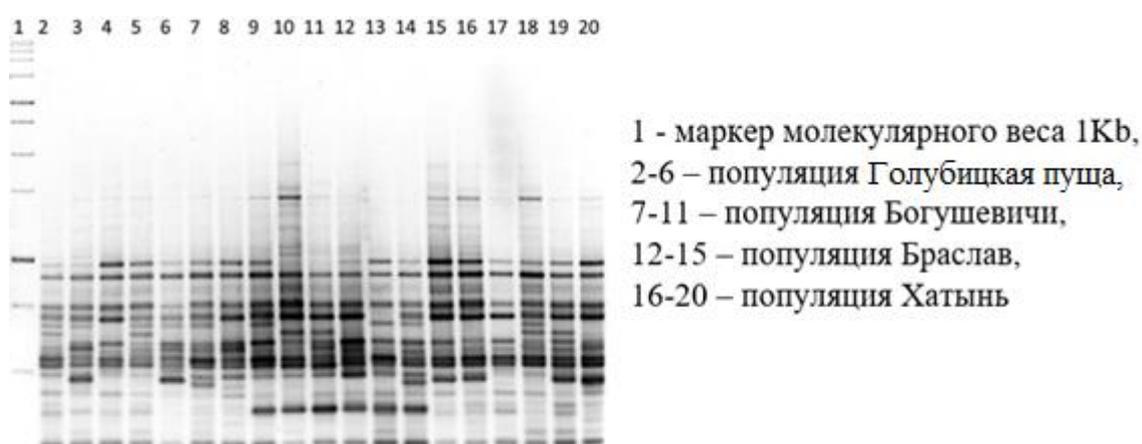


Рисунок 2 – Результаты ПЦР с использованием 2377 iPBS праймера

Для изучения генетического разнообразия и генетической дифференциации *G. repens* отобраны 11 маркеров из 30 используемых (2375, 2377, 2383, 2239, 2232, 2390, 2273, 2242, 2076, 2078, 2081).

**Заключение.** Дальнейший анализ полученных результатов позволит выявить особенности популяционно-генетического разнообразия *G. repens* и предложить научно обоснованные варианты сохранения популяций уязвимых видов с учетом современных трендов изменения регионального климата.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант БРФФИ Наука-М, № Б22М-078).*

#### СПИСОК ИСОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar [et al.] // TAG Theor. Appl. Genet. Theor. Angew. Genet. – 2010. – Vol. 121, № 8. – P. 1419–1430.

**К содержанию**

**А. Г. САХЕДОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **АНАЛИЗ СОСТАВА СЕМЕЙСТВА FABACEAE LINDL. НА ТЕРРИТОРИИ Г. БРЕСТА**

**Актуальность.** Среди цветковых растений лишь два семейства – орхидных и сложноцветных – превосходят бобовых по числу видов. В Беларуси бобовые входят в десятку лидирующих семейств покрытосеменных.

Общеизвестна выдающаяся роль бобовых в жизни человека. По экономической значимости они уступают только злакам. Помимо весьма большой группы пищевых, среди бобовых много кормовых, технических, медоносных, лекарственных, декоративных, дающих ценную древесину представителей.

**Цель** – определить видовой состав семейства *Fabaceae* Lindl. на территории г. Бреста.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в природных, синантропизированных и культурных фитоценозах на территории г. Бреста маршрутным методом. Использованы методы флористического и экологического анализа.

**Результаты исследований.** На территории г. Бреста обнаружены 34 вида бобовых, относящиеся к 20 родам. Наиболее многочисленным родом является *Trifolium* (6 видов), роды *Vicia*, *Lathyrus*, *Medicago* насчитывают по три вида, в родах *Melilotus*, *Lupinus* представлены по два вида.

Из бобовых во флоре Беларуси произрастает 67 видов, относящихся к 19 родам [1]. На территории г. Бреста нами выявлены 34 вида, из которых 28 видов входят в состав флоры, т. е. на территории города обнаружены 41,8 % видов от общего числа видов белорусской флоры.

В Красную книгу Беларуси занесены девять видов, шесть видов находятся в списке профилактической охраны [2]. В том числе в список профилактической охраны занесена *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb., выявленная нами на территории г. Бреста. Это лесной вид, который встречается по опушкам сосняков, на песчаном сосновом мелколесье. Преимущественно распространен в южной части Беларуси – по Брестской области, западу Гомельской области.

Из 28 выявленных видов *Cytisus scoparius* (L.) Link и *Robinia pseudoacacia* L. входят в число особо опасных инвазионных растений.

*Cytisus scoparius* в Беларуси введен в культуру в XIX в. для подкормки животных, после чего успешно натурализовался. В г. Бресте вид встречается на опушках городских лесов, в парковых зонах, по обочинам дорог, пустошам, залежам. Вид предпочитает песчаные почвы, хорошо освещенные места обитания. Распространение происходит за счет производства большого количества семян. При массовым размножении растений вид формирует монодоминантные или содоминантные сообщества и вытесняет аборигенные виды [3].

*Robinia pseudoacacia* L. – североамериканский вид, который попал в Европу в XVII в. На территории Беларуси в начале XX в. вид выращивался преимущественно на юге, в том числе в населенных пунктах Брестской области. Робиния внедрилась в сосновые и смешанные леса, образуя густой подлесок и даже чистые насаждения. Высокой ее жизнеспособности способствует мощная корневая система, производство большого количества семян, длительно сохраняющих жизнеспособность [3].

На территории г. Бреста культивируются пять видов интродуктов: *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam., *Laburnum anagyroides* Medik., *Gleditsia triacanthos* L., *Colutea orientalis* Mill. Виды *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam. широко распространены в культуре. Остальные три вида культивируются в отделе агробиологии БрГУ имени А. С. Пушкина.

В биоморфологическом отношении в составе семейства на территории г. Бреста 67,6 % от общего числа видов являются травами, в том числе четыре вида – однолетними травами, 19 видов – многолетними травами. Среди древесных форм представлены кустарники и полукустарники по четыре вида, а также три вида, представленные жизненной формой дерево.

**Заключение.** На территории г. Бреста выявлены 34 вида из семейства бобовых. Наибольшим количеством видов представлен род *Trifolium*. Только в культуре встречаются пять интродуцированных древесных видов. В составе семейства в растительных сообществах г. Бреста преобладают многолетние травы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн Про, 1999. – 471 с.

2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: И. М. Качановский (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

3. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси / Д. В. Дубовик [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2017. – 190 с.

**К содержанию**

**А. С. СТАСЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

## **СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ДВУХ СОРТОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2022 Г.**

**Актуальность.** Настоящая работа явилась продолжением начатых нами исследований в 2021 г. [1], значимость которых определяется установлением влияния абиотических факторов среды на продуктивность выращиваемых растений свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.) – одной из наиболее распространенных овощных культур. По итогам 2018 г. в сельскохозяйственных организациях системы Минсельхозпрода Республики Беларусь в совокупной выручке от реализации овощей открытого грунта на свеклу столовую приходилось 14 %, что лишь немного меньше, чем удельный вес моркови столовой (17,7 %) [2].

**Цель** – сравнить параметры роста и продуктивности двух сортов свеклы столовой на приусадебном участке в вегетационный период 2022 г.

**Материалы и методы.** Объект исследования – свекла столовая среднеспелых сортов Цилиндра и Цыганочка. Сорт Цилиндра (оригинаторы ООО «Агрофирма Маринда», г. Москва и ООО «Интерсемена», Ставропольский край) рекомендован для садово-огородных условий выращивания. Сорт Цыганочка (оригинатор ООО «Агрофирма АЭЛИТА», г. Москва) рекомендован для товарно-производственных условий выращивания. Оба сорта включены в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь (сорт Цилиндра с 2007 г., сорт Цыганочка с 2015 г.). Закладка полевого эксперимента проводилась 02.05.2022 на приусадебном участке в г. Бресте, по ул. Колхозной микрорайона Волынка. Площадь экспериментальных делянок составила 2,84 м<sup>2</sup>. Было высеяно по 360 штук семян каждого сорта. Уборка свеклы производилась 10.10.2022.

**Результаты исследований.** Полученные данные по полноте всходов растений свеклы столовой двух сортов представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных показал, что в 2022 г. фаза вилочки у двух сортов свеклы наступила на 14-е сутки: у сорта Цилиндра с частотой 38,8 %, у сорта Цыганочка – 40,2 %.

Формирование розетки из настоящих листьев у двух сортов свеклы столовой происходило быстро: третий лист начал появляться на 18-е сутки, на 29-е сутки практически все растения имели по четыре листа, на 36-е сутки

у всех растений было пять листьев, а на 42-е сутки начали развитие шестой и седьмой листья. Этому способствовали теплые (средняя дневная температура была на уровне 20,7 °С), умеренно влажные (зафиксировано 12 дней с осадками) погодные условия. Полевая всхожесть на 35-е сутки у сорта Цилиндра составила 69,4 %, а у сорта Цыганочка – 70,5 %. В течение четырех последующих суток данные значения не изменились.

Таблица 1 – Полнота всходов свеклы столовой сортов Цилиндра и Цыганочка в первый межфазовый период вегетации 2022 г.

Дата	Сутки	Всхожесть			
		Сорт Цилиндра		Сорт Цыганочка	
		Число	%	Число	%
15.05.22	14	140	38,8	145	40,2
16.05.22	15	154	42,7	159	44,1
17.05.22	16	169	46,9	171	47,5
18.05.22	17	181	50,2	180	50
19.05.22	18	189	52,5	184	51,1
20.05.22	19	197	54,7	189	52,5
21.05.22	20	206	57,2	197	54,7
22.05.22	21	210	58,3	203	56,3
23.05.22	22	216	60	210	58,3
24.05.22	23	220	61,1	216	60
25.05.22	24	226	62,7	220	61,1
26.05.22	25	231	64,1	224	62,2
27.05.22	26	235	65,2	230	63,8
28.05.22	27	240	66,6	235	65,2
29.05.22	27	242	67,2	240	66,6
30.05.22	29	244	67,7	245	68,05
31.05.22	30	246	68,3	248	68,8
01.06.22	31	246	68,3	250	69,4
02.06.22	32	248	68,8	251	69,7
03.06.22	33	248	68,8	252	70
04.06.22	34	248	68,8	254	70,5
05.06.22	35	250	69,4	254	70,5
06.06.22	36	250	69,4	254	70,5
07.06.22	37	250	69,4	254	70,5
08.06.22	38	250	69,4	254	70,5
09.06.22	39	250	69,4	254	70,5

Площадь листовой пластинки на 42-е сутки у сорта Цилиндра составила  $25,12 \pm 1,39 \text{ см}^2$ , а у сорта Цыганочка –  $26,21 \pm 0,98 \text{ см}^2$ . После первого прореживания растений на 59-е сутки площадь листовой пластинки у сорта Цилиндра была  $45,57 \pm 3,12 \text{ см}^2$ , а у сорта Цыганочка –  $66,06 \pm 2,82 \text{ см}^2$ . На 68-е сутки эксперимента нами отмечен более интенсивный рост листьев

у сорта Цыганочка ( $83,78 \pm 2,82 \text{ см}^2$ ), чем у сорта Цилиндра ( $56,66 \pm 4,09 \text{ см}^2$ ). На 88-е сутки эксперимента площадь листовой пластинки у сорта Цилиндра составила  $75,56 \pm 4,40 \text{ см}^2$ , а у сорта Цыганочка –  $96,93 \pm 3,12 \text{ см}^2$ .

После уборки урожая было произведено взвешивание по 50 корнеплодов одного и другого сорта и проведен анализ данных (таблица 2).

