

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

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

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

Брест, 16 ноября 2022 года

Брест  
БрГУ имени А. С. Пушкина  
2022

**ISBN 978-985-22-0532-0**

© УО «Брестский государственный  
университет имени А. С. Пушкина», 2022

Об издании – 1, 2

1 – сведения об издании

УДК 581.5+582+574.1+001.891(476)(082)

ББК 28.58в6

*Редакционная коллегия:*

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

*Рецензенты:*

заведующий лабораторией оптимизации экосистем  
ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»  
кандидат биологических наук, доцент **В. Т. Демянчик**  
  
заведующий кафедрой зоологии и генетики  
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»  
кандидат биологических наук, доцент **А. Н. Тарасюк**

**Культурная** и дикорастущая флора Белорусского Полесья [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 16 нояб. 2022 г. ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – 208 с. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/7956>.

ISBN 978-985-22-0532-0.

Материалы сборника отражают основные направления научных исследований студентов и посвящены решению актуальных проблем культурной и дикорастущей флоры Белорусского Полесья и сопредельных территорий, рационального природопользования, агроэкологии, экологического образования.

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

Разработано в PDF-формате.

**УДК 581.5+582+574.1+001.891(476)(082)**

**ББК 28.58в6**

Текстовое научное электронное издание

**Системные требования:**

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

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2022

## 2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 10, Microsoft Office Word 2010;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, технический редактор А. А. Лясник, компьютерный набор и верстка А. А. Лясник;
- дата размещения на сайте: 29.12.2022;
- объем издания: 3,70 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.

[В начало](#)

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>Адамчук М. А.</b> Совместное влияние ионов кадмия с эпикастастероном и его конъюгатами на рост и развитие гречихи посевной ( <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) в лабораторных условиях..... | 8  |
| <b>Алехно А. В.</b> Формирование экологической культуры учащихся начальных классов через работу объединений по интересам эколого-биологического профиля .....                                     | 11 |
| <b>Анохова Д. А.</b> Основные экологические тропы Брестчины .....   | 14 |
| <b>Атджыева О.</b> Исследование протекторного действия некоторых аминокислот при засолении .....  | 17 |
| <b>Бартош П. А.</b> Влияние золотарника канадского на рост и развитие культурных растений .....   | 20 |
| <b>Барымова А. С.</b> Брассиностероиды и антистрессовая устойчивость подсолнечника однолетнего к ионам свинца .....   | 23 |
| <b>Бегаль М. А.</b> Мониторинг содержания сульфат- и хлорид-ионов в поверхностных водах р. Пульвы г. Высокое (Брестская область) за 2017–2021 гг. ....  | 26 |
| <b>Буко А. С.</b> Биоиндикация состояния городской среды с помощью теста «Флуктуирующая асимметрия листа».....  | 29 |
| <b>Бушманова М. В.</b> Влияние засоления на морфометрические характеристики проростков озимой пшеницы разных сортов .....   | 32 |
| <b>Вабищевич М. М.</b> Географическая структура флоры низинных лугов в окрестностях аг. Плотница Столинского района Брестской области.....  | 35 |
| <b>Василевская А. В., Русавук М. В.</b> Изменение морфометрических параметров подсолнечника однолетнего при действии эпикастастерона и его конъюгата .....  | 38 |
| <b>Вошук Е. А.</b> Сезонная динамика фитопланктона р. Ведьмы (Ляховичский район).....   | 41 |
| <b>Гончаревич Е. Д.</b> Мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Березовский мясоконсервный комбинат» за период 2018–2021 гг. ....                         | 44 |
| <b>Демьянчик М. М., Андрейчук А. В.</b> Морфометрические параметры плодов черешни коллекционного сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина .....  | 47 |
| <b>Довгер В. Л.</b> Морфолого-биологическая характеристика рода <i>Vaccinium</i> L. ....  | 50 |
| <b>Дубик В. Б.</b> Фиторемедиация городских огородных почв с использованием стимуляторов роста и почвенных добавок .....  | 53 |
| <b>Ефимова А. А.</b> Сосудистые растения системы р. Пины в черте г. Пинска .....  | 56 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Ильютчик Е. И.</b> Почвенные водоросли ареала геохимической аномалии «Зеленый Бор» (Ивацевичский район) .....   | 59  |
| <b>Казак Э. К., Мацко Д. И.</b> Влияние низких положительных температур и электромагнитного излучения на ростовые процессы гречихи посевной .....                      | 62  |
| <b>Кайдалова М. О.</b> Влияние биогумуса на фитотоксичность почвы, загрязненной нефтепродуктами в отношении <i>Lepidium sativum</i> L. ....                            | 65  |
| <b>Качина А. А.</b> Представители семейства Розоцветные в окрестностях д. Ковердяки.....   | 68  |
| <b>Козачок А. В.</b> Анатомо-морфологические особенности листовых пластинок р. <i>Ficus</i> коллекции Зимнего сада .....   | 71  |
| <b>Колядич М. А.</b> Содержание и состав гумуса почв некоторых рекреационных территорий г. Бреста.....   | 74  |
| <b>Конопацкая О. А.</b> Мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферу воздуха предприятием ОАО «Полесьеэлектромаш» за период 2017–2021 гг. ....                 | 76  |
| <b>Кравцова Т. А.</b> Опыт работы волонтерского отряда «Экологический патруль» по озеленению и благоустройству г. Витебска и его окрестностей.....                     | 79  |
| <b>Кукуть Е. В.</b> Цитоморфологические особенности каллусной культуры персеи американской .....   | 82  |
| <b>Лазарева В. О.</b> Содержание запасного крахмала в однолетнем стебле вишни разного срока созревания.....  | 85  |
| <b>Лашина К. А.</b> Анализ содержания фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы при действии прометрекса Фло.....   | 88  |
| <b>Лешик С. Н.</b> Мониторинг выбросов в атмосферу опасных летучих веществ предприятием ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский» за 2019–2021 гг. ....                   | 91  |
| <b>Лешик С. Н.</b> Экологические аспекты изучения химии в старших классах .....  | 94  |
| <b>Лещинская Н. М.</b> Влияние электромагнитного излучения на продуктивность льна-долгунца.....  | 97  |
| <b>Литвинова В. Ю.</b> Совместное влияние ионов свинца с эпикастастероном и его конъюгатами на содержание фотосинтетических пигментов в листьях гречихи посевной ..... | 100 |
| <b>Лознюха Я. О.</b> Таксономический состав водно-прибрежных растений озера Городищенское Пинского района .....  | 103 |
| <b>Лукьянчик М. А.</b> Видовой состав, численность и стацциальное распределение мигрирующих куликов на прудах рыбохозяйства «Соколово» .....                           | 106 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Мамедова Ю. Н.</b> Оценка устойчивости пшеницы к засолению по уровню перекисного окисления липидов .....  | 109 |
| <b>Мацко Д. И., Казак Э. К.</b> Влияние низких положительных температур и электромагнитного излучения на ростовые процессы люпина узколистного .....   | 112 |
| <b>Мельничук В. И.</b> Исследование жесткости питьевой воды г. Пинска ....   | 115 |
| <b>Мелюх А. В.</b> Оценка влияния 24-эпикастастерона и его конъюгата с кислотами на устойчивость гороха посевного к ионам свинца.....  | 118 |
| <b>Мисюля Д. И.</b> Фитотоксичность продуктов окислительной термической деструкции полиэтилена и полиэтилентерефталата.....  | 121 |
| <b>Мосейчук П. О.</b> Использование в Беларуси рода <i>Linum</i> L. ....   | 124 |
| <b>Мухина А. А.</b> Морфологический анализ культуры микропобегов розмарина лекарственного ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....   | 127 |
| <b>Науменко Н. С.</b> Меристические признаки карповых рыб – плотвы <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) и густеры <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) – в р. Днепр (в пределах Гомельской области)..... | 130 |
| <b>Нестерук В. С., Франчук О. Н.</b> Оценка влияния смесей древесной золы и торфа на морфологические параметры фестулолиума .....  | 133 |
| <b>Окотчик В. Д.</b> Соотношение видов в структуре сообществ кокциnellид в условиях зеленых насаждений г. Барановичи.....  | 136 |
| <b>Онуфриюк Ю. С.</b> Антропогенная нагрузка на водосборы малых рек Белорусского Полесья (на примере р. Пины).....   | 139 |
| <b>Павлюковец Н. Г.</b> Анализ распространения некоторых инвазионных видов в фитоценозах Ивановского района .....  | 142 |
| <b>Петручик Е. С.</b> Воздействие комбинации пищевого красителя тартразина с витамином С на соотношение полов в поколениях I <sub>1</sub> –I <sub>5</sub> <i>Drosophila melanogaster</i> L. ....               | 144 |
| <b>Прохоцкая Н. С.</b> Особенности роста декоративных растений при совместном произрастании .....  | 147 |
| <b>Пшкит И. И.</b> Посевные качества семян двух культур в условиях придорожной почвы ул. Дзержинского г. п. Логишин .....  | 150 |
| <b>Рахуба М. Г., Колядич М. А., Кайдалова М. О.</b> Целлюлозолитическая активность почв некоторых техногенных объектов г. Бреста.....  | 154 |
| <b>Рокицкая А. Н.</b> Эколого-фитоценотические особенности растительного покрова сосняков мшистых Сошненского лесничества ГЛХУ «Пинский лесхоз».....   | 156 |
| <b>Романович Д. А.</b> Анализ металлопротекторной активности эпикастастерона и его конъюгатов на примере овса посевного ( <i>Avena sativa</i> L.).....   | 158 |
| <b>Рохацевич Д. И.</b> Динамика цветения весенней дендрофлоры сада непрерывного цветения Центра экологии.....  | 161 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Селих Г. Н.</b> Эколого-таксономическая структура лекарственных растений окрестностей д. Прилуки Брестского района .....   | 165 |
| <b>Семерник Д. П.</b> Влияние экосила на посевные качества семян и ростовые процессы растений <i>Calendula officinalis</i> L. на ранних этапах прорастания .....            | 167 |
| <b>Сергеева А. А.</b> Влияние ауксинов и цитокининов на культуру <i>in vitro</i> граната обыкновенного .....  | 170 |
| <b>Сергеева А. А.</b> Получение асептических проростков граната обыкновенного ( <i>Punica granatum</i> L.) .....  | 173 |
| <b>Синицына Д. А.</b> Мониторинг выбросов марганца и его соединений филиалом «Завод “Энергодеталь”» ОАО «Белсельэлекросетьстрой» за период 2016–2021 гг. ....               | 176 |
| <b>Тарасюк В. М.</b> Анализ динамики количества выбросов угарного газа предприятием ОАО «Пружанский льнозавод» за период 2017–2021 гг. ....                                 | 179 |
| <b>Терехина П. С.</b> Оценка влияния 24-эпикастастерона и его конъюгата тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона на устойчивость гороха посевного к ионам свинца .....         | 181 |
| <b>Третьякова А. В.</b> Характеристика <i>Rubus saxatilis</i> L. в окрестностях аг. Лесная Барановичского района .....  | 184 |
| <b>Тунчик К. В.</b> Влияние почвы придорожной территории ул. Новой д. Легаты Кобринского района на посевные качества семян .....  | 186 |
| <b>Франчук О. Н., Нестерук В. С.</b> Биотестирование смесей золы с почвенными добавками на модельной культуре ( <i>Trifolium pratense</i> L.) в лабораторных условиях ..... | 189 |
| <b>Холопица Т. В.</b> Инициация каллусной культуры пажитника греческого ( <i>Trigonella foenum-graecum</i> L.) дикого типа .....  | 192 |
| <b>Цикало М. В.</b> Воздействие элиситоров дрожжевого экстракта на ростовые характеристики каллусной культуры <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don .....                  | 195 |
| <b>Черкезова А.</b> Сравнительный анализ содержания антоцианов в кожуре винограда разных сортов .....   | 198 |
| <b>Чжао К.</b> Влияние эпина на вызываемые прометрексом Фло и хизалофоп-П-этилом изменения содержания фотосинтетических пигментов в проростках яровой пшеницы .....         | 202 |
| <b>Янчук А. А.</b> Подбор концентраций свинца для исследования протекторного действия 24-эпикастастерона и его конъюгатов .....   | 205 |

УДК 581.821

**М. А. АДАМЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КАДМИЯ  
С ЭПИКАСТАСТЕРОНОМ И ЕГО КОНЬЮГАТАМИ  
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM  
ESCULENTUM* MOENCH.) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Актуальность.** Одной из наиболее ценных крупяных культур является гречиха посевная, поскольку в ее крупе содержатся все вещества, необходимые для нормального функционирования человеческого организма [1]. Однако из-за невысокой урожайности и низкой устойчивости к неблагоприятным погодным условиям ее производство в Республике Беларусь в предыдущие десятилетия было не особо развито. Помимо ряда неблагоприятных факторов, на эту культуру активно влияют потенциально токсичные химические элементы (тяжелые металлы). Поэтому наряду с традиционными методами повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям можно использовать биологически активные вещества, в том числе и стероидной природы, способные как стимулировать рост и развитие растений, так и повышать их иммунитет к стрессовым факторам [2]. К таким веществам относят брассиностероиды (БС), у которых была выявлена высокая рострегулирующая активность и широкий диапазон физиологического действия в очень низких концентрациях [3]. Большой интерес вызывает исследование биологической, в том числе и металлопротекторной, активности конъюгатов БС с кислотами – гормонами растений.

**Цель** – определить наиболее перспективные концентрации эпикастастерона (ЭК) и его конъюгатов с кислотами совместно с раствором нитрата кадмия в концентрации  $10^{-4}$  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.** Тест-объектом являлась гречиха посевная районированного во всех областях Республики Беларусь сорта Влада [4]. Предмет исследования – анализ влияния на ее рост и развитие на фоне действия нитрата кадмия в концентрации  $10^{-4}$  М растворов ЭК и двух его конъюгатов: 22-моно-салицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) в ранее выявленных нами наиболее оптимальных концентрациях ( $10^{-8}$ – $10^{-10}$  М) [5]. Анализ осуществлялся по СТБ 1073-97 [6]. Статистическую обработку проводили с использованием программы Excel [7].

**Результаты исследований.** Анализ полученных данных показал, что раствор нитрата кадмия уменьшил высоту проростка приблизительно на 20 %. Применение стероидных препаратов частично нивелировало отрицательное действие металла, но достоверные различия наблюдались только в четырех вариантах, наиболее выраженные для растворов ЭК в концентрации  $10^{-10}$  М и S23 в концентрации  $10^{-8}$  М, где было даже превышение показателя по отношению к водному контролю почти на 10 %.

Ионы кадмия значительно повлияли на массу проростков. Стероиды на изменение этого показателя повлияли неоднозначно. Так, при действии раствора S23 в концентрации  $10^{-8}$  М значение было лишь на 2 % ниже относительно водного контроля, а ЭК и S31 в той же концентрации – на 13 %. При использовании остальных концентраций показатель был даже ниже, чем при действии только ионов кадмия, что трудно объяснить (рисунок 1).

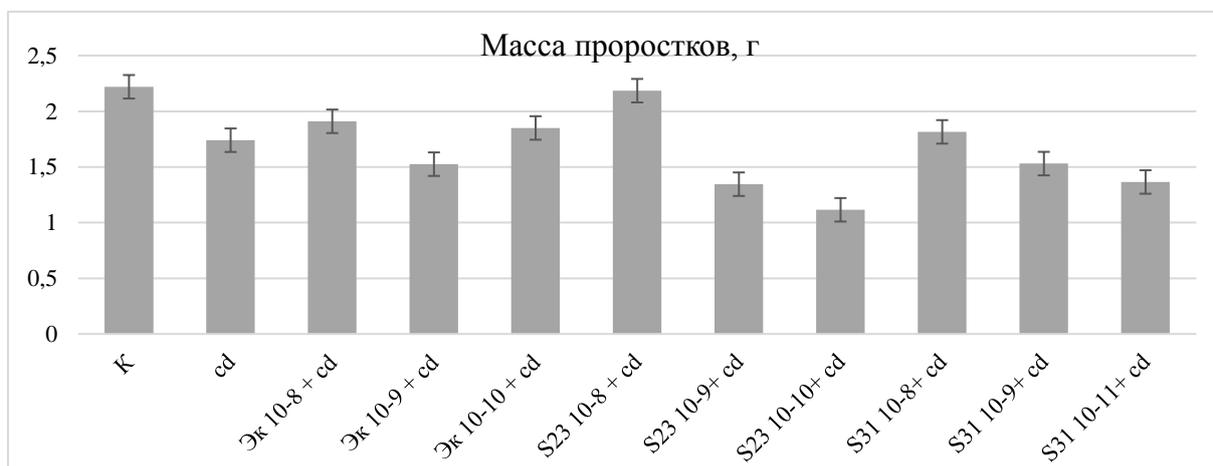


Рисунок 1 – Совместное влияние раствора  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  с 24-эпикастастероном и его конъюгатами с кислотами на массу проростков, г

Известно, что тяжелые металлы оказывают значительное действие на корневую систему растений, поэтому важно отобразить результаты по действию ионов кадмия на длину и массу корешков. Нитрат кадмия почти на 54 % понизил значения длины корешка. Почти во всех вариантах стероиды частично нивелировали это негативное влияние, но достоверно только в вариантах с ЭК в концентрациях  $10^{-8}$  и  $10^{-10}$  М и S23 в концентрации  $10^{-9}$  М.

Массу корешков нитрат кадмия понизил на 79,6 %. При совместном действии с эпикастастероном и его конъюгатами наблюдалось достоверное увеличение этого показателя, но ни в одном из вариантов уровень контроля не был достигнут. Так, при применении S23 и ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М значения были ниже водного контроля на 30 и 40 % соответственно, а в большинстве вариантов – более чем наполовину (рисунок 2).

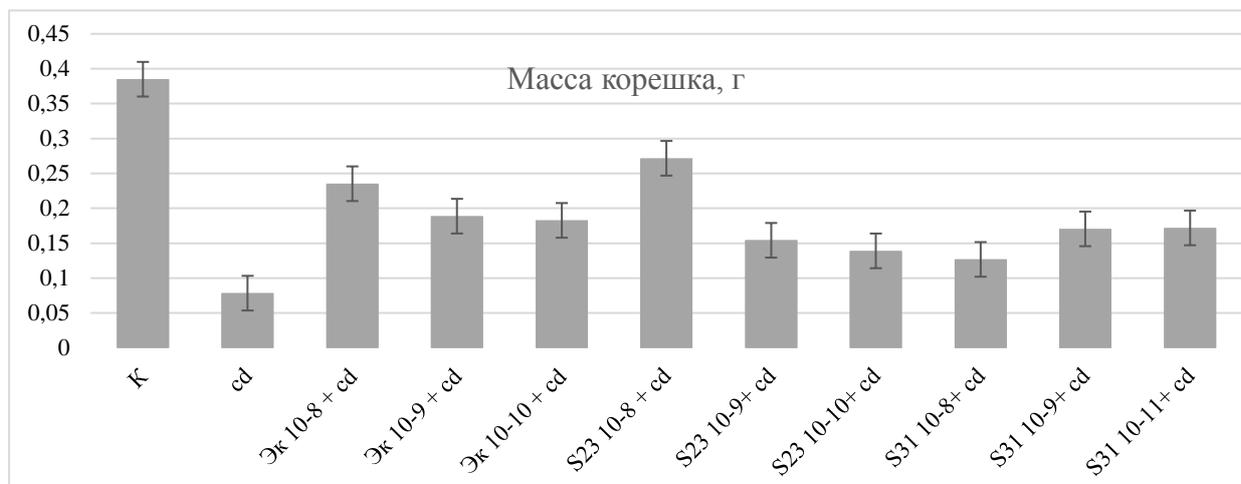


Рисунок 2 – Совместное влияние раствора  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  с 24-эпикастастероном и его конъюгатов с кислотами на массу корешков, г

**Заклучение.** Таким образом, действие эпикастастерона и его конъюгатов частично нивелировало отрицательное влияние ионов кадмия, особенно при применении самого ЭЖ, S23 и S31 в концентрации  $10^{-8}$  М.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
4. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sorttest.by/gosudarstvennyu-reyestr-sortov-2020-1>. – Дата доступа: 03.11.2022.
5. Кароза, С. Э. Анализ рогстрегулирующей активности конъюгатов эпикастастерона с органическими кислотами на примере гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) / С. Э. Кароза // Биотехнология: достижения и перспективы развития : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 25–26 нояб. 2021 г. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: В. И. Дунай [и др.]. – Пинск, 2021. – С. 79–84.
6. Семена зерновых культур. Сортвые и посевные качества. Технические условия : СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1997. – 18 с.
7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

**К содержанию**

УДК 37.091.3:502-053.5

**А. В. АЛЕХНО**

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

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

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ  
УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ ЧЕРЕЗ РАБОТУ  
ОБЪЕДИНЕНИЙ ПО ИНТЕРЕСАМ  
ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

Формирование экологической культуры и сохранение биологического разнообразия – одно из важнейших направлений образования в интересах устойчивого развития общества. Дополнительное образование детей и молодежи эколого-биологического профиля связано с изучением основных экологических и биологических дисциплин.

Необходимость и умение получать дополнительные знания по предметам школьных программ способствует дальнейшему росту личности в социуме [1].

Формирование экологической культуры учащихся возможно только при условии взаимосвязи различных типов и видов внеклассной деятельности. Разнообразная деятельность дает возможность школьникам овладеть глубокими знаниями о связях человека с природой, увидеть экологические проблемы в реальной жизни, научиться простейшим умениям по охране природы.

**Актуальность.** В современном мире становится актуальным вопрос развития и совершенствования экологического воспитания учащихся в соответствии с потребностями личности и общества. Целенаправленная систематическая работа по нравственно-экологическому воспитанию школьников способствует значительному повышению нравственно-экологической культуры подрастающего поколения.

**Цель** – формирование у подрастающего поколения мотивации к овладению экологической культурой и экологическими знаниями через работу объединения по интересам.

**Материалы и методы** – теоретический анализ научно-методической литературы, теоретический анализ психолого-педагогической литературы, опытно-экспериментальная работа.

**Результаты исследований.** С целью выявления первичных знаний по вопросам охраны окружающей среды было проведено анкетирование на диагностическом этапе. В анкетировании принимали участие 20 учащихся (таблица 1).

Таблица 1 – Анкетирование среди учащихся начальных классов по вопросам охраны окружающей среды

| Вопросы  | Ответы учащихся  |
|--|--|
| Считаешь ли ты, что необходимо защищать окружающую природу?  | Да – 10 человек.<br>Нет – 10 человек                   |
| Любишь ли ты читать литературу и книги о природе и животных? | Да – 2 человека.<br>Читать книги не люблю – 18 человек |
| Считаешь ли ты, что охота на диких животных это правильно?   | Нет – 15 человек.<br>Да – 5 человек                    |
| Любишь ли ты экологические игры?                             | Нет – 8 человек.<br>Да – 12 человек                    |
| Нравится ли тебе профессия лесника?                          | Нет – 10 человек.<br>Да – 10 человек                   |

Проанализировав результаты проведенного анкетирования учащихся начальных классов, можно сделать следующие выводы: большинство учащихся не совсем компетентны в вопросах охраны окружающей среды. Они стараются соблюдать правила по охране окружающей среды, не осознавая важности и ответственности своих действий. Очень много учащихся не любят читать книги, из чего следует не совсем корректное отношение к животным и растениям.

Для разработки основ экологического воспитания на базе государственного учреждения образования «Рассветовская средняя школа Октябрьского района» было создано и успешно функционирует объединение по интересам «Юный эколог».

В объединении по интересам применяется индивидуально-групповая форма работы. Программа предусматривает теоретические и практические занятия; инновационные организационные формы проведения занятий: межпредметное занятие, межвозрастное занятие; игра-путешествие; дидактический театр; сказка, радиопередача, телепередача; мозговой штурм; дебаты, интервью, тренинг; мастер-класс; турнир знатоков, устный журнал, защита проектов будущего, пресс-конференция; экскурсия, лабораторный практикум, полевой практикум и др.

После внедрения в работу объединения по интересам экологической направленности было проведено очередное анкетирование с учащимися начальных классов (таблица 2).

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что в классе знания усвоились хорошо. Учащимся было интересно получать новые знания, особенно в форме игры. Все активно участвовали в мероприятиях. Во время беседы по теме урока учащиеся оживленно отвечали на вопросы, проявляли заинтересованность, вносили свои предложения.

Таблица 2 – Анкетирование на тему «Экология и я»

| Вопросы   | Ответы учащихся  |
|---|--|
| Знаешь ли ты, что такое экология (охрана природы)?      | Да – 18 человек.<br>Нет – 2 человека   |
| Из каких источников ты узнаешь о проблемах с экологией? | а) На уроках и внеклассных мероприятиях – 18 человек;<br>б) в СМИ (ТВ, газеты, журналы) – 2 человека   |
| Что сделал ты для улучшения окружающей среды?           | а) Участвовал в уборке территории села – 10 человек;<br>б) участвовал в очистке берегов реки и озера, территории вблизи родников – 5 человек;<br>в) не участвовал – 0 человек;<br>г) кормил зимой птиц – 5 человек   |
| Считаешь ли ты своим долгом заниматься охраной природы? | а) Да, считаю – 17 человек;<br>б) скорее да, чем нет – 3 человека;<br>в) скорее нет, чем да – 0 человек;<br>г) нет, не считаю – 0 человек  |
| Как можешь ты помочь экологии?                          | а) не принимал участия – 0 человек;<br>б) участвую в благоустройстве территории села и школы – 10 человек;<br>в) экономно расходую воду – 5 человек;<br>г) не устраиваю шум в лесу – 2 человека;<br>д) не бросаю бытовой мусор в реку или озеро – 3 человека |

**Заключение.** Формирование экологической культуры личности как стратегического условия устойчивого развития общества и природы – это одно из самых приоритетных направлений в работе школы. Достижение цели формирования нравственно-экологической культуры возможно при условии постоянной работы объединения по интересам.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лохницкий, И. А. Основы социальной экологии / И. А. Лохницкий. – Минск : Беларусь, 2007. – 160 с.

**К содержанию**

УДК 502.1

**Д. А. АНОХОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. Ф. Рой, канд. биол. наук, доцент

## **ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРОПЫ БРЕСТЧИНЫ**

**Актуальность.** Актуальность темы обусловлена низким уровнем экологического просвещения людей, узким кругом известных для научно-исследовательской деятельности мест.

**Цель** – ознакомить с доступными местами для проведения научно-исследовательской деятельности в Брестской области, повышать уровень экологического образования, показать важность и уникальность экологических троп Брестчины.

**Материалы и методы** – изучение научной литературы и электронных ресурсов, наблюдение, посещение экологических троп, определение их расположения на карте Брестской области.

**Результаты исследований.** Экологические тропы – обустроенные и особо охраняемые прогулочно-познавательные маршруты, создаваемые с целью экологического просвещения населения через установленные по маршруту информационные стенды.

Экологические тропы играют немаловажную роль в экологическом просвещении людей. Экологическое просвещение – одно из направлений выхода из глобального экологического кризиса, потому что предполагает гармонию экологического мышления и отказ от потребительского отношения к окружающей природе. Отличительная черта экологического обучения на тропах в том, что оно основывается на непринужденном усвоении информации и норм поведения человека в природном окружении, формировании ответственности у посетителей за сохранность природных объектов.

В Беларуси доступно более 70 экологических троп, которые включили в перечень экологических троп и маршрутов, утвержденных правительством. В Брестской области находится более 20 троп: 1) экологические тропы Беловежской пуши (около 15 экологических троп), 2) экологическая тропа «В краю вертлявой камышевки» (заказник «Споровский»), 3) эколого-краеведческая тропа «Поречская» (ГЛХУ «Телеханский лесхоз», Поречское лесничество), 4) эколого-краеведческая тропа «Бобровая» (ГЛХУ «Пинский лесхоз», Сошненское лесничество), 5) экологическая тропа «Ольманские болота» (ГЛХУ «Столинский лесхоз»), 6) экологическая тропа «Путешествие в пойме р. Щара» (ГЛХУ «Барановичский лесхоз», Городищенское лесничество, кв. 116), 7) экологическая тропа «Надливская гряда» (Выгоно-

щанский заказник), 8) экологическая тропа «По лозовой долине» (республиканский ландшафтный заказник «Средняя Припять»), 9) экологическая тропа «Дорога жизни» (Брест, Варшавское шоссе). Расположение этих экотроп можно посмотреть на карте (рисунок).

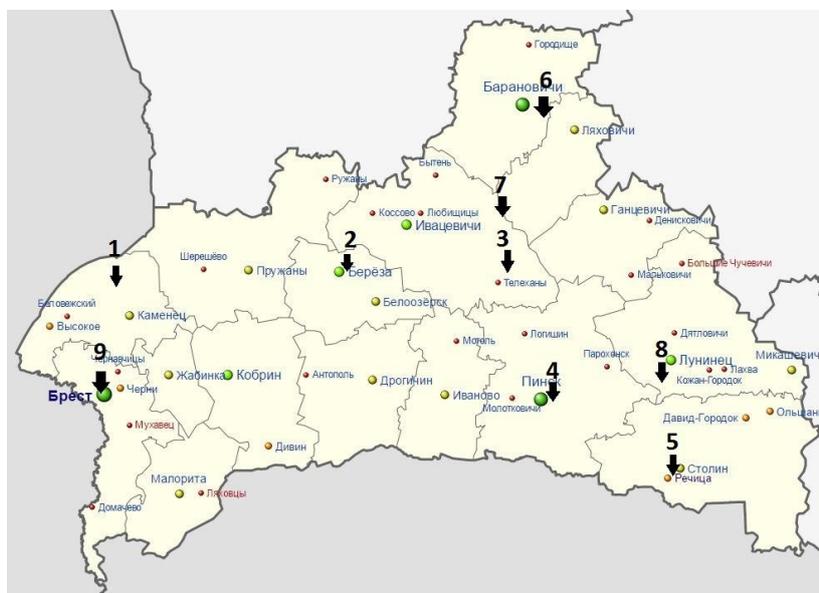


Рисунок – Расположение экологических троп на территории Брестской области

Экологические тропы начали развиваться в нашей стране относительно недавно, но быстро обрели популярность. Например, экотропа «Ольманские болота» существует уже более 10 лет. Древний ученый Геродот утверждал, что на месте Ольманских болот когда-то было море. Об этом свидетельствуют карты XI в., на которых изображено Сармацкое море, а также найденные на этом месте останки древних кораблей, или коряг, которые сейчас находятся в местных музеях. Одной из причин посещения этой тропы является и удивительное растение росянка. Интересная особенность росянки – ее листья: они покрыты красными волосками, выделяющими прозрачную липкую жидкость, напоминающую капельки росы. Мелкие насекомые, попадая в эту жидкость, прилипают к растению, затем край листа загибается, покрывая жертву, которую растение затем переваривает [2]. Экологическая тропа «В краю вертлявой камышевки» была названа в честь птицы, которая находится на грани вымирания. Растительный мир очень разнообразен: на территории находится более 600 видов сосудистых растений, что составляет около 35 %, произрастающих в Республике Беларусь. 20 видов занесены в Красную книгу Республики Беларусь. В составе орнитофауны насчитывается 196 видов птиц, 35 видов занесены в Красную книгу Республики Беларусь [3]. Также интересна своим разнообразием

тропа «Надливская гряда», расположенная в Выгонощанском заказнике. На пути встречаются и разные виды деревьев, и редкие растения, и болото, и озеро. Кстати, заказник «Выгонощанское» называют самым совиным заказником Беларуси, потому что здесь обитает 9 видов сов. Даже символом заказника является сова – бородатая неясыть. Не менее интересная тропа, получившая название «Дорога жизни», находится в Бресте. История создания экологической тропы началась в 2012 г. Сначала она заинтересовала велосипедистов и любителей бега, они хотели оградить этот участок дороги от автомобильного движения. Созданию тропы помогло участие города в проекте Европейского союза «Городское движение в Беларуси». Заявка на создание экотропы, поданная Брестским горисполкомом в партнерстве с учреждением «За вело-Брест», прошла конкурсный отбор в Центре экологических решений (ЦЭР) и получила финансирование Европейского союза. Тропа была разработана для отдыха, спорта и туризма, а также для изучения флоры и фауны, в том числе некоторых редких видов растений и животных [4]. Интересна своим биоразнообразием и тропа «По лозовой долине». Ценность заказника заключается в сохранности нетронутых пойменных лесов и лугов. Здесь находится 80 % всех пойменных дубрав Беларуси. В долине реки сконцентрированы самые большие в Европе площади естественных, аллювиальных ландшафтов. В 2001 г. заказник был включен в международный список Рамсарских водно-болотных угодий.

**Заключение.** На сегодняшний день остро стоит вопрос экологии, и экологические тропы позволяют людям провести время подальше от города и машин, повысить уровень экологического образования. Также тропы являются местами научных исследований и экскурсий. Таким образом, популяризация экологических троп поможет улучшить экологическое положение через экологическое просвещение людей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гараева, Г. Р. Значение и создание экологической тропы для учащихся [Электронный ресурс] / Г. Р. Ринатовна, Л. М. Ишбирдина // Novaum. – 19.01.2019. – № 17. – Режим доступа: <http://novaum.ru/public/p1167>. – Дата доступа: 21.09.2022.

2. Ольманские болота – жемчужина Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/qPYCC5GGV2E>. – Дата доступа: 28.09.2022.

3. Экотропа «В краю вертлявой камышевки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/yi1f3Q11vz0>. – Дата доступа: 15.10.2022.

4. Открывается экотропа. Кто и зачем построил в Бресте «Дорогу жизни» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.realbrest.by/novosti/brest-i-region/otkryvaetsja-yekotropa-kto-i-zachem-postroil-v-brestedorogu-zhizni.html>. – Дата доступа: 21.09.2022.

**К содержанию**

УДК 57.044

**О. АТДЖЫЕВА**

Минск, БГУ

Научный руководитель – О. Г. Яковец, канд. биол. наук, доцент

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ АМИНОКИСЛОТ ПРИ ЗАСОЛЕНИИ**

**Актуальность.** В последнее время большое внимание уделяется способам повышения устойчивости культурных растений к различным стрессовым факторам, в частности к засолению. Для этой цели могут использоваться аминокислоты. Ранее нами уже был установлен протекторный эффект аминокислоты треонина на проростки озимой пшеницы в модельной системе, имитирующей засоление [1].

**Цель** – выявление возможного защитного действия аминокислот валина и триптофана на выращенные при разной концентрации NaCl проростки озимой пшеницы на основе определения активности пероксидазы. Сравнение эффектов валина и триптофана с эффектами треонина.

**Материалы и методы.** Эксперименты проводились на 10-дневных проростках озимой пшеницы сорта Мроя, выращенных рулонным методом [2]. Семена перед посадкой в рулоны сначала дезинфицировали в течение 15–20 минут слабо розовым раствором  $\text{KMnO}_4$ , затем раскладывали в чашки Петри между слоями фильтровальной бумаги, добавляли дистиллированную воду или 1 % раствор валина/триптофана и помещали в термостат при температуре 24–26 °C на одни сутки. Наклюнувшиеся семена высаживали в рулоны, которые помещали в стеклянные сосуды, содержащие дистиллированную воду. За сутки до эксперимента рулоны переставляли в растворы, содержащие 0,1 мМ  $\text{CaSO}_4$  (контроль) и 1 мМ NaCl в концентрации 1, 5, 50, 150, 200, 300 мМ. Активность пероксидазы определяли по Бояркину по скорости окисления бензидина [3].

**Результаты исследований.** В проростках, выращенных из необработанных семян под действием 1 мМ NaCl, происходило достоверное уменьшение активности пероксидазы по сравнению с контролем в 1,17 раза. Под действием 50 мМ NaCl наблюдалось также достоверное уменьшение активности пероксидазы (в 1,18 раза). При увеличении концентрации NaCl до 150 мМ активность пероксидазы в проростках озимой пшеницы достоверно не изменялась. В присутствии 200 мМ NaCl наблюдалось достоверное увеличение активности исследуемого фермента в 1,18 раза. Обработка 300 мМ NaCl индуцировала еще большее достоверное увеличение активности пероксидазы по сравнению с контролем (в 1,33 раза).

На основании проведенных экспериментов можно заключить, что с увеличением концентрации NaCl в среде выращивания после 1сут-экспозиции активность пероксидазы постепенно увеличивается. Это может свидетельствовать об активации защитного действия данного антиоксидантного фермента в ответ на возможное индуцируемое при засолении (50–300 мМ NaCl) перекисное окисление липидов.

В следующей серии экспериментов было исследовано влияние предобработки семян пшеницы аминокислотой *валином* на активность в них пероксидазы. В проростках пшеницы под действием 1 мМ NaCl наблюдалось достоверное уменьшение активности пероксидазы по сравнению с контролем в 1,13 раза. Под действием NaCl в концентрации 5 мМ не наблюдалось достоверных изменений активности пероксидазы. NaCl в концентрации 50 мМ вызывал уменьшение активности пероксидазы в 1,13 раза. При увеличении концентрации хлорида натрия до 150 и 200 мМ активность пероксидазы в проростках озимой пшеницы достоверно не изменялась. При 200 мМ NaCl наблюдалось достоверное уменьшение активности исследуемого фермента в 1,23 раза. Обработка 300 мМ NaCl вызывала достоверное увеличение активности пероксидазы по сравнению с контролем в 1,11 раза.

Далее для сравнительного анализа влияния на активность пероксидазы предобработки семян различными аминокислотами было исследовано действие триптофана. В проростках пшеницы под действием 1 мМ NaCl установлено достоверное уменьшение активности пероксидазы по сравнению с контролем в 1,12 раза. Под действием 5 мМ NaCl наблюдалось достоверное уменьшение активности пероксидазы в 1,17 раза. NaCl в концентрациях 50 и 150 мМ не вызывал достоверных изменений активности пероксидазы. При увеличении концентрации NaCl до 200 и 300 мМ активность пероксидазы в проростках озимой пшеницы достоверно увеличивалась по сравнению с контролем в 1,3 и 1,4 раза соответственно.

**Заключение.** Анализ полученных данных позволяет заключить следующее.

1. Обработка семян аминокислотами приводит к тому, что у проростков, выращенных в среде, содержащей 1 мМ NaCl, активность пероксидазы не изменяется (треонин) по сравнению с контролем или уменьшается (валин, триптофан) в меньшее количество раз по сравнению с активностью пероксидазы у проростков, выращенных из не обработанных аминокислотами семян.

2. Обработка семян аминокислотами приводит к тому, что у проростков, выращенных в среде, содержащей 50 мМ NaCl, активность пероксидазы уменьшается в большей степени (треонин) или меньшей степени (валин)

по сравнению с активностью пероксидазы у проростков, выращенных из не обработанных аминокислотами семян, или не изменяется (триптофан).