Таблица 2 – Масса корнеплодов двух сортов свеклы столовой

Показатель	Сорт Цилиндра	Сорт Цыганочка
Минимальный вес, г	57,5	66
Максимальный вес, г	187	174
Среднее значение $\pm$ ошибка	$118,26 \pm 4,5$	$111,68 \pm 3,31$
Коэффициент вариации, %	27,04	21,01
T-критерий Стьюдента	1,17	

Средняя масса корнеплодов свеклы столовой сорта Цилиндра оказалась больше на 6,58 г, чем у сорта Цыганочка, однако достоверность наблюдаемых различий не была установлена. Размах вариации между максимальным и минимальным весом корнеплодов для свеклы столовой сорта Цилиндра составил 129,5 г, сорта Цыганочка – 108 г, что свидетельствует о более слабом варьировании массы корнеплодов свеклы столовой сорта Цыганочка.

**Заключение.** Установлено, что на протяжении двух вегетационных периодов лучше показал себя сорт Цилиндра. Полнота всходов растений составила 69,4 %, что по сравнению с 2021 г. больше на 9,4 %. Были сформированы большие по массе корнеплоды, хотя различия между сравниваемыми величинами оказались статистически незначимыми.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стасюк, А. С. Сравнение параметров роста и продуктивности двух сортов свеклы столовой в вегетационный период 2021 г. / А. С. Стасюк // Мониторинг и охрана окружающей среды [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 25 марта 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 243–245. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/7648>.

2. Аутко, А. А. Овощеводство Республики Беларусь / А. А. Аутко, И. С. Бутов // Картофель и овощи. – 2020. – № 2. – С. 12–15. – Режим доступа: <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.18.2.002>.

**К содержанию**

**А. В. СТАСЮКЕВИЧ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ШМЕЛЕЙ (APIDAE: *BOMBUS* LATREILLE, 1802) НА ПРИМЕРЕ БИОТОПОВ Г. ГРОДНО**

**Актуальность.** Шмели (Apidae: *Bombus* Latreille, 1802) – одна из наиболее процветающих групп насекомых отряда перепончатокрылых (Hymenoptera). Они относятся к общественным насекомым, исключение составляют виды шмелей-кукушек, которые являются клептопаразитами других видов шмелей [1, с. 3]. Шмели, как опылители, являются важнейшим экологическим компонентом природных и природно-антропогенных экосистем [2, с. 3]. Кроме того, этих насекомых можно использовать в качестве индикаторов для оценки состояния природных и антропогенных экосистем. Актуальность изучения видового разнообразия шмелей, а также выявление редких видов имеют научный и практический интерес, так как интенсивное антропогенное воздействие на природу влечет за собой необратимые изменения в ее фауне.

**Цель** – определение видового состава и эколого-фаунистических особенностей шмелей в окрестностях г. Гродно.

**Материалы и методы.** Материалом для данной работы послужил отлов шмелей с июня по август 2022 г. в окрестностях г. Гродно. Для исследования выбрали три учетные площадки в черте г. Гродно: ПП1 – территория между домами по ул. Кремко, 8 с преобладанием *Echium vulgare* L., 1753, *Trifolium pretense* L., 1753; ПП2 – территория СШ № 41 по адресу ул. Богушевича, 24 с преобладанием *Trifolium pretense* L., 1753 и ПП3 – территория рядом с ул. Пушкина, 27А/3 с преобладанием *Trifolium repens* L., 1753. Отлов шмелей осуществляли с помощью морилки во время сбора ими корма, что позволяет получить случайную выборку, которая дает достоверные данные [3, с. 192]. Вместе со шмелями собирали и фрагменты их кормовых растений. Определение видового состава шмелей проводили в лабораторных условиях с использованием определителей [4] и онлайн-порталов [5; 6]. Степень постоянства видов определялась по методу Тишлера [7, с. 12].

**Результаты исследований.** По итогам выполненных исследований за полевой сезон 2022 г. на трех учетных площадках г. Гродно собрано семь видов шмелей (таблица). Объем выборки составил 88 экземпляров. Отмеченные шмели встречаются повсеместно на территории Беларуси для различных природных экосистем [5].

Таблица – Видовой состав шмелей в биотопах г. Гродно

Вид	Количество особей	Степень постоянства
<i>Bombus hortorum</i> Linnaeus, 1761 – шмель садовый	16	Абсолютно постоянный
<i>Bombus hypnorum</i> Linnaeus, 1758 – шмель городской	1	Добавочный
<i>Bombus lapidarius</i> Linnaeus, 1758 – шмель большой каменный	1	Добавочный
<i>Bombus lucorum</i> Linnaeus, 1775 – шмель земляной малый	16	Относительно постоянный
<i>Bombus pascuorum</i> Scopoli, 1763 – шмель полевой	23	Относительно постоянный
<i>Bombus ruderarius</i> Müller, 1776 – шмель каменный малый	16	Абсолютно постоянный
<i>Bombus terrestris</i> Linnaeus, 1758 – шмель земляной	15	Абсолютно постоянный

Анализ относительного обилия (отношение всех особей данного вида к сумме всех собранных особей) показал преобладание первого вида, доля которого составляет для *B. pascuorum* (полевой шмель) 26 % от всего сбора. Доли *B. lucorum* и *B. ruderarius* в сборе составили по 18 %, в то время как у *B. terrestris* – 17 %, а у *B. hortorum* – 19 %. Наименьшим числом особей представлены *B. hypnorum*, *B. lapidarius*, доли которых в сборе составили по 1 %.

Анализ степени постоянства видов показал наличие трех абсолютно постоянных видов: *B. hortorum*, *B. ruderarius* и *B. terrestris* (100 %-я встречаемость). Относительно постоянными видами (встретились только в двух из трех биотопов; 66,7 %-я встречаемость) оказались *B. lucorum* и *B. pascuorum*. К добавочным видам принадлежат *B. hypnorum* и *B. lapidaries*, который выявлен только на одном из трех биотопов (33,3 %-я встречаемость).

На территории г. Гродно среди семи видов шмелей обнаружено два вида с длинным хоботком, три – со средним и два – с коротким. Виды с коротким хоботком – *B. lucorum*, *B. terrestris*. Виды с хоботком средней длины – *B. hypnorum*, *B. lapidaries*, *B. Ruderarius*. К длиннохоботковым шмелям принадлежат *B. pascuorum* и *B. hypnorum*.

Наиболее богатым по видовому составу оказался ПП2 (здесь найдено шесть видов шмелей – 27 экземпляров), а по количественному – ПП3, где отмечено пять видов шмелей (общий сбор 40 экземпляров). В ПП1 обнаружено четыре вида шмелей (21 экземпляр).

**Заключение.** В результате выполненных исследований на территории трех биотопов в окрестностях г. Гродно констатировано обитание семи

видов шмелей (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille, 1802) Отловленные виды регистрируются в Беларуси повсеместно. Анализ относительного обилия показал преобладание *B. pascuorum* (полевой шмель) – 26 % от всего сбора. Наименьшим числом особей представлены *B. hypnorum*, *B. lapidarius* (1 %). Анализ степени постоянства видов показал наличие трех абсолютно постоянных, двух относительно постоянных и трех добавочных видов. Отмечены три длиннохоботковых вида шмелей, по два среднехоботковых и короткохоботковых. Наиболее богатым по видовому составу оказался ПП2 (шесть видов шмелей из семи), а по количественному – ПП3, где отмечено 40 экземпляров из 88 отловленных.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидова, А. Т. Экология и видовое разнообразие шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombini) Среднеобской низменности : автореф. дис ... канд. биол. наук : 03.02.08 / А. Т. Демидова. – Барнаул, 2012. – 25 с.
2. Прищепчик, О. В. Фауна и экология пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) Минской возвышенности : автореф. дис ... канд. биол. наук : 03.05.2000 / О. В. Прищепчик. – Прилуки, 2000. – 22 с.
3. Стасюкевич, А. В. Шмели (Apidae: *Bombus* Latreille, 1802) в урбоценозах г. Гродно (Беларусь) / А. В. Стасюкевич, Е. И. Гляковская // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде : сб. материалов XVII Междунар. науч. экол. конф., Белгород, 22–24 нояб. 2022 г. / БелГУ ; Ю. А. Присный (гл. ред.). – Белгород : НИУ «БелГУ», 2022. – С. 192–194.
4. Плавильщиков, Н. Н. Определитель насекомых / Н. Н. Плавильщиков. – М. : Тропикал, 1994. – 544 с.
5. Пчелы Беларуси [Электронный ресурс] // Семейство Apidae. – Режим доступа: <https://apoidea-g2n.jimdofree.com>. – Дата доступа: 30.01.2023.
6. Определение шмелей Ленобласти по окраске (офф-топик) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apoidea-g2n.jimdofree.com>. – Дата доступа: 02.02.2023.
7. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер. – М. : Мир, 1990. – 248 с.

### К содержанию

**Д. В. СТРУЦКАЯ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

## **ЖУКИ СЕМЕЙСТВА CHRYSOMELIDAE ЗАПАДНОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ**

**Актуальность.** Полный и многосторонний эколого-фаунистический анализ изучаемой группы является основой для дальнейших синэкологических, биоценологических и популяционных исследований, а также мониторинговых и природоохранных работ. Различного рода антропогенные изменения природной среды приводят к изменению состава и структуры фаунистических комплексов, вызывая нередко нарастание численности вредных видов листоедов, которые являются индикаторами изменений состояния биоценозов.

**Цель** – установление видового состава, распределения и экологических групп жуков-листоедов западного региона Беларуси.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в четырех биотопах – два биотопа в г. Гродно и два биотопа в Пружанском районе Брестской области (аг. Линово).

Биотоп 1 – Коложский парк, расположенный на холме правого берега р. Неман. Основу биотопа составляют лиственные породы деревьев с преобладанием местных пород: *Acer platanoides*, *Populus alba*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, *Betula pendula*. В связи с постоянным скашиванием травянистого покрова он постоянно обновляется.

Биотоп 2 – лесопарк «Румлево», расположенный на холме левого берега р. Неман. Основу биотопа составляют лиственные породы деревьев: *Acer platanoides*, *Populus alba*, *Ulmus laevis*, *Populus tremula*. Травянистый покров представлен видами семейств Роасеае, Ариасеае, Plantaginaceae, Brassicaceae.

Биотоп 3 – полиагроценоз, расположенный на территории аг. Линово Пружанского района Брестской области. Основу биотопа составляет разнотравье с преобладанием видов семейств Роасеае, Plantaginaceae, Fabaceae, Solanaceae.

Биотоп 4 – парк аг. Линово. Основу биотопа составляет разнотравье с преобладанием видов семейств Роасеае, Plantaginaceae и лиственные породы деревьев: *Acer platanoides*, *Populus alba*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, *Betula pendula*.

Сборы проводили с использованием метода кошения энтомологическим сачком по растительности, а также ручным сбором. Для умерщвления

пойманных насекомых использовали морилку. Затем экземпляры раскладывали на ватные пласты [1]. Использовали для установления видовой принадлежности [2].

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований биотопов в период с июня по август 2022 г. определены следующие виды жуков-листоедов (таблица).

Таблица – Список видов жуков-листоедов исследуемых биотопов Западного региона Беларуси

Вид	Биотоп			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Подсемейство Alticinae				
<i>Aphthona euphorbiae</i> (Schrank, 1781)	+	+	+	+
Подсемейство Cassidinae				
<i>Cassida flaveola</i> (Thunberg, 1794)	+	–	–	+
<i>Cassida sanguinosa</i> (Suffrian, 1844)	+	–	–	–
Подсемейство Chrysomelinae				
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824)	–	–	+	–
<i>Chrysolina fastuosa</i> (Scopoli, 1763)	+	–	–	–
<i>Chrysomela populi</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	+
<i>Plagioderma versicolora</i> (Laicharting, 1781)	–	–	–	+
<i>Gonioctena viminalis</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–	–
Подсемейство Clytrina				
<i>Labidostomis tridentata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	–
<i>Smaragdina salicina</i> (Scopoli, 1763)	–	+	–	–
Подсемейство Criocerinae				
<i>Crioceris duodecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	–
<i>Lilioceris merdigera</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	–
<i>Oulema melanopus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	–	+
Подсемейство Cryptocephalinae				
<i>Cryptocephalus sericeus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–	–
Итого	6	4	4	5
Примечание – № 1 – Коложский парк; № 2 – лесопарк «Румлево»; № 3 – полиагроценоз, расположенный на территории аг. Линово; № 4 – парк аг. Линово.				

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что наибольшее количество видов встречается в лугово-полевых комплексах, что объясняется трофическими связями с кормовыми растениями (рисунок). В лесных зонах представлено меньшее число видов, так как листоеды предпочитают, как правило, открытые биотопы, поэтому эти представители являются обитателями лесных опушек и просек, а также лесных окраин. Густых древостоев листоеды избегают.

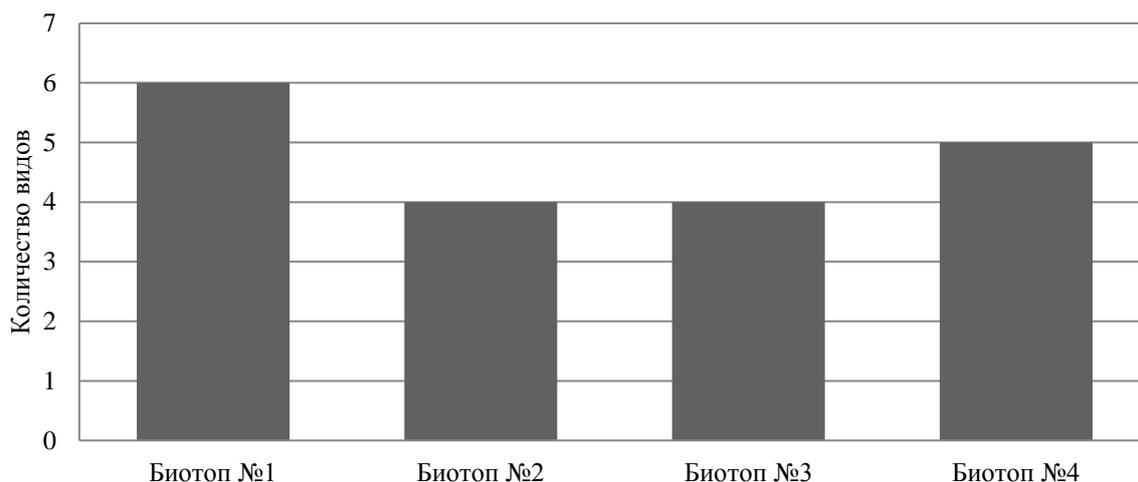


Рисунок – Распределение листоедов по исследованным биотопам

**Заключение.** За период исследования выявлены 14 видов жуков-листоедов, относящихся к шести подсемействам и 13 родам. Абсолютно постоянным является только один вид – *Aphthona euphorbiae*, который отмечен на всех четырех исследованных участках. Два вида – *Oulema melanopus* и *Cassida flaveola* – выявлены в двух из четырех биотопов в Коложском парке г. Гродно и парке аг. Линово в Пружанском районе. Остальные виды – *Cassida sanguinosa*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Chrysolina fastuosa*, *Chrysomela populi*, *Plagiosterna versicolora*, *Gonioctena viminalis*, *Labidostomis tridentatus*, *Smaragdina salicina*, *Crioceris duodecimpunctata*, *Lilioceris merdigera*, *Cryptocephalus sericeus* – выявлены только в одном из исследованных биотопов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных : учеб. пособие для ун-тов / К. К. Фасулати. – Минск : Высш. шк., 1971. – С. 126–129.
2. Лопатин, И. К. Насекомые Беларуси: листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae) : монография / И. К. Лопатин, О. Л. Нестерова. – Минск : Технопринт, 2015. – 294 с.

**К содержанию**

**Е. А. ТАРАНЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, старший преподаватель

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНОВ СВИНЦА  
НА ПЛОДОВИТОСТЬ ИМАГО В F<sub>2</sub> ЛИНИИ BERLIN  
*DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Актуальность.** Тяжелые металлы включают широкую группу химических веществ, ежедневно оказывающих влияние на внутренние процессы, происходящие в живых организмах [1]. Из-за сильного токсического действия они представляют опасность как для человека и животных, так и для растений. Поэтому изучение действия данных веществ остается актуальным и по сей день. Одним из наиболее распространенных соединений среди тяжелых металлов является свинец. Этот металл имеет промышленное значение. Несмотря на свою токсичность, он широко используется в быту и на производстве (внешний слой кабелей, припой для электротехники, подшипники, приборы для работы в агрессивных средах; без оксида свинца невозможно производство хрустала; соли свинца используют при изготовлении спичек, азид свинца – детонатор взрывчатки). Он накапливается в почве, на поверхности водоемов, в растительных и животных организмах. Основными антропогенными источниками свинца являются автотранспорт, батарейки и автомобильные аккумуляторы.

Вид мух *Drosophila melanogaster* интенсивно изучается и служит модельной системой для мониторинга многих онтогенетических и клеточных процессов, общих для высших эукариот, включая человека. *Drosophila melanogaster* – мухи из отряда двукрылых, семейства *Drosophilidae*. Этот вид зачастую называют плодовой мухой или же уксусной мухой в связи с ее обитанием рядом с незрелыми и гнилыми фруктами. Дрозофила встречается во всех уголках Земли, кроме Антарктиды, но родиной является Африка. Миграции данного вида поспособствовала торговля фруктами [2, с. 816]. Предложение об использовании этого вида мух в качестве модельного организма было выдвинуто Чарльзом Вудвортом в 1901 г. Данный вид сочетает в себе методические, поведенческие, генетические, анатомические и даже экономические преимущества. Продолжительность жизни *D. melanogaster* при оптимальных условиях роста (температуре около 23–25 °С) составляет примерно 50 дней, считая от стадии яйца. Период развития также зависит от температурных условий, как и у многих эктотермических видов.

**Цель** – оценить биологическое действие ионов свинца на плодовитость имаго в F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster*.

**Материалы и методы.** Для постановки эксперимента использовалась линия Berlin *D. melanogaster* из коллекции кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина. Это дикая линия, все гены нормальные. В качестве источника ионов свинца использовался нитрат свинца в трех концентрациях – ПДК, 10 ПДК, 100 ПДК. Мухи развивались на стандартной питательной среде. Далее к 4,5 мл питательной среды добавлялось 0,5 мл раствора. В баночках с контролем ионы свинца отсутствовали. В пенициллиновые баночки помещали по две пары самок и самцов. Культивирование происходило при 23 °С. Плодовитость мух при различных вариантах воздействия оценивали у поколения F2 [3]. Подсчет мух проводился ежедневно в течение 14 суток. Полученные данные обрабатывались методами вариационной статистики, оценка достоверности отличий дана при помощи t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследований.** Результаты анализа плодовитости имаго в F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster* представлены на рисунке 1. Для второго поколения мух было отмечено снижение плодовитости в концентрации 10 ПДК по сравнению со 100 ПДК. Достоверных отличий в плодовитости при воздействии остальных концентраций по сравнению с контролем не наблюдается. Средняя ошибка в ПДК и 10 ПДК практически одинаковая и меньше, чем при концентрации 100 ПДК.

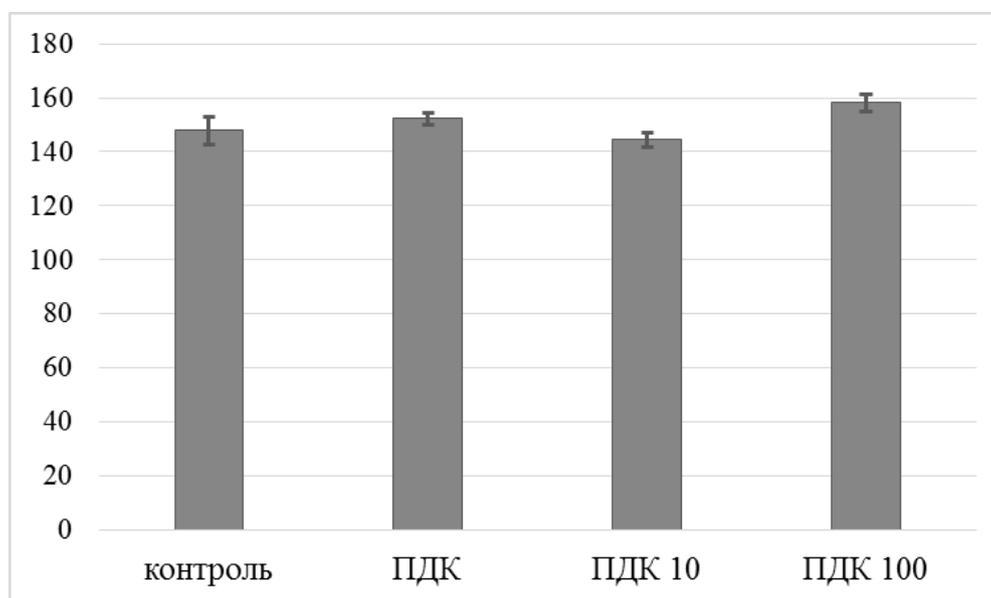


Рисунок 1 – Плодовитость в F2 линии Berlin *D. melanogaster*

Результаты анализа численности самок и самцов F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster* представлены на рисунке 2. Достоверные отличия

в численности самцов F2 при воздействии разных концентраций нитрата свинца не обнаружены. Для самок достоверное увеличение численности наблюдается в ПДК и 100 ПДК по сравнению с контролем и в 10 ПДК по сравнению со 100 ПДК.

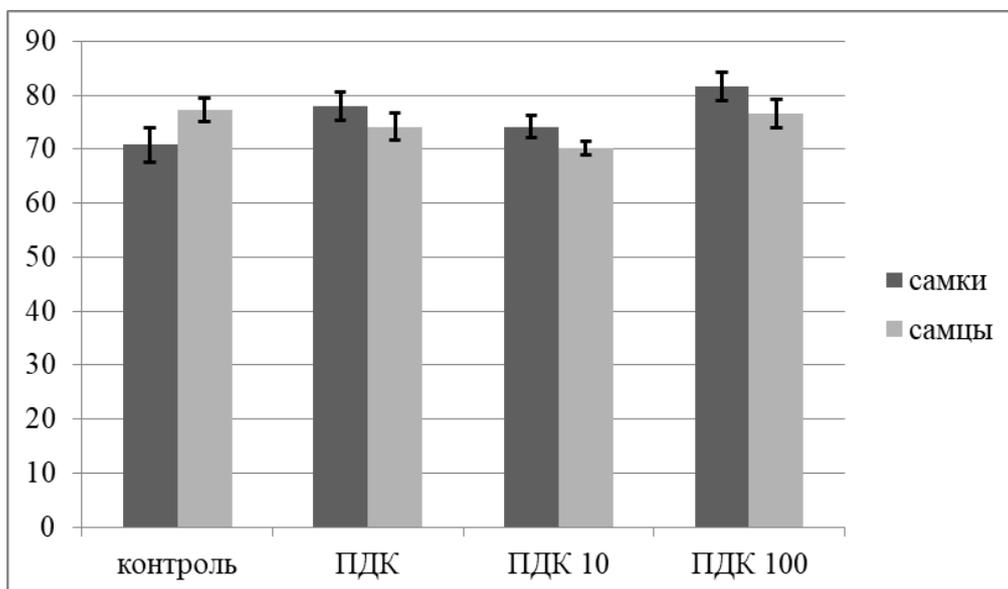


Рисунок 2 – Численность самок и самцов в F2 линии Berlin *Drosophila melanogaster*

При анализе соотношения количества самцов и самок не зафиксировано статистически достоверного изменения соотношения полов.