3. Обработка семян аминокислотами приводит к тому, что у проростков, выращенных в среде, содержащей 150 мМ NaCl, активность пероксидазы уменьшается (треонин) по сравнению с контролем или не изменяется (валин, триптофан), как и в проростках, выращенных из не обработанных аминокислотами семян.

4. Обработка семян аминокислотами приводит к тому, что у проростков, выращенных в среде, содержащей 200 мМ NaCl, активность пероксидазы уменьшается в большей степени (треонин), чем у проростков, выращенных из не обработанных аминокислотами семян, или не изменяется (валин), или увеличивается (триптофан) по сравнению с контролем.

5. Обработка семян аминокислотами приводит к тому, что у проростков, выращенных в среде, содержащей 300 мМ NaCl, активность пероксидазы не изменяется (треонин) по сравнению с контролем или увеличивается в меньшей степени (валин) или в большей степени (триптофан), чем у проростков, выращенных из не обработанных аминокислотами семян.

6. Выявленное сравнительное уменьшение активности пероксидазы может, вероятно, косвенно свидетельствовать об индуцированном треонином при засолении (50–300 мМ NaCl) уменьшении уровня ПОЛ в проростках пшеницы. Механизм протекторного действия валина и триптофана, возможно, имеет другую природу.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковец, О. Г. Исследование протекторного действия треонина при засолении / О. Г. Яковец, О. Атджыева // Клеточная биология и биотехнология растений : тез. III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 24–27 мая 2022 г. – Минск : БГУ, 2022. – С. 61–62.

2. Зайцев, В. А. Эффективность проращивания семян в рулонах / В. А. Зайцев, О. М. Корсакова, И. В. Жукова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 11. – С. 39–40.

3. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков [и др.] ; под ред. Н. Н. Третьякова. – М. : Агропромиздат, 1990. – 271 с.

**К содержанию**

УДК 581.1

**П. А. БАРТОШ**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

## **ВЛИЯНИЕ ЗОЛОТАРНИКА КАНАДСКОГО НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ**

**Актуальность.** В век путешествий многие виды растений все больше перемещаются с одних мест в другие, проникают и быстро распространяются на новых территориях, такие виды называются инвазивными [1]. К инвазивным растениям и относится золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.), занесенный в Список инвазионных видов ЕРРО (European and Mediterranean Plant Protection Organization – европейская организация по защите растений), как вид, имеющий высокий потенциал для распространения, представляющий угрозу другим растениям и биоразнообразию. Кроме того, золотарник канадский занесен и в Черную книгу Республики Беларусь [2]. В большинстве случаев его произрастание и распространение не контролируется, что приводит к угнетению и полному вытеснению из природных экосистем аборигенных растений [3, с. 40]. Поэтому возникают вопросы, с чем связана такая агрессивность данного вида и как влияет золотарник канадский на ростовые процессы культурных растений.

Вторым объектом нашего исследования была календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.) – одно из широко распространенных декоративных и лекарственных растений, неприхотливое, растущее на любых почвах. Ее часто высаживают, украшая яркой окраской дачные участки, облагораживая скверы и клумбы. Целебные свойства календулы были известны со времен Древней Греции, растение использовали для лечения плохо заживающих ран, фурункула и карбункула, горячки и других заболеваний [1]. Зачастую золотарник канадский и календула лекарственная произрастают вместе. Поэтому актуальным было исследование, направленное на изучение влияния водных экстрактов из отдельных органов золотарника канадского на посевные качества семян и ростовые процессы календулы лекарственной.

**Цель** – исследовать влияние водных экстрактов, полученных из вегетативных и генеративных органов золотарника канадского, на рост и развитие календулы лекарственной.

**Материалы и методы.** Для проведения эксперимента растения золотарника собирали, высушивали без доступа света в течение месяца, затем разделяли на три части: соцветия, стебель с листьями и корневую систему.

Из полученных частей растений золотарника канадского готовили водные экстракты из расчета 0,1 г/л, которые настаивались в течение 24 часов. Данные экстракты использовали для полива семян календулы лекарственной сорта *Princess*: 31 – водный экстракт соцветий золотарника канадского, 32 – водный экстракт из стеблей и листьев золотарника канадского; 33 – водный экстракт из корней золотарника канадского. Контролем служили семена, выросшие на дистиллированной воде.

Проращивание календулы 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.

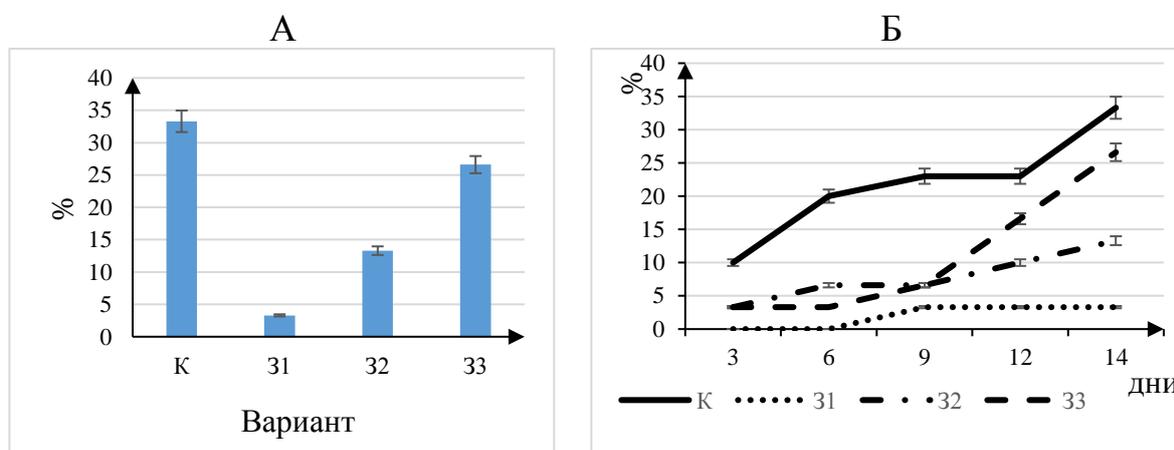


Рисунок 1 – Энергия прорастания (А) и динамика всхожести календулы лекарственной под влиянием золотарника канадского (Б)

В ходе исследования отмечено, что все экстракты из различных органов золотарника канадского снижали энергию прорастания календулы лекарственной (рисунок 1, А). Наиболее негативный эффект на данный параметр оказывала вытяжка из соцветий золотарника – снижение на 30 % относительно контроля, а наименее существенное снижение данного показателя на 6,7 % выявлено в случае экстракта из корней.

Анализ динамики всхожести растений календулы в течение 14 дней показал, что вытяжка из соцветий золотарника существенно тормозила процессы прорастания семян календулы, тогда как экстракт из корней не был таким негативным (рисунок 1, Б).

Выявлено, что экстракты из разных органов золотарника тормозили рост корней календулы относительно контроля от 54,1 % (экстракт из корней) до 73,7 % (вытяжка из наземных вегетативных органов) (рисунок 2, А). Отмечено, что экстракт из соцветий подавлял рост проростков календулы

в сравнении с контролем на 27,5 %, тогда как экстракты из вегетативных органов 32 и 33 полностью подавляли рост проростков (рисунок 2, Б). Установлено снижение массы корней календулы под влиянием растворов 31 и 32, тогда как 33 увеличивал данный показатель на 84 % относительно контрольных значений.

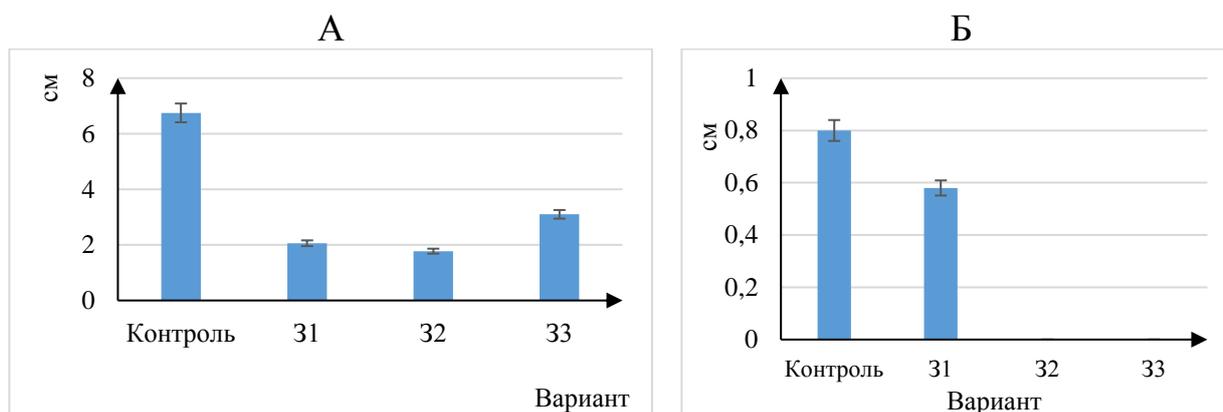


Рисунок 2 – Влияние экстрактов из генеративных и вегетативных органов золотарника канадского на длину корней (А) и проростков (Б) календулы лекарственной

**Заключение.** Водные экстракты из различных органов золотарника канадского тормозили ростовые процессы календулы лекарственной. Отмечено, что наиболее негативно на посевные качества семян календулы влияла вытяжка из соцветий, а рост подземных и надземных органов календулы подавляли водные экстракты из вегетативных органов золотарника канадского (корней, листьев и стеблей). Поэтому надо тщательно убирать с участков золотарник канадский и не выбрасывать его даже на выгребные ямы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проведение мероприятий по регулированию распространения и численности золотарников канадского и гигантского: памятка [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – 2018. – 18 с. – Режим доступа: <http://frun2mjkh.by/images/docs/52236.pdf>. – Дата доступа: 12.12.2021.

2. Календула: лечебные свойства и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik\\_kalendula.php](https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_kalendula.php). – Дата доступа: 12.12.2021.

3. Агрессивные чужеродные виды диких животных и дикорастущих растений на территории Республики Беларусь. – Минск, 2008. – 40 с.

**К содержанию**

УДК 577.175.1:57.085

**А. С. БАРЫМОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Е. Г. Артемук, канд. биол. наук, доцент

## **БРАССИНОСТЕРОИДЫ И АНТИСТРЕССОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОДНОЛЕТНЕГО К ИОНАМ СВИНЦА**

**Актуальность.** Загрязнение окружающей среды техногенными выбросами вызывает резкое ухудшение природных и антропогенных экосистем. Особую опасность представляют тяжелые металлы, которые вместе с пылью и сажей промышленных предприятий разносятся на расстояние до 20–50 км от источника, по трофическим цепям попадают в растительную и животную пищу человека. Избыточные концентрации тяжелых металлов в среде негативно влияют на рост и развитие растений, нарушая физиологические и биохимические функции, что приводит к снижению продуктивности и пищевой ценности растительного сырья [1; 2]. Некоторые тяжелые металлы, такие как ртуть, свинец, кадмий и хром, являются высокотоксичными элементами и могут представлять серьезную опасность для всей экосистемы.

Свинец является распространенным поллютантом, характерным для почв городских территорий. В растениях в биологически важных обменных процессах он не участвует и является абсолютным токсикантом. Избыток свинца токсичен и вызывает такие симптомы, как повреждение мембран, изменение активности ферментов, торможение роста корней растений, ингибирует процесс дыхания и подавляет фотосинтез. Как следствие, снижается урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [3].

Важную роль в процессе адаптации растений к неблагоприятным условиям среды играют фитогормоны, такие как абсцизовая кислота, гиббереллины, ауксины, цитокинины, этилен и brassinosteroids (БС) [4; 5]. В последние годы появилось большое количество публикаций, в которых обсуждается возможность модификации действия тяжелых металлов на растения при применении регуляторов роста, в частности brassinosteroids. Ранее влияние данных веществ было мало изучено, однако сейчас в связи с важным и многообразным действием на рост и морфогенез растений фитогормоны и их аналоги активно исследуются и применяются в биотехнологии и сельском хозяйстве. Использование brassinosteroids является экономически выгодным решением, так как они действуют в малых концентрациях.

**Цель** – изучение влияния эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на антистрессовую устойчивость растений подсолнечника однолетнего в условиях воздействия ионов свинца.

**Материалы и методы.** Для проведения вегетационного опыта были использованы наиболее эффективные концентрации исследуемых веществ: ЭК (эпикастастерон) в концентрации  $10^{-8}$  М и  $10^{-10}$  М, S23 (2-моносалицилат 24-эпикастастерона) в концентрации  $10^{-11}$  М и S31 (тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона) в концентрации  $10^{-10}$  М, которые в предварительном лабораторном опыте оказывали наибольший эффект на рост корней и побегов подсолнечника однолетнего, а также  $Pb(NO_3)_2$  с концентрацией  $10^{-3}$  М, который в предварительном опыте оказывал ингибирующее влияние на рост и развитие подсолнечника однолетнего, но не приводил к полной гибели растений. Все опыты проводились в четырехкратной повторности. Семена замачивали в растворах ЭК и его конъюгатов на 5 часов, далее высаживали в пластиковые контейнеры и выращивали в лабораторных условиях вегетационного эксперимента (в почве). Опытные образцы поливались раствором  $Pb(NO_3)_2$  с концентрацией  $10^{-3}$  М. Контролем являлся вариант на дистиллированной воде.

**Результаты исследований.** Проведенные исследования показали, что при использовании свинца в концентрации  $10^{-3}$  М наблюдалось ингибирование роста корней и побегов у растений подсолнечника однолетнего. Длина корней уменьшалась на 18,1 %, а побегов – на 21,2 % по сравнению с контрольными растениями (таблица 1, рисунок 1). Предварительная обработка семян подсолнечника 24-эпикастастероном (ЭК) в концентрации  $10^{-8}$  М и его конъюгатами S23 в концентрации  $10^{-11}$  М и S31 в концентрации  $10^{-10}$  М приводила к увеличению длины корней и побегов у растений подсолнечника однолетнего. Так, длина корней увеличивалась на 14,3–36 %, а побегов на 21,8–29,1 % (таблица, рисунок).

Таблица – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры подсолнечника однолетнего сорта Гелиос при воздействии ионов свинца (вегетационный лабораторный опыт)

| Вариант опыта                              | Корень      |              | Побег        |              |
|--|-------------|--------------|--------------|--------------|
|  | длина, мм   | % к контролю | длина, мм    | % к контролю |
| Контроль                                   | 88,9 ± 2,46 | 100,0        | 183,9 ± 3,61 | 100,0        |
| $Pb^{2+}$ , $10^{-3}$ М                    | 72,8 ± 3,38 | 81,9         | 145,0 ± 2,66 | 78,8         |
| ЭК $10^{-8}$ М + $Pb^{2+}$ , $10^{-3}$ М   | 83,2 ± 4,85 | 114,3        | 183,8 ± 5,60 | 126,8        |
| ЭК $10^{-10}$ М + $Pb^{2+}$ , $10^{-3}$ М  | 70,8 ± 3,79 | 97,3         | 181,7 ± 5,11 | 125,3        |
| S23 $10^{-11}$ М + $Pb^{2+}$ , $10^{-3}$ М | 99,1 ± 2,89 | 136,0        | 176,7 ± 3,74 | 121,8        |
| S31 $10^{-10}$ М + $Pb^{2+}$ , $10^{-3}$ М | 96,5 ± 2,45 | 132,5        | 187,2 ± 3,97 | 129,1        |

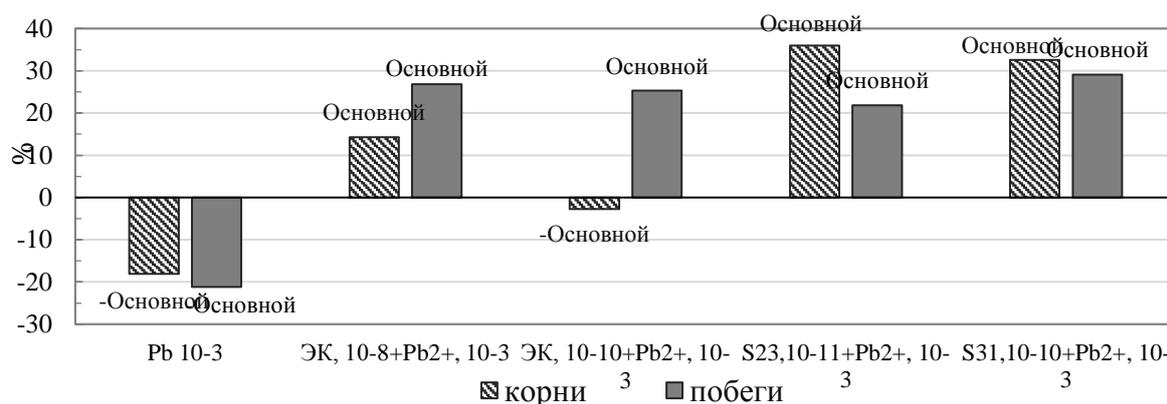


Рисунок – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры подсолнечника однолетнего сорта Гелиос (вариант с  $Pb^{2+}$ ,  $10^{-3}$  М в % относительно контроля, опытные варианты в % относительно  $Pb^{2+}$ ,  $10^{-3}$  М)

**Заключение.** Таким образом, для подсолнечника однолетнего сорта Гелиос максимальным протекторным эффектом в отношении свинца на длину корня и побега обладали конъюгаты S23 (2-моносалицилат 24-эпикастастерона) в концентрации  $10^{-11}$  М и S31 (тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона) в концентрации  $10^{-10}$  М при использовании предпосевного замачивания семян.

*Работа выполнена в рамках НИР «Оценка влияния природных brassinosterоидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений» подпрограммы «Химические основы процессов жизнедеятельности» (Биоорхимия) ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорхимия» на 2021–2025 гг. (№ ГР 20211450 от 20.05.2021).*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kisa, D. The responses of antioxidant system against the heavy metal-induced stress in tomato / D. Kisa // J. of Natural and Applied Sciences. – 2018. – Vol. 22, № 1. – P. 1–6.
2. Головатый, С. Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С. Е. Головатый. – Минск : РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии», 2002. – 239 с.
3. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 437 с.
4. Способность лактон- и кетонсодержащих brassinosterоидов индуцировать прайминг у растений рапса к солевому стрессу / Л. В. Коломейчук [и др.] // Физиология растений. – 2021. – Т. 68, № 3. – С. 297–307.
5. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of plant steroid hormones brassinosterоидs under drought-induced oxidative stress in plants / A. Hos-sain [et al.] // Emerging Plant Growth Regulators in Agriculture. – 2022. – P. 99–130.

**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 СУЛЬФАТ- И ХЛОРИД-ИОНОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ Р. ПУЛЬВЫ  
Г. ВЫСОКОЕ (БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ) ЗА 2017–2021 ГГ.**

**Актуальность.** В настоящее время загрязнение сточных вод приобрело значимый характер. Вблизи водоемов строят населенные пункты, закладывают новую дорогу, используют воду из водоемов в сельскохозяйственной деятельности, происходит загрязнение минеральными удобрениями.

Загрязнение воды пагубно влияет на здоровье населения, ведет к гибели рыб, водоплавающих птиц и других животных, а также к гибели растительного мира водоемов. Большую нагрузку в результате антропогенной деятельности испытывают почвенные и подпочвенные горизонты. Высока опасность загрязнения подземных вод, самоочищение которых происходит медленнее, чем поверхностных.

Анализ предоставленных данных предприятием КУМПП ЖКХ «Каменецкое ЖКХ», филиала «Высоковский» предоставляет возможность сделать вывод о годовых выбросах сульфат- и хлорид-ионов в гидросферу (поверхностные воды р. Пульвы).