**Закключение.** При анализе результатов эксперимента было установлено токсическое влияние ионов свинца на репродуктивную функцию дрозофилы, проявляющееся в снижении плодовитости. Таким образом, ионы свинца ( $Pb^{2+}$ ) в концентрациях, равных ПДК и 10 ПДК, приводят к уменьшению численности мух в культуре, но не вызывают изменения соотношения полов в F2 линии Berlin *D melanogaster*, в то время как в концентрации 100 ПДК заметно увеличение численности мух по сравнению с контролем.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние свинца на живые организмы / А. Ф. Титов [и др.] // Журн. общ. биологии. – 2020. – Т. 81, № 2. – С. 147–160.
2. Генетика на лету: введение в модельную систему дрозофилы / Карен Дж. Хейлз [и др.] // Генетика. – 2015. – Т. 201, № 3. – С. 815–842.
3. Медведев, Н. Н. Практическая генетика / Н. Н. Медведев. – М. : Наука, 1968. – 294 с.

**К содержанию**

**В. М. ТАРАСЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ  
ОКСИДОВ АЗОТА ПРЕДПРИЯТИЕМ ОАО «ПРУЖАНСКИЙ  
ЛЬНОЗАВОД» ЗА 2017–2022 ГГ.**

**Актуальность.** Состояние окружающей среды является одним из основных параметров, который характеризует качество жизни населения. В последнее время четко прослеживается связь между окружающей средой и экономикой, промышленным сектором. Ежегодно открываются новые производственные предприятия, которые выбрасывают в атмосферу большое количество загрязняющих веществ. Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой. Нами был проведен анализ динамики количества выбросов загрязняющих веществ Пружанского льнозавода (Брестская область).

ОАО «Пружанский льнозавод» был введен в эксплуатацию в июле 1973 г. Как акционерное общество был зарегистрирован на основании приказа Брестского областного комитета по управлению государственным имуществом и приватизации в 1996 г. Предприятие занимается заготовкой и первичной обработкой льнотресты, производством и реализацией льноволокна [1].

**Цель** – провести анализ и сделать обработку данных валовых выбросов оксидов азота (II) и (IV) за 2017–2022 гг. Пружанским льнозаводом, выявить общую динамику выбросов оксидов азота (II) и (IV) в атмосферу.

**Материалы и методы.** В качестве материала исследования использовался отчет о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, предоставленный предприятием Пружанский льнозавод, за 2017–2022 гг., а также литературные источники и нормативные документы, находящиеся в открытом доступе. В качестве методов исследования применяли анализ и системный подход.

**Результаты исследований.** Оксид азота (II) (NO) выбрасывается в составе выхлопных газов транспортных средств, а также при сжигании угля, нефти, дизельного топлива и природного газа, особенно на электростанциях. Он также выделяется фабриками, сигаретами, газовыми плитами, керосиновыми обогревателями, дровяными котлами. Оксид азота (II) является парниковым газом, который способствует глобальному потеплению [2].

Проанализировав данные выбросов NO, мы получили следующие результаты. В 2017–2021 гг. уменьшение количества выбросов составляло в среднем 31,95 % (таблица 1). Это свидетельствует о работе предприятия по уменьшению количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Таблица 1 – Количество выбросов NO в 2017–2022 гг.

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Количество выбросов	0,644 т	0,626 т	0,269 т	0,202 т	0,115 т	0,212 т

За 2021–2022 гг. количество выбросов NO увеличилось на 84,34 %, что свидетельствует об увеличении мощности производства (рисунок).

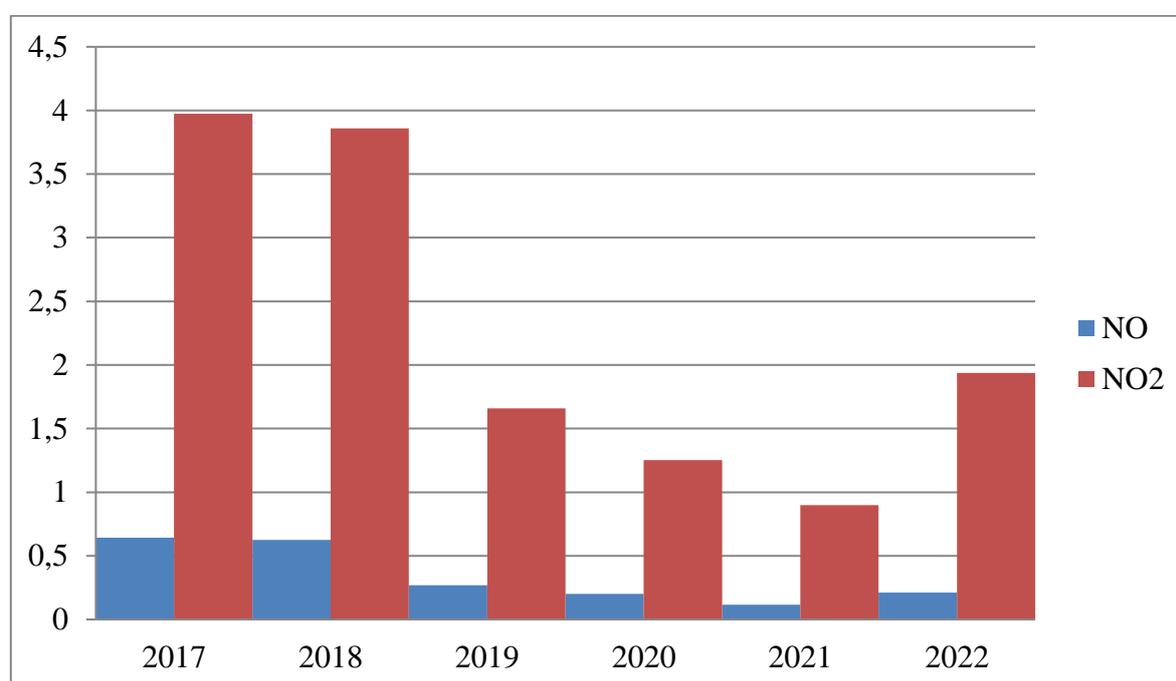


Рисунок – Годовая динамика распределения выбросов оксидов азота

Также в ходе работы было выявлено, что в среднем 99,5 % от общего количества выбросов оксида азота (II) ежегодно выделяется от сжигания топлива. Остальное количество выбросов (в среднем 0,5 %) выделяется от технологических и других процессов.

Диоксид азота, оксид азота (IV) (NO<sub>2</sub>) – газ бурого цвета с резким и удушливым запахом. Диоксид азота является токсичным, а на солнечном свете конвертирует в оксид азота (II) с выделением озона, участвующего в образовании фотохимического смога. Одновременные выбросы оксидов азота и серы обуславливают выпадение кислотных дождей [3].

При анализе данных выбросов NO<sub>2</sub> мы получили следующие результаты. В 2017–2021 гг. уменьшение количества выбросов составляло в среднем 28,16 % (таблица 2). Это свидетельствует о работе предприятия по уменьшению количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Таблица 2 – Количество выбросов NO<sub>2</sub> в 2017–2022 гг.

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Количество выбросов	3,974 т	3,858 т	1,658 т	1,252 т	0,899 т	1,938 т

За 2021–2022 гг. количество выбросов NO<sub>2</sub> увеличилось на 115,57 %, что свидетельствует об увеличении мощности производства (рисунок).

В ходе исследования было выявлено, что в среднем 99,1 % от общего количества выбросов оксида азота (IV) ежегодно выделяется от сжигания топлива. Остальное количество выбросов (в среднем 0,9 %) выделяется от технологических и других процессов.

**Заключение.** На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. В работе предприятия ОАО «Пружанский льнозавод» за исследуемый период наблюдается тенденция уменьшения с последующим увеличением количества ежегодных выбросов оксидов азота (II) и (IV).

2. Около 99,5 % от общего количества выбросов оксида азота (II) и около 99,1 % оксида азота (IV) за 2017–2022 гг. поступает в атмосферу от сжигания топлива.

3. Общее количество выбросов газов в атмосферу Пружанского льнозавода не представляет опасности для жизни и здоровья людей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы предприятия и эффективность их использования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studbooks.net/2116376/ekonomika/resursy\\_predpriiya\\_effektivnost\\_ispolzovaniya](https://studbooks.net/2116376/ekonomika/resursy_predpriiya_effektivnost_ispolzovaniya). – Дата доступа: 10.03.2023.

2. ООО «Лабораторные измерения и охрана труда» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://laboratoria.by/stati/ox-azota>. – Дата доступа: 10.03.2023.

3. Экология [Электронный ресурс] : справочник. – Режим доступа: <https://ru-ecology.info/term/32501/>. – Дата доступа: 10.03.2023.

**К содержанию**

**П. С. ТЕРЁХИНА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

## **РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ КОНЬЮГАТОВ ПРИРОДНЫХ БРАССИНОСТЕРОИДОВ С КИСЛОТАМИ НА АМАРАНТ ТРЕХЦВЕТНЫЙ**

**Актуальность.** Возделывание амаранта и использование его продукции в пище, в виде кормов, лекарств в настоящее время представляются жизненно необходимыми. Большое экологическое значение приобретает эта культура не только как источник диетических и экологически чистых продуктов, но и в связи с возможностью очистки и облагораживания с ее помощью почв. Исследования, проведенные в последние десятилетия, выявили массу возможностей его применения для лечения и профилактики различных заболеваний [1].

Основной эстетический эффект амаранта трехцветного Бразильский карнавал обеспечивают листья, которые выглядят так, словно это языки огня. По форме кусты напоминают простую пирамиду. Высота амаранта Бразильский карнавал достигает до 500 мм. Похожие на удлиненное яйцо листья окрашены в пестрые тона. Среди них выделяются желто-красные, бронзовые либо желто-оранжевые расцветки. Яркий лист распускается в направлении солнца и «следует» за ним в течение всего светового дня (в этом смысле растение можно уподобить подсолнуху).

Регуляторная роль brassinosteroidов (БС) при выращивании растений амаранта трехцветного проявляется в стимуляции процессов роста, интенсивности фотосинтеза, изменении белкового метаболизма, поступлении ионов и многих других сторон обмена веществ, что служит основанием для расширения сфер их применения [2].

**Цель** – оценка влияния 24-эпикастастерона (ЭК) и его конъюгата тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) на морфометрические параметры амаранта трехцветного сорта Бразильский карнавал в условиях лабораторного опыта.

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

Для оценки воздействия БС на рост и развитие амаранта был использован диапазон концентраций  $10^{-11}$ – $10^{-7}$  М. Проращивание проводили согласно ГОСТ 24933.0-81 [3]. Все опыты проводились в четырехкратной повторности. На 10-е сутки определялись морфометрические параметры, а именно длина корня и побега [4].

**Результаты исследований.** Проведенные исследования показали, что действие 24-эпикастастерона в диапазоне данных концентраций приводит к увеличению длины корня и побега по сравнению с контрольными растениями (таблица).