**Целью** наших исследований является мониторинг содержания сульфат- и хлорид-ионов в р. Пульве за период 2017–2021 гг.

**Материалы и методы исследования.** В процессе исследования проведен анализ данных КУМПП ЖКХ «Каменецкое ЖКХ», филиал «Высоковское ЖКХ» за период с 2017 по 2021 г. Применялись общие методы исследования: сравнение, описание, сравнительный анализ отчетности, статистическая обработка данных.

**Результаты исследований.** Основными загрязняющими веществами являются сульфат-ионы и хлорид-ионы. Загрязняющие вещества относятся ко 2-му классу опасности.

Для выявления тенденции изменения концентрации сульфат-ионов мы проанализировали данные по их содержанию за 2017–2021 гг. в р. Пульве г. Высокое (рисунок 1).

В период с 2017 по 2021 г. концентрация сульфат-ионов в р. Пульве постепенно увеличивается. Концентрация сульфат-ионов в воде не превышает предельно допустимой концентрации, а значит, не наносит большого вреда организму человека и животным.

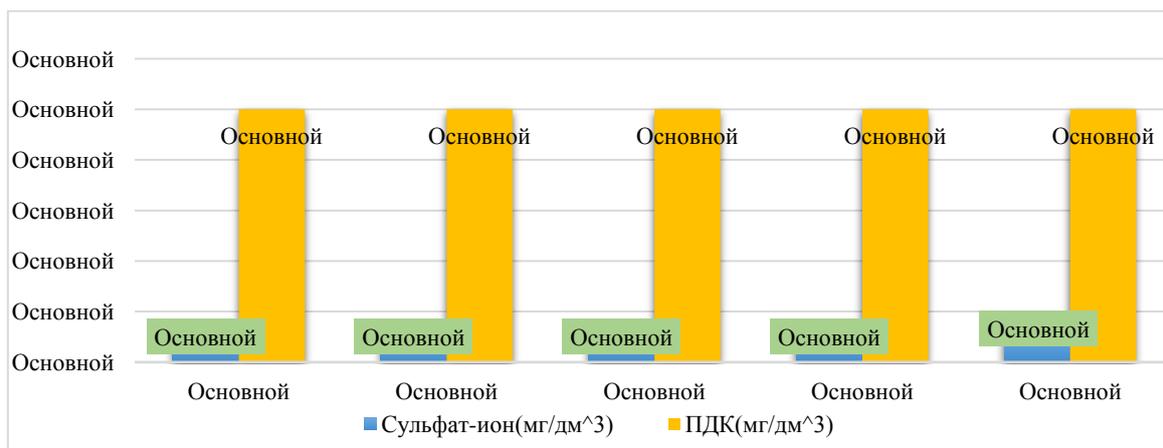


Рисунок 1 – Содержание сульфат-ионов в р. Пульве

Сульфатные соли неустойчивы в природной среде. Сера постоянно совершает сложный круговорот, в который включены средние и кислые сульфаты. При увеличении степени минерализации ионы образуют устойчивые в воде соединения, а при недостатке кислорода сульфатные соли под действием бактерий превращаются в сульфиды.

Выбросы сульфат-ионов в водную среду в 2018 г. составили 46,3 мг/дм<sup>3</sup>, увеличение было зафиксировано в 2021 г., что по сравнению с 2018 г. составило 17,3 %.

Анализ количественных данных выбросов хлорид-ионов в период с 2017 по 2021 г. показал, что содержание ионов поверхностных вод постепенно увеличивается. Анализ данных указывает на то, что тенденция к росту происходит в малых количествах (рисунок 2).

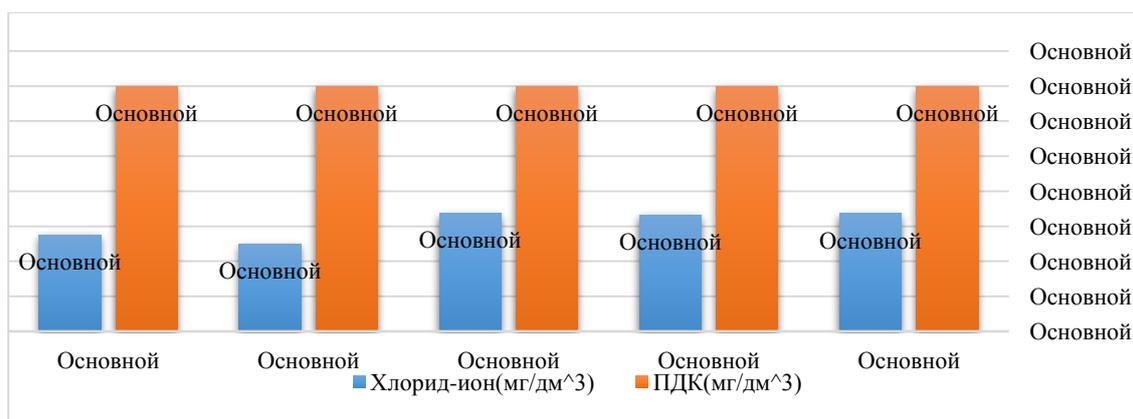


Рисунок 2 – Содержание хлорид-ионов в р. Пульве

В период с 2017 по 2021 г. концентрация хлорид-ионов в р. Пульве г. Высокое увеличивалась неравномерно. Сопоставляя концентрацию

хлорид-ионов с предельно допустимой концентрацией, мы установили, что содержание ионов в воде не превышает предельно допустимой (меньше в 2 и более раз).

Хлорид-ионы обладают самой высокой способностью к миграции. Это объясняется высокой растворимостью ионов, слабо выраженной способностью к сорбции и потреблению живыми организмами.

Выбросы хлорид-ионов в поверхностные воды р. Пульвы в 2017 г. составили 137,8 мг/дм<sup>3</sup>, увеличение хлорид-иона было зафиксировано в 2019 и 2021 гг., что по сравнению с 2017 г. составило 18 %.

Основным источником данных анионов в воде являются сельскохозяйственные работы, загрязнение минеральными удобрениями.

**Заключение.** 1. Проанализированы количественные годовые данные выбросов загрязняющих веществ в поверхностные воды р. Пульвы КУМПП ЖКХ «Каменецкое ЖКХ» филиала «Высоковский» за 2017–2021 гг.

2. В рамках локального мониторинга данных содержания сульфат- и хлорид-ионов в период с 2017 по 2021 г. установили, что изменение концентрации сульфат- и хлорид-ионов в поверхностных водах р. Пульвы г. Высокое постепенно увеличивается.

3. За весь анализируемый период концентрации сульфат- и хлорид-ионов в р. Пульве г. Высокое не превышает предельно допустимой концентрации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлорид-ион [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://diasel.ru/article/hloridy-v-vode-cto-eto-takoe/>. – Дата доступа: 31.10.2022.

2. Сульфат-ион [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://diasel.ru/article/cto-takoe-sulfaty-v-vode/>. – Дата доступа: 31.10.2022.

3. 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: 31.10.2022.

4. Мониторинг поверхностных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/content/174.html>. – Дата доступа: 02.11.2022.

**К содержанию**

УДК 502:911.37:[577.1:581.144.4]:582.632.1

**А. С. БУКО**

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

Научный руководитель – И. А. Литвенкова, канд. биол. наук, доцент

## **БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТА «ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТА»**

**Актуальность.** Селитебные территории, как правило, подвергаются одновременному воздействию многих факторов внешней среды, и именно применение методов биоиндикации позволяет оценить суммарное негативное воздействие на организм и экосистему. Флуктуирующая асимметрия является довольно чутким индикатором качества среды для существования животных и растений: в оптимальных и близких к ним условиях ее величина минимальна, но возрастает при любых природных или антропогенных воздействиях, вызывающих стресс [3]. Кроме того, нельзя не учесть такое преимущество этого метода, как быстрота получения исследуемых материалов, простота расчета значения индекса стабильности развития исследуемого объекта, по которому осуществляется оценка состояния окружающей среды. Выбор березы повислой (*Betula pendula*) в качестве биоиндикатора обусловлен тем, что она характеризуется высокой экологической пластичностью, интенсивным ростом и долговечностью, а также обладает высокими пыле- и газоулавливающими свойствами. Кроме того, следует отметить, что оценка качества среды по флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой не требует больших финансовых затрат [2].

**Цель** – провести оценку качества среды по показателю флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в отдельных районах г. Витебска.

**Материал и методы.** Сбор материала и расчет показателя флуктуирующей асимметрии были проведены согласно методике В. М. Захарова [1]. С каждого листа были сняты показатели по пяти промерам с обеих сторон листа: ширина половинки листа, длина второй от основания листа жилки второго порядка, расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка, расстояние между концами этих жилок, угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка. Исследования проводились в г. Витебске на проспекте Черняховского, улице Калинина (парк Победителей), площади Свободы и улице Гагарина вблизи автомобильной дороги. В каждой точке было обследовано по пять деревьев. С каждого дерева было собрано по 10 листьев. В сумме обследовано 20 деревьев, собрано 200 листьев и совершено 1000 измерений.

Для оценки общего состояния городской среды рассчитывали коэффициент флуктуирующей асимметрии. Статистическая обработка данных проводилась с использованием «Пакета анализа» в программе Microsoft Excel. Использован метод корреляции для оценки связи между параметрами правой и левой половин листа.

**Результаты исследований.** В ходе исследования мы провели корреляционный анализ исследуемых пяти признаков листовой пластины березы повислой. Все значения коэффициента корреляции колебались от 0,37 до 0,94 и оказались положительными. Это означает, что вслед за увеличением показателей на одной стороне листа увеличивались показатели и на другой стороне листа.

На проспекте Черняховского первый признак (ширина половинки листа) имеет значение 0,85; второй (длина второй от основания листа жилки второго порядка) – 0,91; третий (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) – 0,37; четвертый (расстояние между концами этих жилок) – 0,81; пятый (угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка) – 0,87. На улице Калинина (парк Победителей) наблюдаются следующие корреляционные показатели соответственно: по первому признаку – 0,52, по второму – 0,79, по третьему – 0,73, по четвертому – 0,45 и по пятому – 0,93. На площади Свободы для первого и третьего признаков характерно значение 0,86, для второго 0,94, для четвертого и пятого 0,63 и 0,83 соответственно. На улице Гагарина наблюдаются следующие коэффициенты корреляции: 0,81, 0,94, 0,84, 0,78, 0,92 для первого, второго, третьего, четвертого и пятого признаков соответственно.

Таким образом, степень взаимосвязи между правой и левой сторонами листа на первой и второй исследуемых точках находится в диапазоне от умеренной до очень высокой; на третьей – от значительной до очень высокой; на четвертой – от высокой до очень высокой. Наиболее стабильными признаками, а соответственно, и наименее чувствительными к загрязнению во всех исследуемых точках являются второй и пятый признаки, чей диапазон находится в высоких пределах (от 0,79 до 0,93). Наименее стабильным является третий признак, принимающий на проспекте Черняховского минимальное значение.

В результате расчета коэффициента флуктуирующей асимметрии (ФА) получены следующие результаты: на проспекте Черняховского величина ФА равна 0,051, на улице Калинина (парк Победителей) – 0,048, на площади Свободы – 0,044, на улице Гагарина – 0,05. Таким образом, наибольшее значение флуктуирующей асимметрии характерно для листьев, собранных на проспекте Черняховского и улице Гагарина. Состояние среды в данных местах исследования характеризуется как загрязненное и соот-

ветствует 4 баллам по шкале оценки отклонений флуктуирующей асимметрии. Аналогичное состояние среды характерно и для улицы Калинина (парк Победителей), но здесь рассчитываемый коэффициент имеет меньший диапазон значений, который соответствует 3 баллам. Наименьший уровень флуктуирующей асимметрии обнаружен у листьев, собранных на площади Свободы, где состояние среды можно оценить в 2 балла, соответственно, для данного места исследования характерно слабое влияние неблагоприятных факторов.

Найдя среднее арифметическое величин флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в отдельно исследуемых районах, мы видим, что средний показатель равен  $0,048 \pm 0,0051$ . Согласно шкале оценки отклонений по величине показателя флуктуирующей асимметрии данное значение лежит в диапазоне 0,045–0,049 (3 балла). Соответственно, принимая во внимание данные по четырем местам исследования, Витебск можно лишь ориентировочно охарактеризовать как загрязненный город.

**Заключение.** Средний показатель флуктуирующей асимметрии листа составил  $0,048 \pm 0,0051$ , что ориентировочно характеризует выбранные участки г. Витебска как загрязненные. Поскольку исследования проводились вблизи автомобильных дорог, можно предположить, что данный результат обоснован преимущественно большим количеством выбросов от автомобильного транспорта. Хотя не стоит забывать о том, что биоиндикация позволяет оценить состояние среды при воздействии на нее не одного, а целого комплекса неблагоприятных факторов. Степень корреляции между правой и левой сторонами листа варьирует от умеренной до очень высокой (0,37–0,94).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров, В. М. Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов. – М. : Центр экол. политики России, 2000. – 68 с.
2. Кулагин, А. А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А. А. Кулагин. – М. : Наука, 2005. – 190 с.
3. Литвенкова, И. А. Флуктуирующая асимметрия как показатель стабильности развития популяции [Электронный ресурс] / И. А. Литвенкова // Фундаментальные и прикладные проблемы стресса : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 21 апр. 2011 г. – Витебск, 2011. – С. 192–194. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/14383>. – Дата доступа: 02.09.2022.

**К содержанию**

УДК 57.044:58.084.1

**М. В. БУШМАНОВА**

Минск, БГУ

Научный руководитель – О. Г. Яковец, канд. биол. наук, доцент

## **ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ СОРТОВ**

**Актуальность.** Одним из главных воздействующих на растения стрессов абиотической природы остается засоление. Согласно представленной ФАО в конце 2021 г. Глобальной карте засоленных почв [1], более 424 млн га верхнего слоя почвы (0–30 см) и 833 млн га недр (30–100 см) подвержены засолению. Более 3 % мировых пахотных почв и более 6 % мировых недр подвержены засолению или засоленности. В большей степени растения страдают от воздействия хлоридно-натриевого засоления, в связи с чем остается актуальным изучение возникающих под действием NaCl изменений морфологических, физиологических и биохимических характеристик у растительных организмов.

**Цель** – провести сравнительное исследование влияния NaCl в большом диапазоне концентраций на морфометрические характеристики проростков озимой пшеницы разных сортов, выращенных в водной культуре.

**Материалы и методы.** Для экспериментов использовались проростки озимой пшеницы сортов *Мроя*, *Ода*, *Элегия* (рисунок 1), которые выращивались рулонным методом [2] при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  и естественном освещении.



Рисунок 1 – Внешний вид 10-дневных проростков озимой пшеницы разных сортов

Контролем служил 0,1 мМ раствор  $\text{CaSO}_4$ . Экспериментальные растворы содержали 1, 5, 50, 150, 200, 300 мМ  $\text{NaCl}$ . Через 10 суток после посадки определяли линейные размеры корней и надземной части (побегов) проростков.

**Результаты исследований.** Выращивание проростков пшеницы сорта *Мроя* в 1 мМ растворе  $\text{NaCl}$  приводило к достоверному уменьшению длины корней в 1,4 раза по сравнению с контролем. Присутствие в среде выращивания  $\text{NaCl}$  в концентрации 5 мМ вызывало уменьшение выявленного эффекта: длина корней уменьшалась в 1,2 раза. При росте содержания  $\text{NaCl}$  в среде выращивания до 50, 150, 200 и 300 мМ эффекты возрастали: размер корней уменьшался уже в 1,5, 2,8, 4,8 и 7,8 раза соответственно.

При действии хлорида натрия в концентрации 1 мМ на проростки озимой пшеницы сорта *Элегия* не было выявлено достоверных отличий длины их корней относительно контроля. Увеличение концентрации соли до 5 и 50 мМ вызывало уменьшение длины корней проростков в 1,1 раза по сравнению с контролем. Хлорид натрия в концентрациях 150, 200 и 300 мМ индуцировал уменьшение линейных размеров корней у проростков пшеницы данного сорта в 2,4, 3,3 и 6,6 раза соответственно.

У проростков пшеницы сорта *Ода*  $\text{NaCl}$  в концентрации 1 мМ вызывал уменьшение длины корней в 1,3 раза по сравнению с контролем. При действии хлорида натрия в концентрации 5 мМ у проростков пшеницы данного сорта, как и у проростков пшеницы сорта *Мроя*, зафиксировано уменьшение выявленного эффекта: размеры корней уменьшались в 1,1 раза по сравнению с контролем. С ростом содержания  $\text{NaCl}$  в инкубационной среде до 50, 150, 200 и 300 мМ увеличивался эффект соли на развитие корневой системы: линейные размеры корней достоверно уменьшались в 1,3, 2,9, 6,2 и 19,6 раза соответственно.

При действии хлорида натрия в концентрации 1 и 5, 50 мМ у проростков пшеницы сорта *Мроя* не было выявлено достоверных отличий длины побегов по сравнению с контролем. Увеличение концентрации соли до 150, 200 и 300 мМ вызывало достоверное уменьшение линейных размеров надземной части проростков в 2,6, 8,0 и 14,7 раза. Сравнивая развитие корневой системы и надземной части проростков пшеницы данного сорта, можно заключить, что хлорид натрия в высоких концентрациях (200 и 300 мМ) оказывает более существенное влияние на рост побегов проростков.

У проростков пшеницы сорта *Элегия* в присутствии 1 и 5, 50 мМ  $\text{NaCl}$  также, как и у сорта *Мроя*, не было выявлено достоверных отличий длины побегов по сравнению с контролем. Увеличение же концентрации соли в среде выращивания до 150, 200 и 300 мМ вызывало достоверное уменьшение линейных размеров надземной части в 2,3, 5,9 и 35,5 раза по сравнению с контролем соответственно. Сравнивая развитие корневой системы

и надземной части проростков пшеницы данного сорта, можно также сделать вывод о более выраженном влиянии максимальных из испытанных концентраций (200 и 300 мМ) на рост надземной части проростков.

Развитие побегов проростков пшеницы сорта Ода в присутствии в наружной среде 1 и 5 мМ NaCl достоверно уменьшалось в 1,3 раза по сравнению с контролем. Увеличение концентрации соли до 50, 150, 200 и 300 мМ вызывало достоверное уменьшение линейных размеров надземной части проростков в 1,2, 1,9, 6,5 и 23,4 раза по сравнению с контролем соответственно. При анализе соотношения линейных размеров надземной части и корневой системы проростков данного сорта пшеницы также видно, что хлорид натрия в максимальной из испытанных концентраций (300 мМ) сильнее действует на развитие побегов.

**Заключение.** На основании проведенного анализа можно заключить, что NaCl вызывает одновременно достоверное уменьшение линейных размеров корней и побегов у проростков озимой пшеницы сортов Элегия и Мроя, начиная с концентрации 150 мМ (у сорта Ода – начиная с концентрации 1 мМ). У проростков пшеницы сортов Элегия и Мроя NaCl в диапазоне концентраций от 1 до 50 мМ не оказывает достоверного влияния на развитие побегов, а у проростков сорта Ода линейные размеры побегов уменьшаются. Негативное воздействие NaCl на морфометрические характеристики проростков (в большей степени побегов) с ростом концентрации до 300 мМ усиливается. Корневая система проростков пшеницы сорта Ода оказалась наиболее чувствительной к действию сильного засоления (150–300 мМ), а сорта Элегия – наиболее устойчивой. Развитие побегов при действии 150 и 200 мМ NaCl у проростков пшеницы сорта Мроя подавляется в большей степени, чем у сортов Ода и Элегия; при действии же 300 мМ NaCl надземная часть проростков пшеницы сорта Мроя оказывается более устойчивой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глобальная карта засоленных почв (GSASmap) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/global-map-of-salt-affected-soils/en/>. – Дата доступа: 13.11.2022.
2. Зайцев, В. А. Эффективность проращивания семян в рулонах / В. А. Зайцев, О. М. Корсакова, И. В. Жукова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 11. – С. 39–40.

**К содержанию**

УДК 581.9

**М. М. ВАБИЩЕВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ НИЗИННЫХ ЛУГОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ АГ. ПЛОТНИЦА СТОЛИНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Актуальность.** Каждая флора, в том числе и региональная, складывается из видов, ареалы которых характеризуются различными размерами (от узко-локальных до космополитных) и типами (сплошные, дизъюнктивные, ленточные). Это связано с историческим развитием флоры, определяемым в первую очередь историей формирования физико-географической среды и разными лимитирующими параметрами: климатическими, эдафическими, биотическими, антропогенными. Флора Беларуси в силу исторических причин формирования и условий дальнейшего существования характеризуется широким комплексом географических элементов.

Анализ географического распространения видов, слагающих флору, имеет первостепенное значение для выяснения ее происхождения и истории формирования и, кроме того, позволяет выявить ее специфические особенности и взаимосвязь с другими флорами.

**Цель исследования** – установить географическую структуру флоры низинных лугов в окрестностях аг. Плотница Столинского района Брестской области.

**Материалы и методы.** На основании флористических сборов, проведенных маршрутным методом в вегетационные сезоны 2021–2022 гг. на территории между населенными пунктами аг. Плотница – д. Бродче и в окрестностях д. Коробье Столинского района Брестской области, установили видовой состав флоры низинных лугов указанной территории. При установлении типа ареалов (географического элемента) аборигенных видов использовали литературные источники [1–4].

**Результаты исследований.** На территории исследования выявили 56 видов сосудистых растений.

К космополитам и гемикосмополитам относятся виды, представленные на не менее чем на трех материках. Большинство из них являются сорными растениями, в расселении которых большую роль играет человек. На территории исследования выявлены два вида указанных групп – *Erigeron canadensis* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

Голарктические виды распространены в умеренной зоне северного полушария. Среди них имеются виды всех широтных групп: плюризональные (*Ranunculus acris* L., *Persicaria hydropiper* (L.) Delarbre, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Potentilla anserina* L., *Humulus lupulus* L.), аркто-бореальные (*Ranunculus reptans* L.) и бореально-температные (*Cicuta virosa* L.).

Распространение евразийских видов ограничивается территорией Евразии. Среди них имеются виды следующих широтных групп: бореально-температные (*Salix rosmarinifolia* L.), аркто-бореально-температные (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Torilis japonica* (Houtt.) DC.), субмеридиональные (*Inula britannica* L.), плюризональные (*Thalictrum minus* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Populus tremula* L., *Achillea millefolium* L., *Bidens tripartite* L., *Stachys palustris* L., *Alopecurus pratensis* L., *Dactylis glomerata* L.).

Европейско-сибирские виды встречаются по всей Европе, а также в Западной и Восточной Сибири, не достигая при этом Дальнего Востока. Среди них имеются виды различных солярно-климатических зон (за исключением меридиональных видов): бореальные (*Gentiana pneumonanthe* L.), бореально-температный (*Lychnis flos-cuculi* (L.) Greuter & Burdet., *Kadenia dubia* (Schkuhr) Lavrova & V.N. Tikhom., *Achillea ptarmica* L., *Rhinanthus minor* L., *Veronica longifolia* L., *Galium mollugo* L.), плюризональные (*Thalictrum flavum* L., *Prunella vulgaris* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult.), температурные (*Oenanthe aquatica* (L.) Poir.).

Европейско-малоазиатские виды распространены в южной части Европы, в Малой Азии и на Кавказе. Наиболее многочисленными среди них обнаружены субмеридиональные (*Carpinus betulus* L.) и плюризональные (*Euonymus europaeus* L.) виды.

Распространение европейских видов ограничено территорией Европы. Этот элемент флоры очень разнороден, поэтому подразделен на субэлементы. Наиболее многочисленны панъевропейские виды, широко распространенные почти по всей Европе. Среди них наиболее многочисленными являются плюризональные (*Ulmus glabra* Huds., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Centaurea jacea* L.) и бореально-температные (*Jasione montana* L.) виды. Аркто-бореально-температные (*Quercus robur* L.), бореально-субмеридиональные (*Crepis biennis* L.) и температурные (*Eupatorium cannabinum* L., *Mentha aquatica* L., *Alchemilla polessica* Tretjakov).

Евросибирско-аралокаспийские виды распространены по всей Европе, в Западной Сибири и в Средней Азии. Среди них различают температурные (*Phleum pratense* L., *Rubus caesius* L.), плюризональные (*Rhamnus frangula* L., *Salix acutifolia* Willd.), субмеридиональные (*Salix alba* L.)

Адвентивные виды – это пришельцы из других флор, занесенные при сознательном и бессознательном участии человека. На территории Беларуси встречаются чаще всего североамериканские (*Solidago canadensis* L.), европейские (*Euphorbia cyparissias* L.), средиземноморско-ирано-туранский (*Populus alba* L.) адвентивные виды.

Распределение видов по солярно-климатическим зонам также имеет некоторые особенности, обусловленные как географическим положением, так и физико-географическими условиями данной территории. В составе флоры наиболее многочисленны плюризональные (46,43 %), бореально-температные (16,07 %) и температурные (10,71 %), виды, большинство из которых широко распространены по всей Европе. Достаточно многочисленны в составе флоры Припятского Полесья субмеридиональные и меридиональные виды, на долю которых приходится по 3,57 %, что обусловлено расположением данной территории на юге Беларуси. Также стоит отметить встречаемость умеренно-холодостойких видов: на долю арктоборео-температных видов приходится 5,36 %, а на аркто-бореальные и бореальные всего лишь по 1,79 %.

**Заключение.** Рассматривая распределение видов по долготным элементам флоры, следует отметить, что наиболее многочисленны в составе флоры изученных низинных лугов Столинского района евразийские (23,21 %) и европейско-сибирские (19,64 %) виды. Европейские (16,07 %) и голарктические (14,29 %) виды составляют основу флоры данной территории (более 70 % видового состава).

Таким образом, исследованная флора, как и флора Беларуси в целом, является весьма разнородной по географическим элементам, что указывает на ее связь с различными регионами Европы, Сибири, Малой Азии и Северной Америки.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Минск, 1976. – 224 с.
2. Козловская, Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны / Н. В. Козловская. – Минск : Наука и техника, 1978. – 128 с.
3. Парфенов, В. И. Флора Белорусского Полесья: (Современное состояние и тенденции развития) / В. И. Парфенов. – Минск : Наука и техника, 1983. – 295 с.
4. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plantcadastre.by/invaz/invaz.php>. – Дата доступа: 02.11.2022.

**К содержанию**

УДК 577.175.1:58.01/.07

**А. В. ВАСИЛЕВСКАЯ, М. В. РУСАВУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОДНОЛЕТНЕГО ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТА**

**Актуальность.** В растениеводстве все большее значение приобретают методы повышения устойчивости и продуктивности растений за счет использования гормонов. Хорошие результаты по адаптации сельскохозяйственных культур показали некоторые brassinостероиды.

**Цель** – установить влияние эпикастастерона и его конъюгата на морфометрические параметры подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) на ранних этапах развития.

**Материалы и методы.** Для проведения исследования был выбран новосинтезированный конъюгат эпикастастерона (ЭК) – тетрасукцинат 24-эпикастастерона (СК). Данный конъюгат сочетает в одной молекуле остаток янтарной кислоты (сукцинат обладает иммуномодулирующим эффектом) с brassinостероидным фрагментом. Биологическое действие СК впервые будет исследовано на перспективной для Республики Беларусь сельскохозяйственной культуре, а именно на подсолнечнике однолетнем сорта Гелиос.

Для определения оптимальной концентрации в работе с семенами подсолнечника был выбран широкий диапазон концентраций brassinостероидов:  $1 \times 10^{-7}$  М,  $1 \times 10^{-8}$  М,  $1 \times 10^{-9}$  М,  $1 \times 10^{-10}$  М,  $1 \times 10^{-11}$  М. Оценка воздействия ЭК и СК на рост и развитие растений была проведена по следующим параметрам: энергия прорастания и всхожесть семян (соответственно на 3-и и 5-е сутки согласно ГОСТ 12038-84), длина корешков и гипокотилей проростков. Обработка исследуемыми веществами проводилась однократно в виде замачивания семян в течение 5 часов. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Проращивание проводилось на фильтровальной бумаге. Все опыты проводились в 4-кратной повторности.

**Результаты исследований.** Анализ полученных результатов показал, что исследуемые стероиды оказали неоднозначное влияние на энергию прорастания и всхожесть семян подсолнечника. Энергия прорастания в контроле составила 80 % (рисунок 1). Все выбранные концентрации ЭК оказали положительное влияние на энергию прорастания семян относительно контроля: в среднем наблюдается возрастание энергии прорастания на 13 %.

Значимо повышал этот показатель ЭК в концентрациях  $1 \times 10^{-10}$  М (15 %) и  $1 \times 10^{-8}$  М (18,8 %) по отношению к контролю. Обработка семян конъюгатом СК вызвала незначительное понижение энергии прорастания в концентрациях  $1 \times 10^{-8}$  М (7,5 %) и  $1 \times 10^{-7}$  М (13,75 %). Концентрации в диапазоне  $1 \times 10^{-11}$ – $1 \times 10^{-9}$  М не оказали достоверного результата на данный показатель.

Влияние исследуемых веществ на всхожесть семян подсолнечника оказалось сходным, но менее выраженным: максимальное повышение всхожести отмечено при использовании раствора ЭК в концентрации  $1 \times 10^{-10}$  М (на 19,15 %) (рисунок 1), для его конъюгата (СК) возрастание всхожести отмечено только при применении раствора в концентрации  $1 \times 10^{-10}$  М на 13,6 %. Остальные растворы СК оказывали негативный эффект на данный показатель.

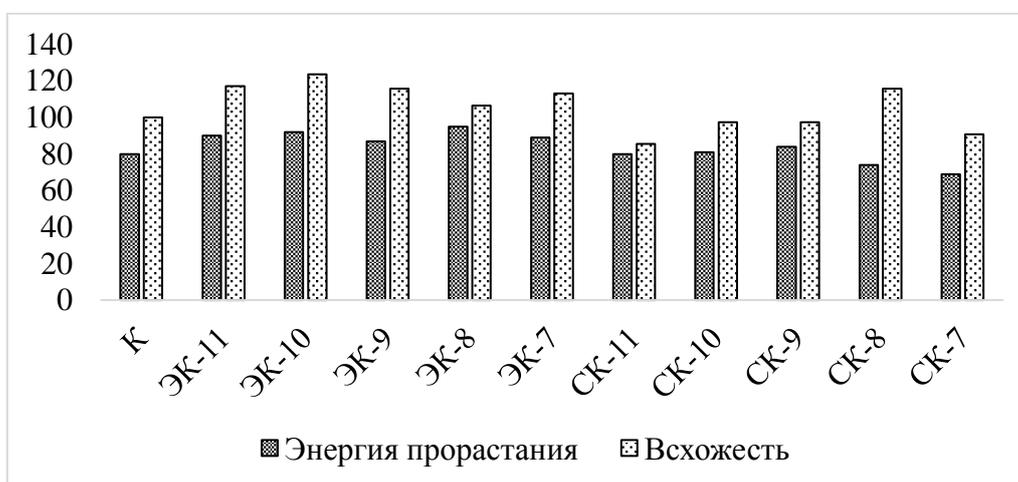


Рисунок 1 – Влияние эпикастастерона и его конъюгата на морфометрические параметры подсолнечника (в % к контролю): –11, –10, –9, –8, –7 – молярные концентрации ЭК и СК, соответственно  $1 \times 10^{-11}$ ,  $1 \times 10^{-10}$ ,  $1 \times 10^{-9}$ ,  $1 \times 10^{-8}$ ,  $1 \times 10^{-7}$

Анализ данных изменения длины корня проросших семян подсолнечника показал существенное влияние при замачивании в растворах ЭК в исследуемых концентрациях (рисунок 2): в среднем наблюдается увеличение длины корня в два раза. Применение минимальной концентрации ЭК  $1 \times 10^{-11}$  М стимулирует развитие корня на 101 % относительно контроля. Максимальный положительный эффект ЭК отмечен в концентрации  $1 \times 10^{-8}$  М (длина корня возрастает на 137,9 %). Столь положительного эффекта при действии конъюгата ЭК с янтарной кислотой в ходе опыта не выявлено. В целом отмечена положительная динамика: среднее значение увеличения длины корня относительно контроля составляет 39,76 %.

Лучший результат для СК получен в концентрации  $1 \times 10^{-10}$  М (плюс 91,48 % к контролю).

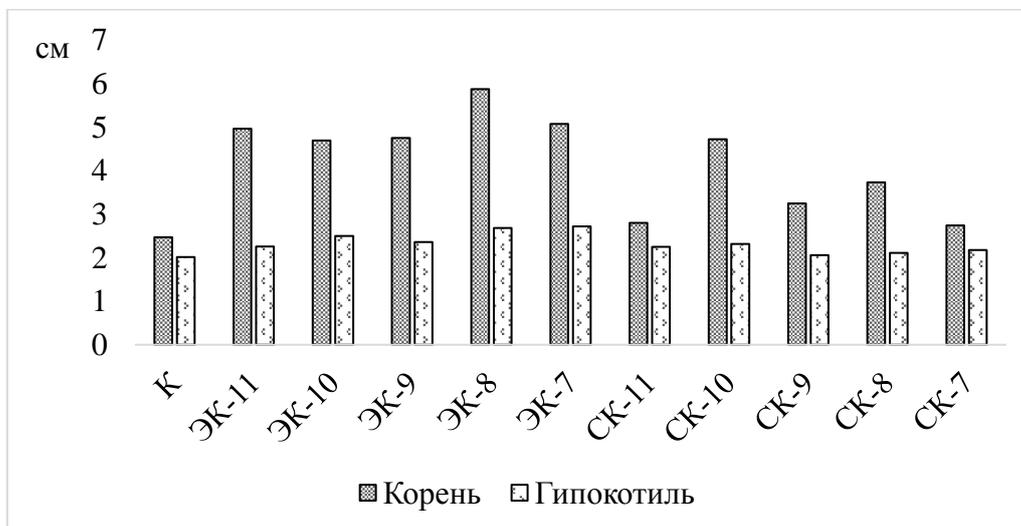


Рисунок 2 – Влияние эпикастастерона и его конъюгата на длину корня и гипокотыля подсолнечника: –11, –10, –9, –8, –7 – молярные концентрации ЭК и СК, соответственно  $1 \times 10^{-11}$ ,  $1 \times 10^{-10}$ ,  $1 \times 10^{-9}$ ,  $1 \times 10^{-8}$ ,  $1 \times 10^{-7}$

Действие brassinosteroidов на длину гипокотыля подсолнечника также имело положительный эффект. Наиболее значимый результат показали максимальные концентрации ЭК: при применении растворов в концентрациях  $1 \times 10^{-8}$  и  $1 \times 10^{-7}$  М отмечено повышение значений параметра в среднем на 34 % относительно контроля (рисунок 2). СК в исследуемых концентрациях показал следующий результат: минимальные концентрации  $1 \times 10^{-11}$  и  $1 \times 10^{-10}$  М активируют рост гипокотыля, что приводит к увеличению данного параметра на 13,35 % относительно контроля. Остальные концентрации достоверно увеличения длины гипокотыля не вызвали.

**Заключение.** Проведенные исследования позволили выявить наиболее эффективные концентрации ЭК и СК: по совокупности положительных эффектов на посевные качества семян подсолнечника для полевого эксперимента выбраны концентрации  $1 \times 10^{-8}$  и  $1 \times 10^{-10}$  М для обоих стероидов.

*Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ № Б22М-054, подзадания «Исследование влияния и разработка на его основе практических рекомендаций по применению методов обработки подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus L.*) и винограда (*Vitis L.*) brassinosteroidами и их конъюгатами» (№ ГР 20221039 от 01.07.2022).*

**К содержанию**

УДК 574.583

**Е. А. ВОЩУК**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Н. С. Прибыловская, ст. преподаватель

## **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА Р. ВЕДЬМЫ (ЛЯХОВИЧСКИЙ РАЙОН)**

**Актуальность.** Малые реки из-за своей маловодности являются неустойчивыми биоценозами, и резко реагируют на любые изменения окружающих условий, будут ли это погодные изменения или антропогенное воздействие. Организмы фитопланктона первыми вступают в контакт с загрязнителями, из-за этого их считают хорошими биологическими индикаторами качества водоемов различного типа. При антропогенном воздействии, как правило, уменьшается фитопланктонное разнообразие.

**Цель** – проанализировать сезонную динамику и провести таксономический анализ фитопланктона малой реки Ведьма (Ляховичский район, Брестская область, Республика Беларусь).

**Материалы и методы.** Материалом для исследований послужили 14 проб фитопланктона, отобранных на двух станциях с августа 2021 г. по март 2022 г. Первая станция находилась в центре г. Ляховичи на мосту по улице Ленина, вторая станция отбора проб располагалась в 250 м ниже по течению.

Отбор проб, их фиксация, концентрирование и определение видового состава проводили по классическим гидробиологическим методикам [1]. Идентификацию видов осуществляли согласно определителям [2–4]. Систематическая принадлежность водорослей определялась в соответствии с «Таксономическим каталогом» Т. М. Михеевой [5].

**Результаты исследований.** Проанализированы сезонные изменения в видовом составе, которые наблюдались в р. Ведьме в период исследования. Динамика видового разнообразия разных отделов планктонных водорослей р. Ведьмы показана на рисунке 1. Различия между двумя станциями оказались несущественными, поэтому для данной диаграммы были объединены результаты обработки отобранных в один день проб с двух станций.

Во всех месяцах исследований фитопланктона в р. Ведьме присутствуют зеленые и диатомовые водоросли. Общее число видов по месяцам сильно варьирует и не имеет четкой зависимости. В августе в планктоне выявлено всего пять видов водорослей из трех отделов. Возможно, одной из причин является аномально жаркое лето 2021 г., когда средняя по Беларуси температура воздуха за июнь была выше климатической нормы

на 3,5 °С, а за июль – на 4,1 °С [6]. Мы не наблюдаем в фитопланктоне р. Ведьмы типичной для рек умеренной зоны динамики доминирующих комплексов, что может являться следствием антропогенного воздействия на реку.