Таблица 1 – Влияние 24-эпикастастерона и его конъюгата на морфометрические параметры амаранта трехцветного

Вариант опыта	Корень		Побег	
	Длина, мм	% к контролю	Длина, мм	% к контролю
Эпикастастерон (ЭК)				
Контроль	14,19 ± 0,75		24,05 ± 0,81	
$10^{-11}$ М	19,85 ± 0,91*	139,9	27,59 ± 0,86**	114,7
$10^{-10}$ М	19,56 ± 0,91*	137,8	23,45 ± 0,75	97,5
$10^{-9}$ М	16,66 ± 0,72*	117,4	24,23 ± 0,80	100,7
$10^{-8}$ М	19,44 ± 0,74*	137,0	26,13 ± 0,80	108,6
$10^{-7}$ М	10,39 ± 0,58*	73,2	18,10 ± 0,65*	75,3
Тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31)				
Контроль	14,19 ± 0,75		24,05 ± 0,81	
$10^{-11}$ М	16,42 ± 0,73	115,7	23,74 ± 0,71	98,7
$10^{-10}$ М	20,19 ± 0,84*	142,3	24,97 ± 0,73	103,8
$10^{-9}$ М	19,81 ± 0,92*	139,6	22,91 ± 0,95	95,3
$10^{-8}$ М	22,45 ± 0,82**	158,2	26,14 ± 0,65	108,7
$10^{-7}$ М	18,64 ± 0,99*	131,4	22,66 ± 0,89	94,2
Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,05$ ; ** – при $P \leq 0,01$ .				

Значительное увеличение длины корня и побега было получено при действии на растения амаранта трехцветного раствора ЭК в концентрации  $10^{-11}$  М. Так, длина корня увеличивалась на 39,9 %, а побега – на 14,7 %.

Воздействие ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М также приводило к увеличению длины корня и побега. По сравнению с контрольным опытом длина корня увеличилась на 37 %, а побега – на 8,6 %. Действие ЭК в концентрации  $10^{-10}$  М приводило к увеличению длины корня на 37,8 %, но при этом к незначительному уменьшению длины побега на 2,5 %. Воздействие ЭК

в концентрации  $10^{-7}$  М приводило к уменьшению длины стебля и корня на 26,8 и 24,7 % соответственно (таблица).

Наибольший эффект был получен при обработке семян амаранта трехцветного раствором ЭК в концентрации  $10^{-11}$  М.

При обработке семян раствором конъюгата S31 и дальнейшем проращивании у растений амаранта трехцветного наблюдалось увеличение длины корня во всех вариантах опыта (таблица), длина побега также увеличилась, но в некоторых случаях наблюдалось незначительное уменьшение его длины по сравнению с контрольными растениями. При воздействии раствора S31 в концентрации  $10^{-10}$  М длина корня увеличилась на 42,3 %, а побега – на 3,8 % по сравнению с контрольными образцами. Обработка семян раствором S31 в концентрации  $10^{-11}$  М также приводила к увеличению длины корня на 15,7 %, но при этом наблюдалось уменьшение длины побега на 1,3 % по сравнению с контрольными растениями. Аналогичная ситуация наблюдалась и при действии на растения S31 в концентрациях  $10^{-9}$  М и  $10^{-7}$  М. Длина корней увеличивалась на 39,6 и 31,4 % соответственно, а длина побегов уменьшилась на 4,7 и 5,8 %.

Действие данного конъюгата в концентрации  $10^{-8}$  М привело к наибольшему изменению морфометрических параметров амаранта трехцветного. Длина корня увеличивалась на 58,2 %, а побега – на 8,7 %.

**Заключение.** Таким образом, по результатам лабораторного опыта можно сделать достоверный вывод, что наиболее эффективными концентрациями исследуемых веществ, оказывающими наибольший эффект на рост корней и побегов являются ЭК в концентрации  $10^{-11}$  М и S31 в концентрации  $10^{-8}$  М.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чиркова, Т. В. Амарант – культура XXI века / Т. В. Чиркова // Соров. образоват. журн. – 1999. – № 10. – С. 22–27.
2. Перспективы практического применения brassinosteroidов – нового класса фитогормонов / В. А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – № 1. – С. 3–11.
3. Семена цветочных культур. Правила приемки и методы отбора проб : ГОСТ 24933.0-81. – Введ. 01.10.86. – М. : Стандартинформ, 2011. – 23 с.
4. Дышко, В. Н. Агрохимические методы исследований : учеб.-метод. пособие / В. Н. Дышко, В. В. Дышко, П. В. Романенко. – Смоленск : ФГБОУ ВПО «Смолен. ГСХА», 2014. – 48 с.

**К содержанию**

**К. В. ТУНЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ВЛИЯНИЕ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Д. ЛЕГАТЫ КОБРИНСКОГО РАЙОНА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН**

**Актуальность.** Автомобильный транспорт является одним из основных загрязнителей окружающей среды. По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, за последние пять лет в Республике Беларусь ежегодные поступления в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных источников составляли около 1 млн т., что превышало 70 % суммарного объема выбросов по стране [1].

**Цель** – изучить влияние почвенных условий придорожных территорий д. Легаты Кобринского района на посевные качества семян кресс-салата и овса посевного.

**Материалы и методы.** Для исследований точечные пробы отбирались с интервалом 100 м вдоль дорожного полотна на удалении 1–2 м от него (в зависимости от конкретных условий на местности) из слоя почвы 0–20 см. Масса почвенного образца составила 500 г.

Отобранные образцы почв поместили в одинаковые пластиковые емкости, в которые посеяли по 30 семян двух тест-культур, относящихся к разным классам, – кресс-салата и овса посевного. Температурные условия и сроки регистрации показателей (энергия прорастания и всхожесть) тест-культур соответствовали ГОСТ 12038-84 [2].

**Результаты исследований.** Несмотря на то что на фильтровальной бумаге в эксперименте с почвенным образцом такой показатель, как энергия прорастания, обычно не определяется, учет количества проросших семян на данном этапе представляет определенный интерес для понимания особенностей прорастания культур и анализа динамики роста и развития растений.

В результате проведенного анализа выявляется разность динамики прорастания семян кресс-салата и овса посевного в условиях почв придорожных территорий по ул. Центральной д. Легаты. Наименьший результат для крестоцветной тест-культуры по данному показателю выявлен в почвенных образцах Ц 7 – 17,8 %, Ц 12 и Ц 18 – по 14,4 % проросших семян. Наиболее же высокая доля проросших на 3-й день семян кресс-салата

отмечалась в образцах почвы Ц 1, Ц 3, Ц 10 – 35,6; 33,3 и 28,9 % соответственно (рисунок 1).

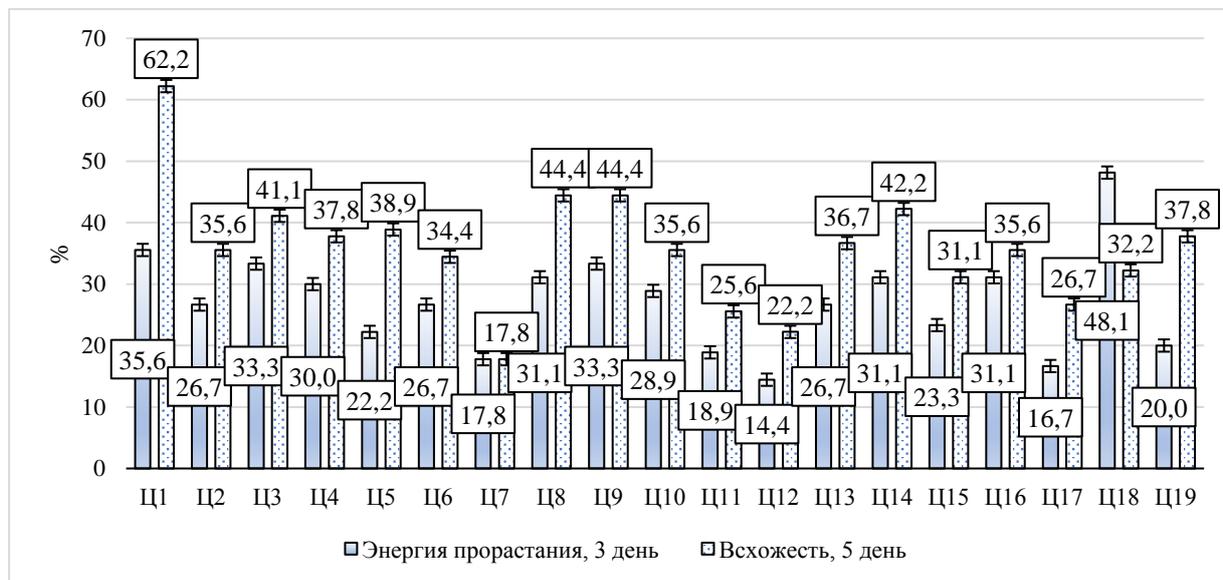


Рисунок 1 – Посевные качества семян кресс-салата

У овса посевного показатель энергии прорастания фиксировался на 7-й день эксперимента и в среднем был на 31,6 % выше аналогичного показателя у кресс-салата (37,2 % против 27,2 % соответственно). Наименьшая доля нормально проросших семян овса отмечается в условиях почвенных образцов Ц 5 (27,8 %), Ц 10 (28,9 %) и Ц 11 (27,8 %) (рисунок 2). При этом наиболее высокие значения показателя фиксировались в условиях почвенного образца Ц 1 – 51,1 %, что было на 27 % выше среднего значения по данному тест-объекту в исследуемых почвах.

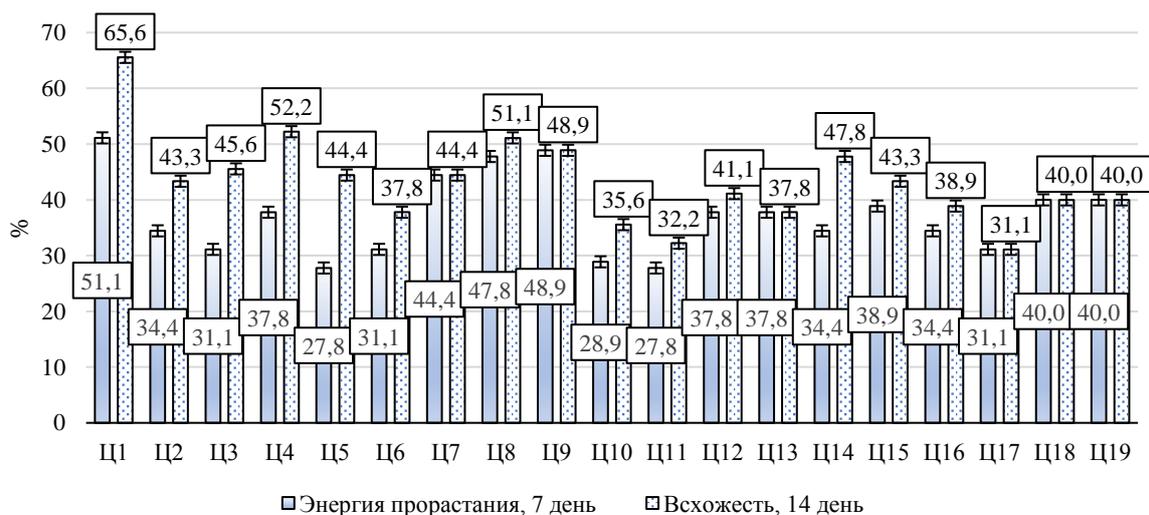


Рисунок 2 – Посевные качества семян овса посевного

На 5-й день эксперимента количество нормально проросших семян кресс-салата (всхожесть) увеличилось на 13–49 % в зависимости от варианта. В образцах почвы Ц 7 и Ц 12 все также отмечается низкими показателями количества нормально проросших семян, что составляет 17,8 % и 22,2 % (рисунок 1). Низкие показатели в варианте Ц 7 мы связываем с тем, что в окрестностях точки отбора данного почвенного образца производились агротехнические мероприятия по химической обработке посевов, в результате которой часть пестицидов могла оказаться на почве данной придорожной территории. Дополнительным фактором низких показателей могут служить активные дорожные работы. На месте отбора почвенного образца Ц 12 отрицательное действие можно объяснить интенсивным транспортным движением сельскохозяйственной техники, которая используется для обслуживания молочно-товарной фермы в д. Легаты.

Наиболее благоприятные условия для прорастания семян кресс-салата складывались в вариантах Ц 1, Ц 8 и Ц 9 (62,2; 44,4 и 44,4 % соответственно). Самая высокая всхожесть наблюдается в почвенном образце Ц 1 – 62,2 %. В целом по ул. Центральной д. Легаты полевая всхожесть кресс-салата составила 35,91 %.

Всхожесть овса посевного показала хорошую динамику относительно доли проросших семян кресс-салата в почвенных образцах ул. Центральной д. Легаты. Так, наименьшее количество взошедших семян отмечается в образцах Ц 11 и Ц 17 – 32,2 и 31,1 % соответственно (рисунок 2). Более высоким показателем (в 2 раза) характеризовался образец Ц 1 – 65,6 %, что считается невысокой всхожестью для злаковой культуры.

**Заключение.** В результате проведенной работы выявлено снижение посевных качеств семян обеих тест-культур в условиях почв придорожной территории ул. Центральной в направлении от ул. Тепличной и до конца улицы. В данном направлении наблюдается наибольший транспортный поток как сельхозтехники, так и грузовых автомобилей таких предприятий, как «Агропродукт», ОАО «Жабинковский сахарный завод», ОАО «Жабинковский комбикормовый завод», которые осуществляют перевозку сырья либо же доставку выпущенной продукции.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудь, А. В. Загрязнение тяжелыми металлами почв и растительности придорожных полов автодорог Минской области [Электронный ресурс] / А. В. Рудь // Весн. Беларус. дзярж. ун-та. Сер. 2, Хімія. Біялогія. Геаграфія. – 2007. – № 1. – С. 111–115. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22735260>. – Дата доступа: 04.11.2022.

2. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Межгосударственный стандарт : ГОСТ 12038-84 : с изм. и поправками. – Введ. 01.07.1986. – М., 2011. – 64 с.

**К содержанию**

**О. Н. ФРАНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

**ОЦЕНКА МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛЫ  
И ПОЧВЕННЫХ ДОБАВОК НА МОДЕЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ  
(*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Актуальность.** Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что золу и золошлаковые материалы можно использовать в различных отраслях народного хозяйства, например в сельском и лесном хозяйстве, металлургии, нефтехимической промышленности, строительной индустрии, в зеленом и дорожном строительстве, биоэнергетике [1].

Преимуществами применения золы в качестве почвенной добавки являются увеличение рН для кислых почв, возмещение запаса минеральных веществ, потребленных растениями (в том числе NPK до определенной степени), увеличение доступности для растений нутриентов и улучшение их роста. Сорбционные свойства золы и углей, полученных из растительной биомассы, способствуют снижению подвижности тяжелых металлов и устойчивых органических загрязнителей в почве, таким образом уменьшая их доступность для растений и риск попадания тяжелых металлов в пищевые цепи.

**Цель** – оценить влияние совместного применения золы и некоторых почвенных добавок методом биотестирования на длины и массы надземных и подземных органов клевера (*Trifolium pratense* L.).

**Материалы и методы.** В ходе проведения работы использовалась контрольная почва (отдел агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина) и древесная зола (КУМПП «Кобринское ЖКХ», работающее на местном виде топлива). Предварительные опыты показали, что концентрации золы более 50 % приводят к гибели всех растений. В качестве добавок использовался торф фрезерный верховой «Янтарь Полесья» (рН 3,0–4,5, производитель ОАО «Торфопредприятие “Глинка”», РБ) 10 и 20 %, а также комплексное минеральное удобрение аммофоска (NPK) из расчета 40 г/м<sup>2</sup> (таблица 1).

В качестве тест-объекта была выбрана кормовая культура клевер (*Trifolium pratense* L.). Выбор объекта обусловлен индикативностью к загрязнению почв. По 20 семян высевали в каждый горшок в четырехкратной повторности. Затем горшки были помещены в климатизированное

помещение зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина со стандартными климатическими условиями: световой режим – 14 часов, освещение –  $150 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , температура  $25^\circ\text{C}$  (день) /  $22^\circ\text{C}$  (ночь), относительная влажность – 65 % [2]. Побеги и корни каждого растения были промыты, взвешены и измерены.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ Microsoft Excel и R версия 3.5.3. Уровень достоверности –  $p < 0,05$ .

Таблица 1 – Состав почвенных смесей

№ п/п	Код	Состав смеси
1	T10	Торф (10 %)
2	З	Зола (10 %)
3	З + T10	Зола (10 %) и торф (10 %)
4	З + T20	Зола (10 %) и торф (20 %)
5	NPK	Комплексное минеральное удобрение аммофоска
6	T10 + NPK	Торф (10 %) и аммофоска
7	З + NPK	Зола (10 %) и аммофоска
8	З + T10 + NPK	Зола (10 %), торф (10 %) и аммофоска

**Результаты.** Уменьшение длины корней с ростом концентрации золы в почве носит более равномерный характер, чем уменьшение длины побега. Коэффициент корреляции для длины корня также выше, чем для длины побега. С ростом концентрации золы (после 10 %) происходит резкое снижение длины корня, что подтверждает его индикативность.

Анализ длины побегов и корней (таблица 2) выявил, что торф дает небольшой прирост длины побега и корня (14 и 7 %), зола вызывает незначительное увеличение длины побега (9 %) и уменьшение длины корня на 35 %, а совместное использование торфа и золы – значительное увеличение длины побега (почти на 100 %) и корня одновременно. Культура негативно реагирует на сильнокислые почвы и благоприятно на умеренное известкование.

При добавлении NPK отмечается значительный прирост длины побега в вариантах T10 + NPK (на 104 % по сравнению с контролем), З + T10 + NPK (на 76 %). Прирост длины побега в вариантах З + NPK и З + T10 практически одинаковый относительно варианта только с применением торфа, однако в варианте опыта З + T10 увеличение длины корня существенно превосходит отмеченное для двух названных вариантов с торфом. В варианте опыта T10 + NPK наблюдается увеличение длины корня, однако оно в 4,6 раза уступает приросту корня в варианте З + T10. В варианте З + NPK длина корня снижается на 45 % по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Оценка влияния удобрений на основе золы, торфа и аммофоски на длины и массы надземных и подземных органов клевера в лабораторных условиях (в % к контролю)

Состав почвенной смеси	Длина		Масса	
	побега	корня	побега	корня
T10	14	7	31	-45
НРК	11	10	9	-2
T10 + НРК	104	16	7	12
З	9	-35	-61	-67
З + T10	97	73	-3	-36
З + T20	96	21	-33	-82
З + T10 + НРК	76	13	-38	-69

Анализ массы побегов и корней (таблица 2) выявил, что для клевера характерно ингибирование прироста биомассы во всех вариантах с золой, причем минимальное снижение также фиксируется в варианте З + T10. При внесении только золы масса побега и корня снизилась на 61 и 67 %. При внесении золы и 10 % торфа снижение массы побега и корня менее значительно (3 и 36 %). Наблюдается уменьшение негативного влияния добавок золы на биомассу при внесении небольшого количества торфа.

Только в варианте T10 + НРК наблюдается небольшой прирост массы корня и побега, в остальных же вариантах опыта с прибавлением НРК масса вегетативных органов существенно снизилась.

**Заключение.** Уменьшение массы при одновременном увеличении длины вегетативных органов клевера (*Trifolium pratense* L.) можно отметить в вариантах З + T10 и З + T20. При использовании золы отмечается уменьшение массы побега и корня при незначительном увеличении длины побега и снижении длины корня. Применение минеральных комплексных удобрений лучше осуществлять отдельно от золы. Положительный эффект на длину и массу надземных и подземных органов клевера оказывает совместное внесение торфа (10 %) и комплексного минерального удобрения (НРК).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафроновская, Г. М. Утилизация золы на удобрение / Г. М. Сафроновская // Наше сел. хоз-во. – 2015. – № 19. – С. 56–59.
2. ISO 11269-2:2012. Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. – 2012. – P. 19.

**К содержанию**

**Е. А. ЦИБУЛЬСКИЙ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Токарчук, канд. геогр. наук, доцент

## **ВЕБ-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г. ЖАБИНКИ**

**Актуальность.** Актуальность исследования обусловлена значительной ролью зеленых насаждений в городах. Зеленая инфраструктура имеет большое значения как для поддержания экологического баланса в городах, так и для развития их туристско-рекреационного потенциала.

Город-спутник Жабинка – административный центр Жабинковского района Брестской области – расположен в 30 км к северо-востоку от г. Бреста в месте впадения р. Жабинки в р. Мухавец. По функциональному типу г. Жабинка относится к промышленно-аграрным городам. На промышленных предприятиях производится 79 % совокупного объема промышленного и сельскохозяйственного производства [1].

Относительная близость к областному центру, наличие удобного транспортного сообщения с ним стало одной из главных причин придания г. Жабинке статуса города-спутника г. Бреста. По данным Национального статистического комитета Беларуси, численность населения г. Жабинки на 01.01.2022 составила 14,1 тыс. человек, что представляет 1,5 % от численности городского населения Брестской области.

**Цель работы** – разработка и создание мониторинга природных экосистем и урбанизированных территорий, обеспечение учета и интеграции зеленой инфраструктуры в процесс разработки градостроительной документации, в том числе принятия решений в поддержку обоснованного и устойчивого развития.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось с использованием облачной платформы картографирования ArcGIS Online на основании данных Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также собственных полевых исследований.

**Результаты исследований.** В данной работе представлены результаты веб-картографирования ландшафтно-рекреационных и озелененных территорий промышленных и общественных центров с использованием облачной платформы картографирования ArcGIS Online.

В целом для территории г. Жабинки было выполнено два веб-приложения.

С использованием шаблона Story Map Tour создано приложение «Зеленые территории Жабинки» [2] (рисунок 1). Данный шаблон исполь-

зуется для создания карты с последовательным повествованием на основе местоположений. Каждая «точка повествования» сопровождается изображениями и имеет географическую привязку. При изучении приложения можно последовательно продвигаться по списку объектов либо пролистывать его с помощью карты или карусели изображений.

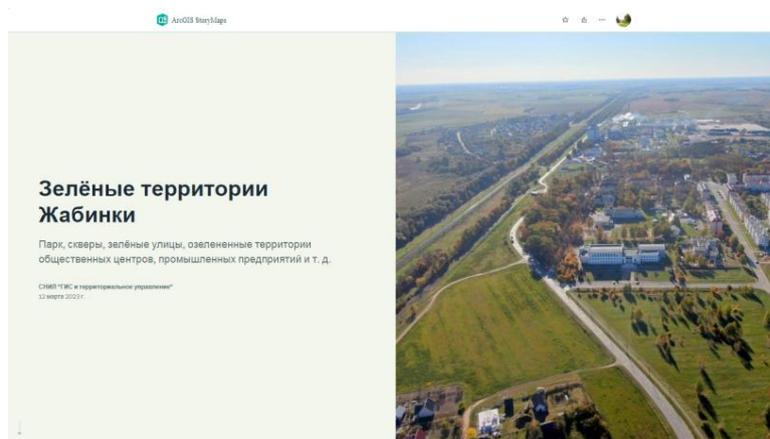


Рисунок 1 – Веб-приложение «Зеленые территории Жабинки»

В данном приложении на интерактивную карту-подложку *Openstreetmap* г. Жабинки были нанесены все озелененные территории города, которые могут быть использованы для отдыха, рекреации и т. д.