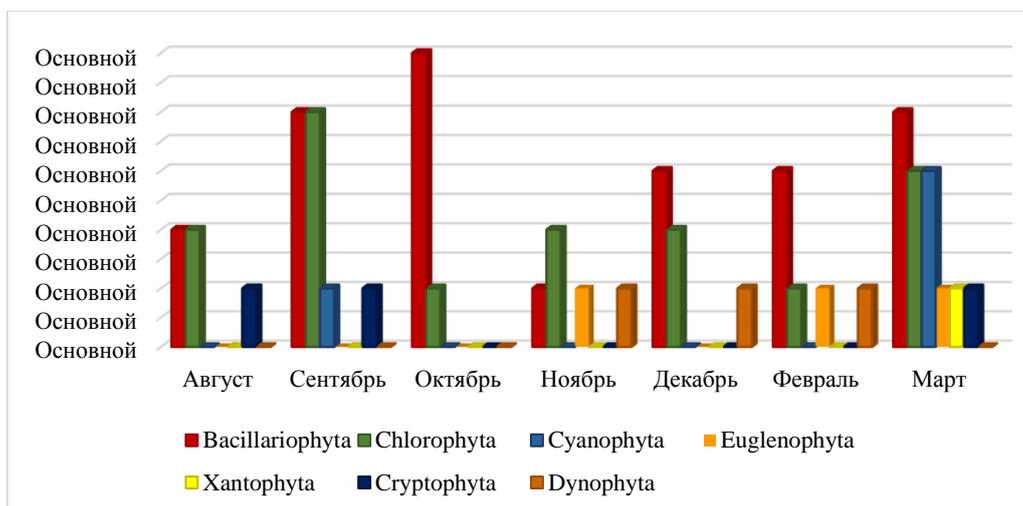


Рисунок 1 – Динамика видового разнообразия фитопланктона р. Ведьмы

Всего в исследуемых образцах фитопланктона выявлено 28 видов водорослей. Таксономический анализ результатов обработки проб фитопланктона р. Ведьмы представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Таксономический спектр фитопланктона р. Ведьмы

| Отдел                  | Класс                      | Порядок   | Семейство | Род       | Вид       |
|------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Bacillariophyta</i> | <i>Centrophyceae</i>       | 2         | 2         | 3         | 4         |
|                        | <i>Pennatophyceae</i>      | 2         | 4         | 5         | 8         |
| <i>Chlorophyta</i>     | <i>Protococcophyceae</i>   | 2         | 4         | 4         | 6         |
|                        | <i>Ulothrichophyceae</i>   | 1         | 1         | 1         | 1         |
|                        | <i>Conjugatophyceae</i>    | 2         | 2         | 2         | 2         |
| <i>Xantophyta</i>      | <i>Xanthotrichophyceae</i> | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Euglenophyta</i>    | <i>Euglenophyceae</i>      | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Cyanophyta</i>      | <i>Hormogoniophyceae</i>   | 1         | 1         | 1         | 1         |
|                        | <i>Chroococcophyceae</i>   | 1         | 2         | 2         | 2         |
| <i>Cryptophyta</i>     | <i>Cryptophyceae</i>       | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <i>Dynophyta</i>       | <i>Dynophyceae</i>         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>Итого</b>           | <b>11</b>                  | <b>15</b> | <b>20</b> | <b>21</b> | <b>28</b> |

В р. Ведьме за время исследования было выявлено 28 видов планктонных водорослей, которые относятся к 7 отделам, 11 классам, 15 порядкам, 20 семействам, 21 роду.

К отделу *Bacillariophyta* относится 12 видов водорослей, *Chlorophyta* – 9 видов, *Cyanophyta* – 3 вида. Отделы *Euglenophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Dynophyta* представлены одним видом каждый.

При выделении классов с самой высокой видовой насыщенностью получен следующий результат: на первом месте располагается класс *Pennatophyceae* с 8 видами, следует за ним класс *Protococcophyceae* с 6 видами и затем класс *Centrophyceae* с 4 видами.

Между двумя станциями наблюдались некоторые различия в видовом разнообразии водорослей планктона. На второй станции было выявлено меньше видов водорослей. Однако в целом различия в структуре фитопланктона невелики, а расстояние между двумя станциями столь незначительно для текучей воды, что некорректно говорить о каком-либо серьезном негативном воздействии на фитопланктон на этом промежутке реки.

**Заключение.** Сезонная динамика доминирующих комплексов не соответствует классической схеме. Причин может быть несколько: маловодность реки, антропогенное воздействие, слишком жаркие июль и август 2021 г., небольшой период исследования.

В период исследований в 2021 и 2022 гг. на р. Ведьме было выявлено 28 видов водорослей, которые относятся к 7 отделам, 11 классам, 15 порядкам, 20 семействам, 21 родам. Тройка доминирующих классов в фитопланктоне р. Ведьмы выглядит следующим образом: *Pennatophyceae*, *Protococcophyceae*, *Centrophyceae*. Таким образом, доминирующий комплекс фитопланктона можно охарактеризовать как диатомово-хлорофитовый, что характерно для многих малых и средних белорусских рек.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садчиков, А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А. П. Садчиков. – М. : Ун-т и школа, 2003. – 157 с.
2. Топачевский, А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк ; под ред. А. В. Топачевского – Киев : Вища школа, 1984. – 336 с.
3. Царенко, П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П. М. Царенко. – Киев : Наук. думка, 1990. – 208 с.
4. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М., 1951. – 593 с.
5. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.
6. Белгидромет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgidromet.by/ru/climatolog-ru/view/klimaticheskaja-xarakteristika-2021-goda-4967-2022/>. – Дата доступа: 08.04.2022.

**К содержанию**

УДК 504.31

**Е. Д. ГОНЧАРЕВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ПРЕДПРИЯТИЕМ  
ОАО «БЕРЕЗОВСКИЙ МЯСОКОНСЕРВНЫЙ КОМБИНАТ»  
ЗА ПЕРИОД 2018–2021 ГГ.**

**Актуальность.** 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, которые характеризуют качество жизни населения. 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 стороны, как загрязнители атмосферного воздуха, водных ресурсов, почв, растительности в силу их токсичных и других опасных свойств. Загрязнение окружающей среды отходами производства и загрязняющими веществами, в первую очередь опасными, в настоящее время является одной из наиболее важных экологических проблем [1].

Источники выбросов подразделяют 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.

ОАО «Березовский мясоконсервный комбинат» (далее – ОАО «Березовский МКК») является лидером мясоперерабатывающей отрасли Республики Беларусь, поэтому предприятием ежегодно выделяется множество загрязняющих веществ в атмосферу. Предприятие предпринимает различные методы и делает все для того, чтобы уменьшить количество загрязняющих веществ и сохранить экологию.

**Цель** – провести мониторинг и оценку данных по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Березовский МКК» за период 2018–2021 гг.

**Материалы и методы.** В результате исследований проанализированы данные акта инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Березовский МКК» за 2018–2021 гг. Применялись общие методы исследования: сравнение, описание, сравнительный анализ отчетности, статистическая обработка данных.

**Результаты исследований.** Нами проведен мониторинг выбросов твердых частиц и оксида углерода (II) за период 2018–2021 гг. Особенно актуальны газообразные и аэрозольные выбросы, которые являются загрязнителями промышленно-бытового происхождения. Основными вредными примесями пирогенного происхождения является оксид углерода (II). В воздух он попадает в результате сжигания твердых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий и способствует повышению температуры на планете.

Твердые частицы и оксид углерода (II) относятся к 3-му и 4-му классу опасности соответственно. На рисунке 1 представлены данные о количестве выбросов твердых частиц в атмосферный воздух в период 2018–2021 гг.

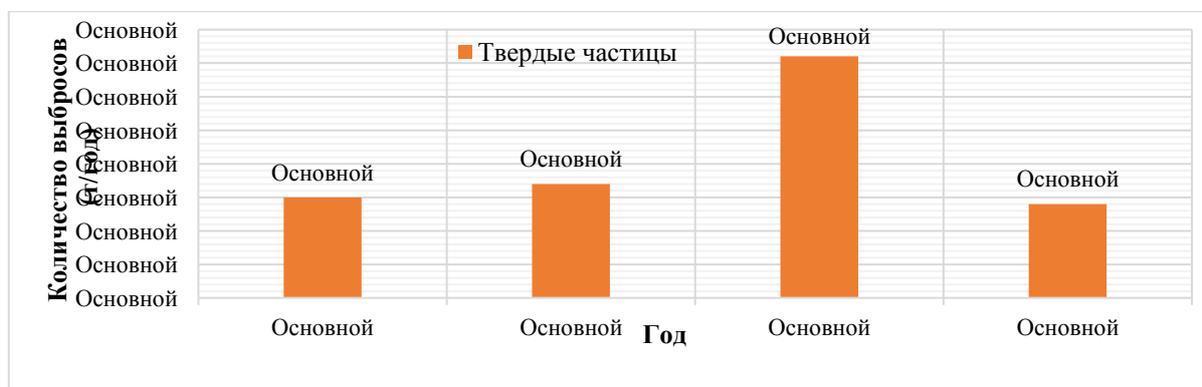


Рисунок 1 – Количество выбросов твердых частиц за период 2018–2021 гг.

На основе анализа количественных данных был выявлен ряд закономерностей годового распределения количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Так, максимальные выбросы твердых частиц предприятием ОАО «Березовский МКК» зафиксированы в 2020 г. В 2018 г. количество поступивших в атмосферу твердых частиц составило 0,145 т/год. В 2019 г. этот показатель незначительно увеличился, что соответствует 1,38 %. Резкое увеличение выбросов в атмосферу твердых частиц зафиксировано в 2020 г. и составило 0,166 т/год, что по сравнению с 2019 г. составило 12,92 %. В 2021 г. выбросы твердых частиц в атмосферу снизились и составили 0,144 т/год.

Анализ данных выбросов оксида углерода (II) за 2018–2021 гг. представлен в виде диаграммы на рисунке 2.

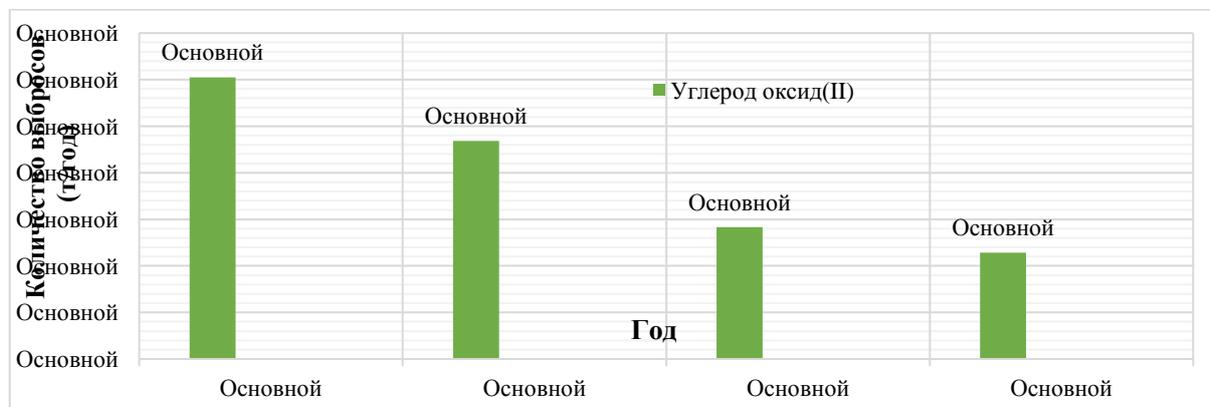


Рисунок 2 – Количество выбросов оксида углерода (II) за 2018–2021 гг.

Выбросы оксида углерода (II) предприятием ОАО «Березовский МКК» имеют тенденцию к снижению. Самый высокий показатель был зафиксирован в 2018 г. и составил 12,102 т/год, постепенно уменьшение оксида углерода (II) было зафиксировано в период 2019–2021 гг. Это связано с установкой очистных сооружений, и по итогу в 2021 г. выбросы оксида углерода (II) составили 4,562 т/год, что по сравнению с 2019 г. составило 51,28 %.

По предоставленным данным, на предприятии ОАО «Березовский МКК» в 2020 г. началась производиться модернизация и замена устаревшего оборудования. Это способствует выпуску высококачественной продукции и снижению количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

**Заключение.** 1. Количество выбросов твердых частиц предприятием «Березовский МКК» за период 2018–2021 гг. имеет тенденцию к уменьшению. Увеличение выбросов твердых частиц произошло в 2020 г. на 12,92 %, но уже в 2021 г. этот показатель снизился и составил 0,144 т/год, что связано с модернизацией производства.

2. Количество выбросов оксида углерода (II) постепенно уменьшилось по сравнению с 2018 г. (на 51,28 %).

3. Выбросы загрязняющих веществ предприятием «Березовский МКК» за 2018–2021 гг. не превышают предельно допустимых концентраций.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздействие на атмосферный воздух выбросов предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vozdeystvie-na-atmosfernyu-vozduh-vybrosov-predpriyatiya>. – Дата доступа: 21.10.2022.

[К содержанию](#)

УДК 634.232

**М. М. ДЕМЬЯНЧИК, А. В. АНДРЕЙЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОВ ЧЕРЕШНИ  
КОЛЛЕКЦИОННОГО САДА ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ  
БРГУ ИМЕНИ А. С. ПУШКИНА**

**Актуальность.** Определяющим показателем перспективности сорта является товарность плодов, в значительной степени определяющая спрос на рынке плодовой продукции. Она является интегральным показателем, включающим такие основные составляющие, как размер плодов и их привлекательность, обусловленную разнообразной гаммой покровной окраски. Плоды черешни – одни из немногих, которые имеют такое разнообразие цветов и их оттенков, начиная от светло-желтых и заканчивая красновато-черными плодами [1]. Возделываемые сорта черешни по консистенции мякоти плода и ее окраске подразделяются на две группы: гини и бигарро. Гини отличается нежной сладкой мякотью и поэтому используется в пищу только в свежем, необработанном виде. У черешни бигарро мякоть плотная, поэтому сорта этой группы прекрасно подходят для всех видов переработки и замораживания [1].

Показатели товарности и качества плодов, их морфометрические параметры являются неотъемлемой характеристикой сорта и необходимы при подборе промышленного сортимента. При этом на параметры плода оказывают значительное влияние погодные условия (засуха, избыточное увлажнение) и нагрузка дерева урожаем [1].

**Цель** – провести сравнительный морфометрический анализ плодов пяти сортов черешни *Prunus avium* L.: Сюбаровская, Медуница, Гостинец, Тютчевка, Витязь.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в 2022 г. в коллекционном саду вишни и черешни на территории отдела агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина.

Объектами исследований являлись пять сортов черешни, среди которых четыре сорта селекции НИИ плодоводства НАН Беларуси (Сюбаровская, Медуница, Гостинец, Витязь) и сорт российской селекции ВНИИ люпина Тютчевка.

Сорта по срокам созревания относились к раннеспелым (Сюбаровская, Медуница), среднеспелым (Гостинец, Витязь) и с поздним сроком созревания (Тютчевка).

Оценку товарных и потребительских качеств плодов черешни проводили в период технической (съемной) зрелости. Выборка составляла 10 плодов каждого сорта (в трехкратной повторности). Критерии анализа – размер плода (масса, высота, диаметр), масса плодов, масса мякоти, масса косточки, объем сока; изучить показатели: размер, длина плода, ширина плода, консистенция мякоти и масса одного плода.

**Результаты исследований.** Плоды черешни разных сроков созревания отличаются по размеру: средняя масса одного плода варьирует от 3,20 г (Витязь) до 6,63 г (Гостинец) (рисунок).

По результатам морфологического анализа крупная масса плодов отмечена у сортов черешни Гостинец (6,3 г), Тютчевка (4,2 г) и Медуница (4,1 г), а сорта, у которых отмечена низкая масса, – Сюбаровская (3,5 г) и Витязь (3,2 г), также отмечена корреляция с массой мякоти. Масса косточек всех сортов варьируется в одном диапазоне от 0,42 до 0,59 г. По объемам полученного сока Медуница – сорт с самыми сочными плодами: объем составил 3 мл. Гостинец и Тютчевка дали одинаковое количество сока (по 2,5 мл), сорт Витязь – 2 мл. И менее сочным оказался сорт Сюбаровская с объемом сока 0,6 мл.

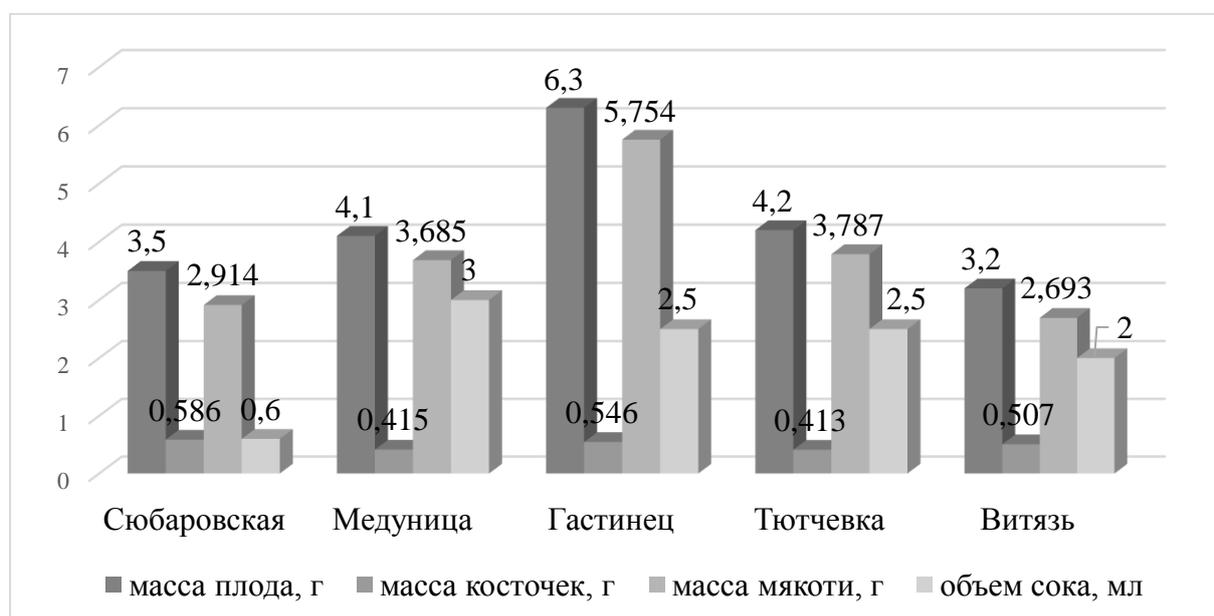


Рисунок – Показатели массы составных частей плодов сортов черешни коллекционного сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина

На втором этапе исследования был проведен анализ показателей плодов изучаемых сортов. При определении этих параметров использовались только сорванные плоды черешни (таблица).

Таблица – Морфометрические параметры плодов черешни коллекционного сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина

| Сорт                 | Высота<br>плода,<br>X <sub>ср.</sub> ± m, мм | Ширина<br>плода,<br>X <sub>ср.</sub> ± m, мм | Отделимость<br>косточки<br>от мякоти | Консистенция<br>мякоти | Количество<br>плодов,<br>шт/100г |
|----------------------|--|--|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Сюбаровская (ранняя) | 18,3 ± 1,3                                   | 20,1 ± 1,7                                   | хорошая                              | бигарро                | 28,6 ± 0,9                       |
| Медуница (ранняя)    | 19,1 ± 1,5                                   | 22,3 ± 1,5                                   | хорошая                              | бигарро                | 24,4 ± 1,1                       |
| Гостинец (средний)   | 23,2 ± 1,6                                   | 24,1 ± 1,8                                   | хорошая                              | бигарро                | 15,9 ± 1,8                       |
| Тютчевка (поздняя)   | 22,3 ± 1,3                                   | 23,4 ± 1,4                                   | средняя                              | бигарро                | 23,8 ± 1,3                       |
| Витязь (средний)     | 13,9 ± 1,2                                   | 15,8 ± 1,1                                   | средняя                              | бигарро                | 31,3 ± 0,5                       |

Результаты анализа показали, что крупные плоды имели место у ранне-незрелого сорта Гостинец (23,2×24,1 мм), позднего сорта Тютчевка (22,3×23,4 мм) и раннего сорта Медуница (19,1×22,3 мм), средние – у раннего сорта Сюбаровская (18,3×20,1 мм). Самые маленькие плоды отмечены у среднего сорта Витязь (13,9×15,8 мм).

Важным показателем товарного качества является отделимость косточки от мякоти и консистенция мякоти. По консистенции все исследуемые сорта были отнесены к типу бигарро – мякоть сочная, плотная. У сортов Сюбаровская, Медуница и Гостинец отделимость косточки от мякоти была хорошая, Тютчевка и Витязь характеризовались средней отделимостью косточки.

**Заключение.** Изучение морфометрических показателей пяти сортов черешни (*Prunus avium* L.) коллекционного сада Центра экологии отдела агробиологии БрГУ имени А. С. Пушкина показало, что плоды среднеспелого сорта Гостинец отличались по совокупности параметров от плодов других сортов: они имели наиболее крупные размеры, достоверно более высокую массу самой ягоды и мякоти, а также характеризовались хорошей отделимостью от косточки. Среднеспелый сорт Витязь имел плоды с более низкими показателями.

2. Сюбаровская, Медуница, Гостинец показали хорошую отделимость косточки от мякоти – показатель используется при обработке ягод перед приготовлением определенных блюд – и сохранение товарного вида.

3. У всех изученных сортов черешни консистенция мякоти – бигарро мякоть плотная, поэтому сорта этой группы прекрасно подходят для всех видов переработки и замораживания.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехина, Е. М. Биологическая и биохимическая оценка сортов черешни в Краснодарском крае / Е. М. Алехина, Т. Г. Причко // Садоводство и виноградарство. – 2006. – № 5. – С. 21–22.

**К содержанию**

УДК 634.737

**В. Л. ДОВГЕР**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. В. Бондарь, старший преподаватель

## **МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОДА *VACCINIUM* L.**

**Актуальность.** История происхождения голубики началась с Северной Америки. С давних времен коренное индейское население знало о пользе голубики: ее не только употребляли в пищу, но и готовили целебные отвары, а перетертая листва растения использовалась в качестве косметического средства. Ф. В. Ковилл первым начал изучать растение. К концу XX в. насчитывалось уже более 60 видов данного кустарника.

**Цель** – изучить морфобиологические особенности рода *Vaccinium* L.

**Результаты исследований.** Голубика – многолетний одревесневающий кустарник, теряющий листву осенью и отрастающий весной молодыми гибкими ветвями. Ареалом голубики являются регионы с холодным и умеренным климатом. Она растет в Северном полушарии, в лесах, на сфагновых болотах, в тундровых зонах, предгорьях, в Северной Америке, Японии, в Российской Федерации растет на Алтае, в Сибири, на Дальнем Востоке.

Корневая система кустарника размещается в верхних слоях грунта и лишена волосков. Мочковатые корни густо ветвятся, но далеко от куста не развиваются и вглубь растут не больше 40 см. В естественных условиях произрастания растение питается с помощью эндотрофной микоризы – грибка, с которым сожительствуют корни (симбиоз). У растения два типа побегов – ветвления и формирования. Первые отрастают на прошлогодних ветках рано весной, вторые в основном растут из подземных почек. У некоторых видов голубики существуют еще и подземные побеги – столоны, из которых развиваются парциальные кусты. Побеги ветвления имеют длину 9,5–9,9 см, а побеги формирования за вегетационный период достигают длины от 80 до 115 см. За сезон побеги могут иметь от одной до нескольких волн роста.

Листья голубики блестящая, темно-изумрудная, с зубчатыми либо цельными краями. Форма листовых пластинок овальная, в длину достигает 3–8 см, в ширину 1–4 см. У голубики топяной листочки очень мелкие, до 2 см длиной и 1,2 см шириной, с голубоватым оттенком и завернутой верхушкой. Кистевидные соцветия расположены на концах побегов. Верхушечные грозди открываются раньше, чем боковые. Цветок колокольчатый, с 4–5 отогнутыми зубцами, белый или слегка розоватый. В среднем в кистях

по 8–10 цветков. После отцветания и формирования плодов отдельные кисти на концах побегов выглядят как одна крупная гроздь. Цветение голубики начинается в мае [1].

Плоды – ягоды с множеством семян, созревающие примерно 2–3 месяца после начала цветения. Размеры ягоды значительно варьируют в зависимости от сортовых особенностей и положения в кисти. Размер ягод увеличивается не только до начала созревания, но и после приобретения ими синей окраски, главным образом благодаря всасыванию воды. Засуха в период созревания приводит к уменьшению размеров плодов и ухудшению их вкуса. Поэтому в период формирования и созревания ягод очень важен полив. Окраска плодов светло-голубая, голубая или темно-голубая, с сизым налетом. По форме они бывают округлые, иногда пятигранные, сплюснутые. Мякоть ягоды белая, плотная или средней плотности. Кожица также плотная или средней плотности. У созревших плодов сохраняется чашечка. Вкус плодов у большинства видов кисло-сладкий, но у некоторых кислотность отсутствует или едва ощущается. Сортовые ягоды голубики обладают тонким приятным ароматом.

Голубика включает около 8 % полезных сахаров (фруктозы, глюкозы и сахарозы), а также достаточный объем органических кислот (лимонной, яблочной, уксусной и пр.). Она богата пектинами, клетчаткой и микроэлементами (среди последних кальций, натрий, фосфор, магний, железо, марганец). В голубике много витаминов (А, гр. В, С, Е, К, Р, РР). Одним из главных преимуществ этой ягоды является наличие в ней антоциана – растительного пигмента, выступающего в роли активного антиоксиданта. Благодаря такому составу, ягоды голубики обладают полезными свойствами, оказывая следующее лечебное воздействие на человеческий организм: антибактериальное, мочегонное, желчегонное, противовоспалительное, кардиотоническое, антисклеротическое [2].

Голубика болотная (обыкновенная) – густоветвистый кустарник, растущий по всему Северному полушарию в зонах с холодным и умеренным климатом. Произрастает и в тундре, и в лесах, но чаще на болотистой местности и торфяниках. В Евразии встречается от Исландии до Японии, в России голубика растет от Урала до Дальнего Востока, на юг простирается до Италии и Монголии. На Североамериканском материке встречается от Аляски до Калифорнии. Среди отечественных садоводов известен еще и под народными наименованиями гонобобель, водопьянка, голубица, дурниха, пьяная ягода, синика и др.

Куст невысокий, максимум вырастает ввысь до 1,5 м, но обычно его высота 30–60 см. Корни, как и у предыдущего вида, мочковатые и сильноветвистые, питаются за счет микоризы. Листья удлинненно-овальные, листовая пластинка тонкая, но плотная, длиной около 3 см. Ближе к осени крона

голубики меняет окраску с зеленой на ярко-пососевую и очень декоративна. С наступлением холодов листья опадают, но ягоды остаются на голых ветвях до первых морозов.

Цветы маленькие, кувшиновидные, изящно поникают в соцветии. Венчик белоснежный либо с незаметным розовым оттенком. Ягоды синеватые, с серебристым налетом, мякоть светлая в начале созревания, а у переспевших плодов приобретает насыщенно-фиолетовый цвет. Форма ягод округлая, длина около 1,2 см. Голубица чрезвычайно морозоустойчива и настоящий долгожитель: на одном месте растет и плодоносит до сотни лет [1; 3; 4].

Голубика садовая – это окультуренная американская голубика высокорослая и ее множественные сорта, полученные от скрещивания с голубикой узколистной и южной. Ф. В. Ковилл, известный американский ботаник, начал работу по введению голубики в культуру еще в начале XX ст. При жизни он зарегистрировал 15 сортов голубики садовой, позже его последователи присоединили к этому списку еще столько же выведенных сортов. И сейчас селекционные работы продолжаются. В качестве базовой основы для получения новых растений присоединилась голубика «кроличий глаз» [3; 4].

**Заключение.** Культурные сорта, как правило, выше голубики лесной и урожаи дают гораздо больше, чем видовые растения в природе. Кроме этого, кустарники в саду обильнее покрыты ягодами и способны начинать плодоношение уже на второй-третий вегетационный сезон после посадки растения в открытый грунт.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ягода гонобобель (голубика) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yagoda.guru/obshee/yagoda-gonobobel-golubika>. – Дата доступа: 02.11.2022.

2. Биологические особенности голубики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vo-sadu.ru/biologicheskie-osobennosti-golubiki.html>. – Дата доступа: 02.11.2022.

3. Основные характеристики голубики обыкновенной, особенности посадки в саду, секреты ухода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fructberry.com/yagody/golubika/raznovidnosti-g/lesnaya-obyknovennaya>. – Дата доступа: 02.11.2022.

4. Голубика – «болиголов» или вкусная и полезная ягода: все о выращивании и уходе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://izbushkatut.ru/ogorod/golubika>. – Дата доступа: 02.11.2022.

**К содержанию**

УДК 574.4

**В. Б. ДУБИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ГОРОДСКИХ ОГОРОДНЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И ПОЧВЕННЫХ ДОБАВОК**

**Актуальность.** Загрязнение почвы – это процесс деградации почвенного слоя, при котором значительно повышается уровень содержания вредных химических веществ. Чтобы образовался почвенный слой в три сантиметра, необходимо около тысячи лет, а если нынешние темпы деградации почвы сохранятся, то плодородный слой во всем мире может исчезнуть примерно через 50 лет [1]. Растения накапливают в себе потенциально токсичные элементы, а затем передают их по пищевым цепям в организмы животных и человека, что создает значительную угрозу их здоровью.

Для восстановления нарушенных почв во всем мире все шире используется фиторемедиация – экологически дружелюбный подход по использованию растительных организмов *in situ* [3].

Повышение продуктивности и устойчивости растений, используемых в фиторемедиационных технологиях, – это важная практическая задача современной прикладной экологии. Перспективным методом ее решения является использование почвенных добавок и стимуляторов роста [2].

**Цель** – оценить улучшающую роль стимуляторов роста и почвенных добавок при фиторемедиации городских огородных почв.

**Материал и методы.** Эксперимент осуществлялся на приусадебном участке (г. Брест, ул. Базановой, д. 1, координаты 52.103590, 23.684648). Предварительно почвенные пробы анализировали на валовое содержание тяжелых металлов (ТМ) методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе SOLAAR MkII M6 DoubleBeam AAS в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Республики Беларусь (таблица 1).

Для закладки полевого опыта выбраны следующие культуры, обладающие высоким фиторемедиационным и (или) фитоиндикационным потенциалом: подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) и гибриды румекс, фестулолиум. В качестве мелиорантов использовались дефекал, компост, доломит и их сочетания. В качестве стимуляторов роста использовались эпин, оксигумат и гумин.

Таблица 1 – Содержание ТМ в почвах и субстратах относительно ПДК

| Код  | Pb  | Cd  | Cu  | Zn  | Ni  | Mn  |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ПУ-2 | 1,7 | 0,8 | 0,9 | 3,4 | 0,3 | 0,1 |
| ПУ-3 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 2,0 | 0,3 | 0,1 |

Семена высевались на участки площадью 1 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности в апреле 2020 г., сбор растений производился в конце августа 2020 г.

На экспериментальном стационаре был проделан ряд агротехнических мероприятий. С периодичностью 7–14 дней на стационарах измерялись ростовые показатели растений. Осуществлена статистическая обработка полученных результатов.

**Результаты исследований.** Вегетационный сезон характеризовался значительной амплитудой климатических показателей (рисунок). Особо следует отметить низкое количество осадков в апреле и июле-августе.

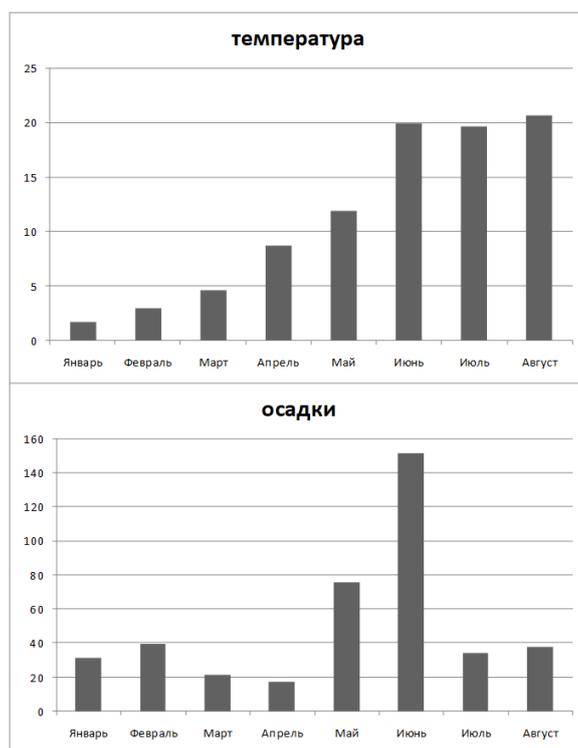


Рисунок – Климатические условия в 2020 г.

Рост и развитие подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) на участке характеризуются неравномерностью как по экспериментальному участку в целом, так и в пределах вариантов опыта по применению почвенных добавок. При этом к концу вегетационного периода наблюдается снижение коэффициента вариации.

Фестулолиум развивался равномерно. Стимуляторы роста незначительно повлияли на изменчивость признака роста растений фестулолиума. Коэффициент вариации по вариантам в пределах экспериментального участка не превышает 8,5 %. В пределах отдельных вариантов отмечено положительное действие стимуляторов роста на развитие растений. Наилучшие показатели роста получены в вариантах обработки растений оксигуматом (47,5 см) и эпином (43,3 см). В контрольном варианте в период активного роста растений  $V > 20$  %. В вариантах применения стимуляторов роста отмечается более равномерное развитие растений при более высоких значениях признака.

Наилучшее развитие растений румекса отмечено в вариантах дефекат, компост и компост + доломит (таблица 2).

Таблица 2 – Высота румекса в полевых экспериментах (в см)

|                   | Масса, г      | Высота, см  |
|-------------------|---------------|-------------|
| Контроль          | 31,6 ± 17,2   | 45,2 ± 7,8  |
| Компост           | 100,66 ± 34,2 | 54,9 ± 15,1 |
| Дефекат           | 39,49 ± 19,5  | 38,1 ± 11,2 |
| Доломит           | 27,7 ± 14,1   | 34,2 ± 10,1 |
| Компост + доломит | 131,06 ± 34,2 | 57,8 ± 12,0 |

**Заключение.** Была исследована улучшающая роль стимуляторов роста и почвенных добавок. В целом отмечено наиболее эффективное применение дефеката, компоста и их смесей в качестве почвенных добавок для румекса и подсолнечника однолетнего. Для фестулолиума наилучшие показатели были получены при обработке эпином и оксигуматом.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зинина, О. Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека / О. Т. Зинина // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. – Хабаровск, 2001. – № 4. – С. 99–105.
2. Assessing heavy metal sources in agricultural soils of an European Mediterranean area by multivariate analysis / С. Mico [et al.] // Chemosphere. – 2006. – Vol. 65. – P. 863–872.
3. Ересько, М. А. Фиторемедиация – биологическая технология очистки почв / М. А. Ересько // Экология на предприятии. – 2017. – № 6 (72). – С. 72–81.

**К содержанию**

УДК 581.5

**А. А. ЕФИМОВА**

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

## **СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ СИСТЕМЫ Р. ПИНЫ В ЧЕРТЕ Г. ПИНСКА**

**Актуальность.** Сохранение биологического разнообразия – одна из ключевых проблем построения общества устойчивого развития. Важнейшей составляющей биоразнообразия является флора. Периодическое изучение флоры необходимо для выявления ее состояния и динамики. Особенно это важно осуществлять на урбанизированных территориях, находящихся под постоянным антропогенным прессом.

**Цель** данного исследования – выявление видового состава сосудистых растений системы р. Пины в черте г. Пинска.

**Материалы и методы.** Материалом послужили сосудистые растения, произрастающие в русле р. Пины и в ее старице, расположенной на левобережье реки и соединяющейся с ней узкой протокой. Приводятся результаты полевых наблюдений за три вегетационных сезона (2020–2022 гг.). Флористические исследования проводили маршрутным методом путем пешего прохода или проезда на моторной лодке вдоль берега реки и старицы. Согласно методическому подходу российского гидробиолога В. Г. Папченкова [1], в состав флоры реки и старицы включали настоящие водные растения (гидрофиты), прибрежно-водные (гелофиты и гигрогелофиты), а также околоводные растения (гигрофиты, гигромезо- и мезофиты), попавшие на кромку воды.

**Результаты исследований.** При исследовании русла р. Пины и ее старицы нами выявлено 63 вида сосудистых растений. Все они относятся к двум отделам (Polypodiophyta, Magnoliophyta), трем классам, 31 семейству, 52 родам. К классу Magnoliopsida относятся 34 вида из 29 родов и 19 семейств; к классу Liliopsida – 28 видов из 22 родов и 11 семейств. Таким образом, наибольшим числом видов (34) представлен класс Magnoliopsida, что составляет 54 % от общего числа видов. На класс Liliopsida приходится 44,4 % (28 видов), на класс Polypodiopsida – 1,6 % (один вид).

Среди обнаруженных нами видов 57 (90,4 %), по данным из [2], встречаются по всей территории Республики Беларусь, 46 из них (80,7 %) – равномерно, причем очень часто, часто и нередко, т. е. являются самыми обычными. Два вида имеют ограниченное распространение в республике. Это *Succisella inflexa* (Kluk) G. Beck и *Salvinia natans* L. *S. inflexa* находится

в Списке видов профилактической охраны 4-го издания Красной книги Республики Беларусь как редкий «пограничный» лесо-лугово-болотный декоративный вид, требующий внимания. *S. natans* в Беларуси находится на северной границе ареала; внесена в Красную книгу Республики Беларусь как потенциально уязвимый вид (IV категория охраны) [3].

Из таблицы 1 видно, что река заметно богаче видами по сравнению со старицей. Это относится почти ко всем экологическим группам, кроме гидрофитов, количество которых даже несколько выше в старице, чем в русле реки. Степень сходства видового состава растений реки и старицы для полных списков невелика (коэффициент Жаккара составил 0,29).

Таблица 1 – Количественное распределение видов растений р. Пины и ее старицы по экологическим группам. Приводится оценка сходства видового состава по Жаккару для каждой группы и для полных списков

| Экологическая группа  | Число видов |      |         |      | Число общих видов | Коэффициент Жаккара |
|-----------------------|-------------|------|---------|------|-------------------|---------------------|
|                       | Река        |      | Старица |      |                   |                     |
|                       | п           | в %  | п       | в %  |                   |                     |
| Гидрофиты             | 11          | 22,9 | 13      | 39,4 | 7                 | 0,41                |
| Гелофиты              | 5           | 10,4 | 2       | 6,1  | 2                 | 0,40                |
| Гигрогелофиты         | 8           | 16,7 | 3       | 9,1  | 1                 | 0,10                |
| Гигрофиты             | 13          | 27,1 | 8       | 24,2 | 5                 | 0,31                |
| Гигромезо- и мезофиты | 11          | 22,9 | 7       | 21,2 | 3                 | 0,20                |
| Всего                 | 48          | 100  | 33      | 100  | 18                | 0,29                |

С помощью таблицы 2 рассмотрим видовой состав растений гидрофитов реки и старицы с подразделением на подгруппы «гидатофиты» (виды, тело которых погружено в воду) и «плейстофиты», фотосинтезирующие органы которых плавают на поверхности воды. Простой подсчет показывает, что из 11 видов водных растений реки гидатофитами являются 7 видов (63,6 %), а из 13 видов старицы таковыми являются 9 видов (69,2 %). Несколько большую долю гидатофитов в старице можно связать с большей прозрачностью воды. Кроме того, видно, что из 17 гидрофитов системы р. Пины 7 (41,2 %) встречаются и в реке, и в старице, т. е. являются экологически пластичными, остальные 10 (58,8 %) обнаружены или только в реке, или только в старице, т. е. проявляют определенную избирательность.