При создании приложения использовался целый ряд возможностей данного шаблона:

1. Для начала изучения приложения была создана титульная страница, которая загружается на начальном этапе.

2. Шаблон позволяет выставлять пунсоны четырех цветов. В итоге на карту были нанесены парки, скверы, озелененные территории общественных и промышленных центров, зеленые улицы.

3. Для каждой точки были использованы изображения.

4. Имя точки создавалось исходя из официальных названий данных зеленых территорий (для парков и скверов) либо давалось самостоятельно исходя из общих особенностей.

5. Экстент тура создавался таким образом, чтобы в максимально возможном увеличении находились все точки приложения.

6. При показе каждой отдельной точки приложения применялась возможность масштабирования.

С использованием шаблона *Story Maps* создано приложение «Ландшафтно-рекреационные территории Жабинки» [3] (рисунок 2), в котором отображены крупные озелененные территории г. Жабинки.

Преимущество этого шаблона по сравнению с другими – это возможность использовать большое количество фотографий для каждой территории. Таким образом, имея значительное количество фотографического материала, полученного в результате полевых исследований, было составлено актуальное описание всех ландшафтно-рекреационных территорий, где каждый пункт проиллюстрирован фотографиями.

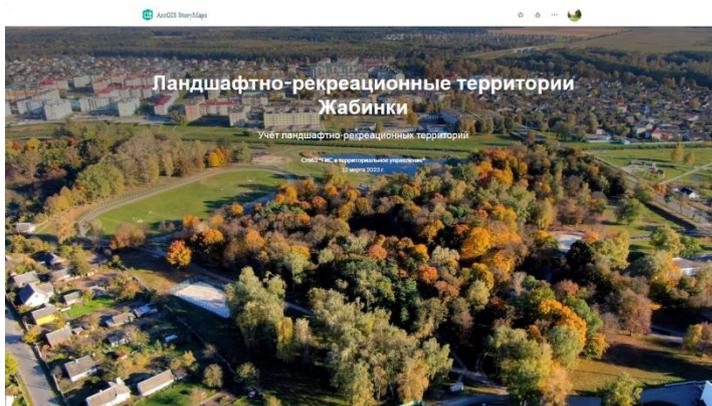


Рисунок 2 – Веб-приложение «Ландшафтно-рекреационные территории Жабинки»

В основном поле приложения находится карта Openstreetmap, отображающая местоположение ландшафтно-рекреационных территорий города, в дополнительном поле приводится краткая характеристика данных территорий, проиллюстрированная фотографическим и текстовым материалом.

**Заключение.** Таким образом, в данном исследовании показаны возможности использования облачной платформы картографирования для составления интерактивных карт зеленых территорий города на примере г. Жабинки. Составленные веб-приложения можно использовать для развития туристско-рекреационного потенциала города.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регионы Беларуси : энциклопедия. В 7 т. Т. 1. Кн. 1. Брестская область / редкол.: Т. В. Белова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2009. – 520 с.
2. Зеленые территории Жабинки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcg.is/CLnHK>. – Дата доступа: 08.03.2023.
3. Ландшафтно-рекреационные территории Жабинки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcg.is/1L54fL0>. – Дата доступа: 08.03.2023.

#### К содержанию

**П. А. ЧЕКЕЛЬ**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

**ВИДОВОЙ СОСТАВ СТРЕКОЗ (ODONATA) Г. ГРОДНО  
И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ**

**Актуальность.** Стрекозы относятся к древней группе насекомых обитателей суши и континентальных водоемов [1; 2]. Сложное поведение, наличие высокоадаптивных жизненных форм, активное хищничество определяют их важную роль в трофических сетях биоценозов. При чередовании водной и наземной фаз развития и большой биомассе стрекозы вносят существенный вклад в круговорот веществ в биогеоценозах [1].

**Цель** – выявление видового состава отряда стрекоз на территории г. Гродно и его окрестностей.

**Материалы и методы.** Для исследований выбрали четыре биотопа:

1. Пруд возле ОАО «Гродненский мясокомбинат» г. Гродно. Прибрежные растения составляют листовенные породы деревьев (*Salix sp.*, *Populus tremula*), а также травянистые растения. Доминирующие виды – *Typha latifolia*, большое количество представителей семейства Роасеае, *Aegopodium podagraria*, *Schoenoplectus lacustris*.

2. Гожское озеро – Гродненский район, в 11 км на север от г. Гродно, примерно в 0,6 км на восток от аг. Гожа, относится к бассейну р. Гожанка. Прибрежные растения составляют различные древесные породы: *Quercus robur*, *Picea abies*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*, *Salix sp.* Доминирующие виды – *Aegopodium podagraria*, представители семейства Роасеае, *Urtica dioica*, а также гидрофиты *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*.

3. Участок р. Гожанка – Гродненский район, приток р. Неман. Участок выбран в пределах д. Цидовичи (16 км от г. Гродно). Протяженность исследуемого участка 50 м. Деревья – *Populus tremula*, *Alnus glutinosa*, *Picea abies*. Доминирующие виды – *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria*, *Butomus umbellatus*, *Frangula alnus*, *Potentilla anserina*.

4. Искусственный водоем возле д. Гумбачи – Гродненский район, в 15,6 км от г. Гродно. Древесный состав: *Picea abies*, *Populus tremula*, *Betula sp.* Травяной прокров в основном представлен семействами Роасеае, *Aegopodium podagraria*, *Schoenoplectus lacustris*, *Butomus umbellatus*, а также гидрофитами *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*.

Сборы проводили с использованием энтомологического сачка диаметром 30 см. Для умерщвления пойманных насекомых использовали морилку.

Умерщвленные стрекозы обычно складывали крылья, поэтому для определения и дальнейшего хранения использовали расправилки из пластинки пенопласта. Крылья расправлялись пинцетом, каждую пару крыльев (правая и левая) прижимали к поверхности расправилки полоской бумаги, концы которой фиксировались булавками [3]. В таком состоянии стрекозы высушили за 2–3 дня, затем размещались в коллекцию. Индикацию проводили по определителям и специализированным интернет-порталам [4–6].

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований биотопов в период с июня по август 2022 г. определены следующие виды стрекоз (таблица).

Таблица – Список видов стрекоз исследуемых биотопов

Вид	Биотоп			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Подотряд Anisoptera				
Семейство Aeshnida				
<i>Aeshna caerulea</i> Ström, 1783	+	–	–	–
<i>Aeshna cyanea</i> Muller, 1764	–	+	–	–
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	+	–	–	–
Семейство Corduliidae				
<i>Cordulia aenea</i> Linnaeus, 1758	+	–	+	–
Семейство Libellulidae				
<i>Sympetrum danae</i> Sulzer, 1776	+	–	–	+
<i>Sympetrum flaveolum</i> Linnaeus, 1758	+	–	+	+
<i>Sympetrum sanguineum</i> Muller, 1764	+	+	+	+
<i>Sympetrum vulgatum</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+
Подотряд Zygoptera				
Семейство Calopterygidae				
<i>Calopteryx splendens</i> Harris, 1782	–	–	+	–
<i>Calopteryx virgo</i> Linnaeus, 1758	+	–	+	+
Семейство Coenagrionidae				
<i>Coenagrion hastulatum</i> Charpentier, 1825	–	+	+	+
<i>Coenagrion puella</i> Linnaeus, 1758	–	–	–	+
<i>Coenagrion pulchellum</i> Vander Linden, 1825	–	+	+	+
<i>Enallagma cyathigerum</i> Charpentier, 1840	–	–	–	+
<i>Erythromma najas</i> Hansemann, 1823	–	+	–	–
<i>Ischnura elegans</i> Vander Linden, 1820	–	+	–	–
Семейство Lestidae				
<i>Lestes virens</i> Charpentier, 1825	+	+	–	+
Семейство Platycnemididae				
<i>Platycnemis pennipes</i> Pallas, 1771	–	+	+	+
Итого: 18 видов				
Примечание – № 1 – пруд возле ОАО «Гродненский мясокомбинат»; № 2 – Гожское озеро; № 3 – участок р. Гожанка; № 4 – искусственный водоем возле д. Гумбачи.				

**Заключение.** За период исследования выявлены 18 видов стрекоз, относящихся к двум подотрядам, семи семействам и 11 родам. Абсолютно постоянными видами (выявлены на всех исследованных водных объектах) являются *Sympetrum sanguineum*, *S. vulgatum*. Постоянными (выявлены в трех биотопах) видами являются *Coenagrion hastulatum*, *C. pulchellum*, *Lestes virens*, *Platycnemis pennipes*, *Calopteryx virgo*, *Sympetrum flaveolum*. К добавочным видам, отмеченным только в двух местообитаниях, относятся *Cordulia aenea*, *Sympetrum danae*. Виды, отмеченные только в одном биотопе, – *Aeshna caerulea*, *A. cyanea*, *Anax imperator*, *Calopteryx splendens*, *Coenagrion puella*, *Enallagma cyathigerum*, *Erythromma najas*, *Ischnura elegans*. Нами выявлено новое место обитания краснокнижного вида *Anax imperator*, имеющего III категорию охраны в Республике Беларусь [7], – пруд возле ОАО «Гродненский мясокомбинат». Наиболее активный лет имаго отмечен в середине июля.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фауна и экология стрекоз / Б. Ф. Бельшев [и др]. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 207 с.
2. Бельшев, Б. Ф. Стрекозы Сибири (*Odonata*) / Б. Ф. Бельшев ; отв. ред. В. В. Шевченко ; АН СССР, Сиб. отд-ние, Биол. ин-т. – Новосибирск : Наука, 1973. – Т. 1, ч. 1. – 327 с.
3. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных : учеб. пособие для ун-тов / К. К. Фасулати. – М. : Высш. шк., 1971. – 424 с.
4. Онишко, В. В. Стрекозы России : ил. атлас-определитель / В. В. Онишко, О. Э. Костерин. – М. : Фитон XXI, 2021. – 480 с.
5. Определитель насекомых европейской части ССР : учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов / Б. М. Мамаев, Л. П. Медведев, Ф. Н. Правдин. – М. : Просвещение, 1976. – 304 с.
6. Стрекозы Беларуси (*Odonata of Belarus*) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://odonata.weebly.com/>. – Дата доступа: 04.03.2022.
7. Красная книга Республики Беларусь: Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. – Минск : Беларус. Энцыкл., 2015. – 320 с.

#### К содержанию

**А. В. ШВАЙКО**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ ТЕТРАСУКЦИНАТА 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА  
НА НАЧАЛЬНЫЙ РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ  
(*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH.) СОРТА ВЛАДА**

**Актуальность.** Крупяные культуры в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь играют важную роль. Наиболее ценной из них является гречиха посевная. Это связано с тем, что гречневая крупа в своем составе имеет белки и многие другие вещества, которые нужны для нормальной жизнедеятельности организма. Но гречиха посевная в Республике Беларусь имеет сравнительно низкую урожайность и неустойчива к абиотическим факторам среды, прежде всего к низким температурам.

В настоящее время для повышения урожайности и устойчивости к абиотическим факторам среды применяют brassinостероиды – вещества, относящиеся к классу растительных полигидроксистероидов, фитогормонов, которые играют значительную роль в развитии растений. Они стимулируют рост пыльцевых трубок, дифференциацию ксилемы, контролируют форму листьев и рост корней. Классически brassinостероиды считаются гормонами устойчивости высших растений к биотическим и абиотическим условиям [1]. Их рострегулирующие и протекторные свойства на различных культурах, в том числе и на гречихе посевной, достаточно широко изучены, в том числе и в исследованиях, осуществленных в БрГУ имени А. С. Пушкина [2]. Для повышения эффективности действия brassinостероидов синтезированы их конъюгаты с различными органическими кислотами, в том числе и янтарной. Биологическая активность этих конъюгатов изучена очень слабо и только с салициловой кислотой [3]. Поэтому в БрГУ имени А. С. Пушкина в рамках выполнения финансируемой НИР ГПНИ начато исследование биологической активности конъюгатов brassinостероидов с кислотами, первоначально салициловой и индолилуксусной, на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе на гречихе посевной, и уже получены первые результаты [4].

**Цель** – определить наиболее перспективные концентрации растворов тетраСУКЦИНАТА 24-эпикастастерона для стимулирования начальных этапов роста и развития гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Влада путем анализа их влияния на морфометрические показатели в лабораторных условиях.

**Материалы и методы.** Как тест-объект для исследования использовали гречиху посевную (*Fagopyrum esculentum* Moench.) районированного во всех областях Республики Беларусь сорта Влада [5].

Предмет исследования – анализ влияния на ее всхожесть, рост и развитие растворов тетраэтилоксиэтил-24-эпикастастерона (ТЭ) в широком спектре концентраций ( $10^{-7}$ – $10^{-11}$  М). Проращивание гречихи производили в лабораторных условиях, предусмотренных СТБ 1073-97 [6]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel по П. Ф. Рокицкому [7].

**Результаты исследований.** В ходе эксперимента было выявлено наличие разнонаправленной и сильно зависящей от используемой концентрации рострегулирующей активности ТЭ на начальные этапы роста гречихи.

Влияние растворов в минимальной ( $10^{-11}$  М) и максимальной ( $10^{-7}$  М) концентрациях не привело к достоверным отличиям энергии прорастания от контроля с водой (рисунок). Растворы в трех средних используемых концентрациях ( $10^{-10}$ – $10^{-8}$  М) вызвали достоверное повышение этого показателя, наиболее сильно и с максимальной вероятностью по критерию Стьюдента проявившееся в варианте с концентрацией  $10^{-8}$  М ( $P \leq 0,001$ ).



Рисунок – Влияние растворов различных концентраций ( $10^{-11}$ – $10^{-7}$  М) тетраэтилоксиэтил-24-эпикастастерона на энергию прорастания (%) гречихи посевной сорта Влада

Во влиянии ТЭ на всхожесть прослеживалась та же закономерность, но достоверные различия с  $P \leq 0,01$  были получены только для концентраций  $10^{-9}$  и  $10^{-8}$  М, а максимальное значение этого показателя наблюдалось при концентрации  $10^{-9}$ , а не  $10^{-8}$  М, как для энергии прорастания.

Результаты действия ТЭ на корневую систему оказались противоречивыми: растворы в двух максимальных концентрациях достоверно уменьшали длину корешков, а в остальных – не оказывали достоверного влияния. Но их массу растворы в двух концентрациях ( $10^{-10}$  и  $10^{-9}$  М) достоверно повышали, а негативное влияние оказала только максимальная доза ТЭ. Растворы ТЭ во всех дозах, кроме минимальной ( $10^{-11}$  М), увеличивали высоту и массу проростка, причем максимально – в вариантах с концентрациями  $10^{-9}$  и  $10^{-8}$  М.

**Заключение.** В результате скрининговых исследований рострегулирующей активности ТЭ установлено, что его растворы в максимальной концентрации ( $10^{-7}$  М) вызывали достаточно сильное угнетение роста, а растворы в минимальной концентрации ( $10^{-11}$  М) не давали значимого эффекта. Растворы с концентрациями  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  и  $10^{-10}$  М оказывали в целом стимулирующее влияние, но различное для разных показателей. Следовательно, было принято решение, что дальнейшие исследования будут проводиться с использованием растворов только с концентрациями  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  и  $10^{-10}$  М.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
2. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.] ; под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 261 с.
3. Синтез и стресс-протекторное действие на растения конъюгатов брассиностероидов с салициловой кислотой / Р. П. Литвиновская [и др.] // Химия природ. соединений. – 2016. – № 3. – С. 394–398.
4. Кароза, С. Э. Анализ рострегулирующей активности конъюгатов эпикастастерона с органическими кислотами на примере гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) / С. Э. Кароза // Биотехнология: достижения и перспективы развития : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 25–26 нояб. 2021 г. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: В. И. Дунай [и др.]. – Пинск : ПолесГУ, 2021. – С. 79–84.
5. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sorttest.by/gosudarstvennyuyeyestr-sortov-2020-1>. – Дата доступа: 03.11.2022.
6. Семена зерновых культур. Сортвые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.
7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

**К содержанию**

УДК 58.084.2

**И. Ф. ЯНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – С. М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

## **СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ДВУХ СОРТОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2022 Г.**

**Актуальность.** Определение степени влияния климатических условий на темпы роста и продуктивность растений моркови столовой остается важной задачей в совершенствовании ее агротехники. Морковь столовая является одной из основных овощных культур и выращивается практически повсеместно. Однако наблюдаемая тенденция к снижению производства моркови в России и Беларуси в последние годы увеличивает актуальность повышения ее урожайности [1].

**Цель** – продолжить исследования, начатые в 2021 г. [2], и провести сравнительную характеристику параметров роста и продуктивности двух сортов моркови столовой (*Daucus carota* L.) на приусадебном участке в вегетационный период 2022 г.

**Материалы и методы.** Объекты исследования – морковь столовая сорта Амстердамская с ранним сроком и сорта Барыня со средним сроком созревания. Оба сорта включены в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь (сорт Амстердамская с 2013 г., сорт Барыня с 2016 г.). Полевой эксперимент был проведен на приусадебном участке в д. Старое Село Жабинковского района на делянках площадью 2,7 м<sup>2</sup>, что в целом соответствует условиям проведения полевого опыта. Уборка урожая проводилась 15.10.2022.

**Результаты исследований.** Эксперимент по оценке генотипических особенностей развития растений моркови столовой на примере двух сортов – Амстердамская и Барыня – в одинаковых почвенно-климатических условиях выращивания на приусадебном участке был заложен 01.05.2021, температура воздуха составляла 19 °С, влажность почвы может быть охарактеризована как влажноватая. Норма высева семян у двух сортов составила 540 штук. Первые всходы моркови появились на 20-е сутки в количестве 336 штук, из них 172 относятся к сорту моркови Барыня, 164 – Амстердамская. Таким образом, всхожесть семян моркови столовой у данных сортов составила 31,85 и 30,37 % соответственно. В начале вегетационного периода 2022 г. отмечалось усиление скорости ветра, что привело к позднему прорастанию семян.

Дальнейшие наблюдения за всхожестью семян моркови столовой двух сортов в первый межфазовый период вегетации 2022 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Всхожесть семян моркови столовой двух сортов в первый межфазовый период вегетации 2022 г.

Дата	Сутки	Количество всходов (шт.)		Всхожесть, %	
		сорт Барыня	сорт Амстердамская	сорт Барыня	сорт Амстердамская
26.05.2022	20	172	164	31,85	30,37
27.05.2022	21	195	186	36,11	34,44
28.05.2022	22	213	198	39,44	36,66
29.05.2022	23	228	219	42,22	40,55
30.05.2022	24	240	231	44,44	42,77
31.05.2022	25	251	245	46,48	45,37
01.06.2022	26	264	258	48,88	47,77
02.06.2022	27	278	272	51,48	50,37
03.06.2022	28	288	283	53,33	52,40
04.06.2022	29	297	296	55,0	54,81
05.06.2022	30	309	307	57,22	56,85
06.06.2022	31	316	313	58,52	57,96
07.06.2022	32	324	321	60,0	59,44
08.06.2022	33	324	321	60,0	59,44

Анализ данных таблицы показал, что фаза прорастания длилась в течение 14 дней. Полевая всхожесть на 33-и сутки у сорта Барыня составила 60 %, у сорта Амстердамская – 59,44 %.

Развитие растений моркови столовой в 2022 г. проходило в условиях жаркой погоды: среднесуточная температура воздуха в мае составила 18,2 °С, в июне – 25 °С, в июле – 24,1 °С, в августе – 25,9 °С, в сентябре – 15,2 °С, в первых двух декадах октября – 14,8 °С; общее количество дней с осадками – 22. Для увлажнения почвы проводили искусственный полив, общее количество дней с искусственным поливом – 79. Фенологические наблюдения показали, что формирование первого настоящего листа у растений двух сортов моркови столовой отмечено на 28-е сутки после посева семян. На 30-е сутки все растения имели первый настоящий лист, также отмечено начало формирования второго листа. На 35-е сутки все растения имели по два листа, на 51-е сутки зафиксировано появление третьего листа у некоторых растений. Площадь листовой пластинки на 91-й день у сорта Барыня составляла 21,3 см<sup>2</sup>, у сорта Амстердамская – 38,51 см<sup>2</sup>.

Анализ данных по массе 50 корнеплодов у каждого сорта моркови представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Масса корнеплодов двух сортов моркови столовой

Показатель	Сорт Барыня	Сорт Амстердамская
Минимальный вес, г	85	90
Максимальный вес, г	170	180
Среднее значение ± ошибка	127,3 ± 2,74	140,3 ± 3,14
Коэффициент вариации, %	15,21	15,79
T-критерий Стьюдента	3,12	

Масса корнеплодов моркови сорта Амстердамская варьировала от 90 до 180 г, средняя масса – 140,3 г. Масса корнеплодов моркови сорта Барыня варьировала от 85 до 170 г, средняя масса – 127,3 г. Рассчитанный t-критерий Стьюдента показал, что различия между сравниваемыми величинами являются статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Заключение.** Результаты исследования показали, что полнота всходов растений у двух испытанных сортов была практически одинаковой. По показателю «площадь листовой пластинки» сорт Амстердамская превосходил сорт Барыня на 17,21 см<sup>2</sup>. Погодные условия в год исследования позволили сформировать урожайность корнеплодов моркови столовой у сорта Амстердамская на уровне 9,3 кг/м<sup>2</sup>, у сорта Барыня – 8,5 кг/м<sup>2</sup>. Таким образом, более урожайным оказался сорт Амстердамская, средняя урожайность которого на 0,8 кг/м<sup>2</sup> больше по сравнению с сортом Барыня. В сравнении с вегетационным периодом 2021 г. [2] площадь листовой пластинки у сорта Амстердамская с ранним сроком созревания увеличилась, а у сорта Барыня со средним сроком созревания уменьшилась. Урожайность же увеличилась у обоих сортов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рабинович, Г. Ю. Эффективность жидкофазных биосредств при возделывании моркови на торфяных почвах / Г. Ю. Рабинович, Н. В. Фомичева, Ю. Д. Смирнова // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 319–329. – Режим доступа: <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-319-329>.

2. Пшик, И. Ф. Сравнение параметров роста и продуктивности двух сортов моркови столовой в вегетационный период 2021 г. [Электронный ресурс] / И. Ф. Пшик // Мониторинг и охрана окружающей среды : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов, Брест, 25 марта 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 191–193. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/7648>.

**К содержанию**