**Заключение.** В системе р. Пины выявлены 63 вида сосудистых растений, два из которых нуждаются в охране. Для старицы р. Пины характерно меньшее видовое богатство растений как по общему числу видов, так и по числу видов водной составляющей, однако число и особенно доля настоящих водных растений в старице выше, чем в реке. Количественное соотношение гидатофитов и плейстофитов в реке и в старице примерно

одинаковое с небольшим превышением доли гидатофитов в старице. Среди гидрофитов системы р. Пины обнаружено некоторое преобладание экологически чувствительных видов, которые встречаются или только в реке, или только в старице, – на них приходится 58,8 % от общего числа гидрофитов.

Таблица 2 – Виды настоящих водных растений р. Пины и ее старицы с подразделением на гидатофиты и плейстофиты. Относительное обилие каждого вида выражено через разное число знаков «+», отсутствие вида обозначено знаком «–»

| Экологическая подгруппа | Вид   | Относительное обилие |         |
|-------------------------|---|----------------------|---------|
|                         |   | Река                 | Старица |
| Гидатофиты              | 1. <i>Ceratophyllum demersum</i> L.             | +                    | +       |
| Гидатофиты              | 2. <i>Myriophyllum spicatum</i> L.              | –                    | +       |
| Гидатофиты              | 3. <i>Utricularia vulgaris</i> L.               | –                    | +       |
| Гидатофиты              | 4. <i>Elodea canadensis</i> Michx.              | ++                   | +       |
| Гидатофиты              | 5. <i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St. John | –                    | +       |
| Гидатофиты              | 6. <i>Stratiotes aloides</i> L.                 | –                    | +       |
| Гидатофиты              | 7. <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.            | ++                   | +++     |
| Гидатофиты              | 8. <i>Potamogeton compressus</i> L.             | +                    | –       |
| Гидатофиты              | 9. <i>Potamogeton lucens</i> L.                 | +                    | +       |
| Гидатофиты              | 10. <i>Potamogeton pectinatus</i> L.            | +                    | –       |
| Гидатофиты              | 11. <i>Lemna trisulca</i> L.                    | +                    | ++      |
| Плейстофиты             | 12. <i>Salvinia natans</i> L.                   | ++                   | +       |
| Плейстофиты             | 13. <i>Nymphaea candida</i> J. Presl & C. Presl | –                    | +       |
| Плейстофиты             | 14. <i>Nuphar lutea</i> L.                      | ++                   | –       |
| Плейстофиты             | 15. <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.          | –                    | +       |
| Плейстофиты             | 16. <i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.    | ++                   | –       |
| Плейстофиты             | 17. <i>Lemna minor</i> L.                       | +++                  | +++     |
| Всего                   |   | 11                   | 13      |

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

**К содержанию**

УДК 582.26

**Е. И. ИЛЬЮТЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ АРЕАЛА ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ «ЗЕЛЕНый БОР» (ИВАЦЕВИЧСКИЙ РАЙОН)**

**Актуальность.** Антропогенное загрязнение окружающей среды вызывает все больший интерес со стороны ученых из разных областей знаний, а загрязнение почвы потенциально токсичными элементами является важнейшей из проблем, так как почва выступает геохимическим барьером для загрязнителей. Почвенные водоросли составляют неотъемлемую часть эдафона, имеют многочисленные трофические и топические связи, участвуют в почвообразовательном процессе. В связи с этим почвенные водоросли как объекты биодиагностики представляют значительный научный и практический интерес, но реакция почвенного сообщества на загрязнение соединениями тяжелых металлов изучена недостаточно [1].

**Цель** – выявить разнообразие почвенных водорослей ареала геохимической аномалии «Зеленый Бор».

**Материалы и методы.** Место исследования является одним из наиболее существенных экологических инцидентов последних лет на территории Брестской области из-за химического загрязнения территории в районе поселка Зеленый Бор (Ивацевичский район) в ареале несанкционированного складирования золы свинцовой – одного из свинецсодержащих отходов, образующихся на ООО «Белинвестторг-Сплав» (г. Белоозерск) при рециклинге отработанных аккумуляторных батарей и производстве марочного свинца и сплавов.

Исследуемая территория расположена в Ивацевичском районе Брестской области в 8,5 км к юго-западу от г. Ивацевичи, в 0,6 км к северо-востоку от поселка Зеленый Бор и в 2,2 км к юго-востоку от железнодорожной станции Нехачево.

Объем складированных отходов ориентировочно оценивался в 10–12 тыс. т. За время хранения отходов произошло существенное загрязнение тяжелыми металлами почвогрунтов как самой площадки размещения отходов, так и прилегающей лесопокрытой территории.

Объектами исследования являются водоросли, обитающие в почве ареала геохимической аномалии «Зеленый Бор». Отбор образцов почвы для последующего лабораторного анализа проводился по ГОСТ 17.4.4.02-2017 [2].

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.

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) и метода «стекло обростания». Материал изучали под микроскопом «Биолам-Р-15». Микрофотографии делали с помощью цифровой окулярной USB-камеры, входящей в комплект микроскопа «Альтами БИО 1Т».

**Результаты исследований.** По результатам исследования особенностей пространственного распределения пылевых выбросов было произведено зонирование территории прилегающего к промплощадке лесного массива по степени загрязнения верхних горизонтов почвенного покрова.

А. Зона очень высокого загрязнения, 0,54 га. На удалении 0–25–35 м от торца площадки хранения отходов в востоко-северо-восточном, восточном, юго-восточном и южном направлениях. Валовое содержание свинца в подстилке от 7935 мг/кг до 1600 мг/кг.

Б. Зона высокого загрязнения, 0,74 га. На удалении в интервале 30–60 м от торца площадки хранения отходов в востоко-северо-восточном, восточном, юго-восточном и южном направлениях. Содержание свинца от 1600 мг/кг до 640 мг/кг.

В. Зона среднего загрязнения, 3,45 га. На удалении в интервале 60–150 м от торца площадки хранения отходов в востоко-северо-восточном, восточном, юго-восточном и южном направлениях. Содержание свинца от 640 мг/кг до 160 мг/кг.

Г. Зона слабого загрязнения, оценочно 25–35 га. На удалении в интервале 150–250–300 м от торца площадки хранения отходов в востоко-северо-восточном, восточном, юго-восточном и южном направлениях. Содержание свинца снижается по мере удаления от 160 мг/кг до значений ниже ПДК для почв (32 мг/кг).

На основании этих данных Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси были заложены постоянные пробные площадки для долгосрочных наблюдений и отбора почвенных и растительных образцов в границах зон очень высокого и высокого загрязнений.

В результате исследования было выявлено 16 родов, относящихся к 4 отделам, 8 классам, 11 порядкам (таблица). Наиболее многочисленным по числу родов оказался отдел *Chlorophyta*, который включает 10 родов, *Bacillariophyta* – 3 рода, *Cyanophyta* – 2 рода, *Xanthophyta* – 1 род.

Для двух направлений можно выделить специфические роды. Так, только в юго-восточном направлении обнаружены роды *Palmella*, *Coccomyxa*. Роды *Nitzschia*, *Pandorina*, *Mesotaenium*, *Elacatothrix* выявлены только в северо-восточном направлении исследуемой трансекты.

Таблица – Таксономическая структура почвенных водорослей исследуемого полигона [3]

| Отдел                  | Класс                     | Порядок                  | Род                  |                       |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Cyanophyta</i>      | <i>Chroococcophyceae</i>  | <i>Chroococcales</i>     | <i>Gloeocapsa</i>    |                       |
|                        | <i>Hormogoniophyceae</i>  | <i>Oscillatoriales</i>   | <i>Oscillatoria</i>  |                       |
| <i>Bacillariophyta</i> | <i>Pennatophyceae</i>     | <i>Araphales</i>         | <i>Fragilaria</i>    |                       |
|                        |                           | <i>Naviculales</i>       | <i>Navicula</i>      |                       |
|                        |                           | <i>Raphales</i>          | <i>Nitzschia</i>     |                       |
| <i>Xanthophyta</i>     | <i>Xanthococcophyceae</i> | <i>Tribonematales</i>    | <i>Tribonema</i>     |                       |
| <i>Chlorophyta</i>     | <i>Volvocophyceae</i>     | <i>Chlamydomonadales</i> | <i>Chlamydomonas</i> |                       |
|                        |                           | <i>Volvocales</i>        | <i>Pandorina</i>     |                       |
|                        | <i>Protococcophyceae</i>  | <i>Chlorococcales</i>    |                      | <i>Chlorella</i>      |
|                        |                           |                          |                      | <i>Palmella</i>       |
|                        |                           |                          |                      | <i>Coccomyxa</i>      |
|                        | <i>Conjugatophyceae</i>   | <i>Desmidiiales</i>      | <i>Closterium</i>    |                       |
|                        |                           | <i>Mesotaniales</i>      | <i>Mesotaenium</i>   |                       |
|                        | <i>Ulothrichophyceae</i>  | <i>Chaeetophorales</i>   | <i>Pleurococcus</i>  |                       |
|                        |                           | <i>Ulothricales</i>      |                      | <i>Elacatothrix</i>   |
|                        |                           |                          |                      | <i>Chlorhormidium</i> |

**Заключение.** Наиболее многочисленным по числу представителей почвенной альгофлоры ареала геохимической аномалии «Зеленый Бор» оказался отдел *Chlorophyta*, который включает 10 родов, в отделе *Bacillariophyta* обнаружено 3 рода, в отделах *Cyanophyta* и *Xanthophyta* – 2 и 1 род соответственно.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенова, Г. М. Почвенные водоросли/ Г. М. Зенова, Э. А. Штина. – М. : МГУ, 1990. – 80 с.
2. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки почв для химического, бактериологического, гельминтологического анализа : ГОСТ 17.4.4.02-2017. – Введ. 17.04.2018. – М. : Стандартинформ, 2018. – 15 с.
3. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.

**К содержанию**

УДК 581.1:537.53

**Э. К. КАЗАК, Д. И. МАЦКО**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

## **ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ**

**Актуальность.** В связи с резким изменением и непостоянством климатических условий нашей страны особенно актуальным становится поиск эффективных и экологических методов предпосевного воздействия, повышающих устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [1]. К таким методам может относиться обработка посевного материала низкочастотным электромагнитным излучением (ЭМИ), получившим на данный момент ряд положительных отзывов [2].

**Цель** – оценить влияние низких положительных температур и режимов ЭМИ на посевные качества семян и ростовые процессы растений гречихи посевной сортов Сапфир и Купава на ранних этапах прорастания.

**Материалы и методы.** Семена гречихи посевной были обработаны пятью режимами (Р) электромагнитного воздействия СВЧ-диапазона с частотой воздействия 64–66 ГГц, но с различным временем обработки: Р2 – 20 мин., Р2.1 – 16 мин., Р2.2 – 12 мин., Р2.3 – 8 мин. и Р2.4 – 4 мин. в Институте ядерных проблем БГУ. В качестве контроля были использованы необработанные семена.

Для выявления эффекта низких положительных температур на развитие растений в течение 14 дней были проведены две серии модельных лабораторных опытов: в первой серии опытов (С1) семена проращивались при комнатной температуре (22 °С) и естественном освещении, во второй (С2) семена были помещены в хладостат модели ХТ-3/70 на прорастание при температуре в 6 °С на протяжении всего времени опыта. Исследования выполнялись в рамках реализации гранта Министерства образования Республики Беларусь.

**Результаты исследований.** В ходе опыта установлено, что при выращивании растений гречихи в условиях гипотермии у гречихи сорта Сапфир всхожесть снизилась на 5 % (рисунок 1, А) относительно контроля, тогда как сорт Купава оказался устойчивым к низким положительным температурам (рисунок 1, Б) по данному показателю. Отмечено, что при температуре 22 °С у сорта Сапфир Р2.2 и Р2.3 повышали всхожесть на 10 % и 5 % соответственно относительно контроля и в условиях гипотермии тенденция

сохранилась – повышение на 12,5 % и 7,5 % соответственно P2.2 и P2.3. У сорта Купава выявлено, что при температуре 22 °С под влиянием ЭМИ всхожесть выросла от 5 % (P2, P2.1 и P2.2) до 7,5 % (P2.3), тогда как на фоне гипотермии ЭМИ повел себя разнонаправленно: P2 и P2.3 на 5 % повышали, а P2.1 на 5 % снижали всхожесть относительно контроля.

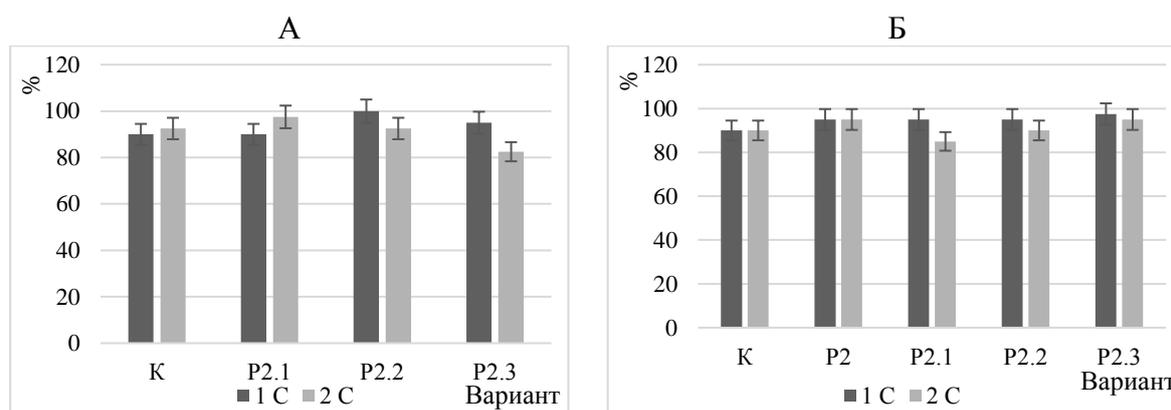


Рисунок 1 – Влияние низких положительных температур и ЭМИ на всхожесть растений гречихи посевной сорта Сапфир (А) и Купава (Б)

Установлено, что при выращивании растений в условиях гипотермии тормозился рост проростков на 66,5–67 % и корней на 30,3–35,6 % гречихи относительно контроля у обоих сортов (рисунок 2). Отмечено, что у сорта Сапфир из всех режимов ЭМИ только P2.3 снижал на 19,7 % длину проростков. Выявлено, что у гречихи посевной режимы выступили дополнительными стрессовыми факторами, сдерживающими рост побегов относительно контроля от 15,8 % (P2.3) до 47,4 % (P2.1) у сорта Сапфир и в меньшей степени у сорта Купава – на 5,1 % (P2.2) и 10,3 % (P2.3).

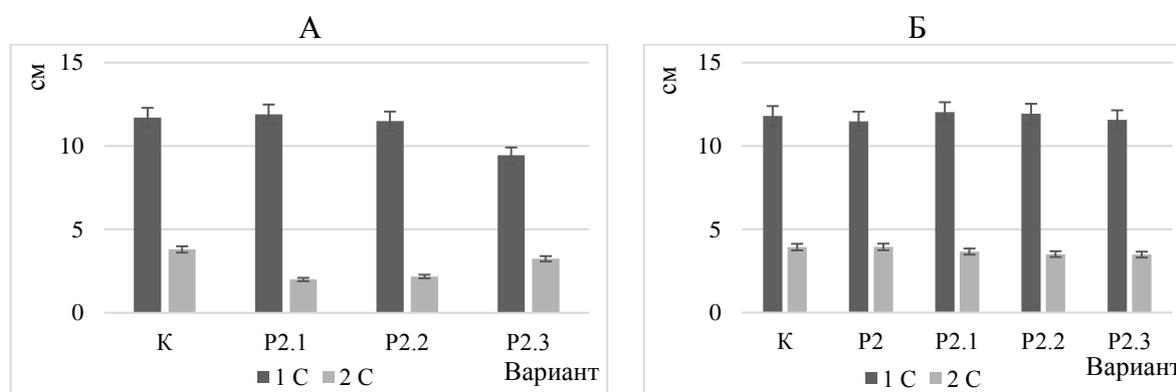


Рисунок 2 – Влияние низких положительных температур и ЭМИ на длину проростков растений гречихи посевной сортов Сапфир (А) и Купава (Б)

Установлено, что у сорта Сапфир режимы ЭМИ практически не влияли на длину корней растений гречихи посевной в обычных условиях (рисунок 3, А), тогда как при длительной гипотермии режимы ЭМИ тормозили их рост от 7,4 % (P2.2) до 21,3 % (P2.1), а P2.3 повышал данный показатель на 10,9 % относительно контроля. Выявлено ингибирующее действие на корневую систему у гречихи посевной сорта Купава только при продолжительной гипотермии на 14,6 % в случаях P2 и P2.2 (рисунок 3, Б).

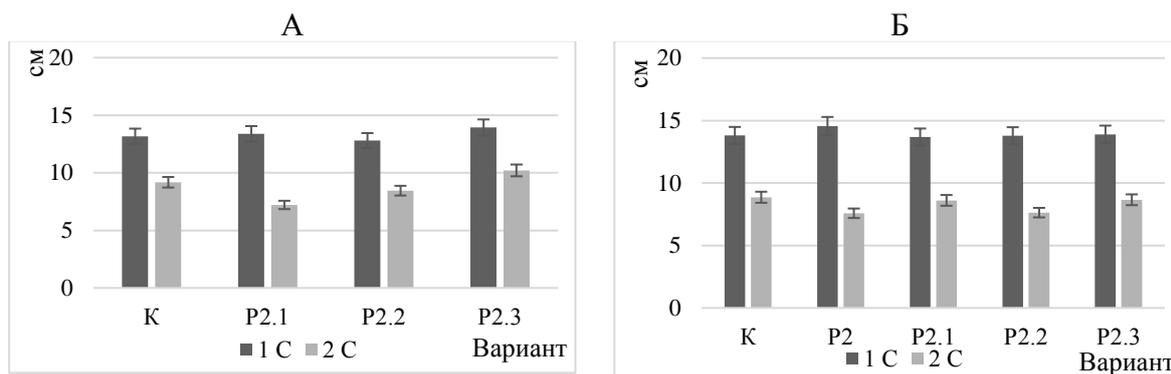


Рисунок 3 – Влияние низких положительных температур и ЭМИ на длину корней растений гречихи посевной сорта Сапфир (А) и Купава (Б)

**Заключение.** Выявлена сортоспецифическая реакция растений гречихи посевной на режимы ЭМИ на фоне продолжительного воздействия низкими положительными температурами на посевные качества и ростовые процессы данной культуры. Установлено, что сорт гречихи Сапфир наиболее чувствителен к воздействию ЭМИ, но при этом положительный эффект на посевные качества семян отмечен в случае P2.3 для обоих исследуемых сортов гречихи посевной.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павшенко, Д. А. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на физиологические показатели *Hordeum vulgare* L. в условиях хлоридного засоления / Д. А. Павшенко // Перспективы развития пищевой и химической промышленности в современных условиях : материалы Всерос. науч.-практ. конф., приуроч. к 45-летию фак. приклад. биотехнологии и инженерии Оренбург. гос. ун-та, 24–25 окт. 2019 г. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – С. 54–58.
2. Влияние электромагнитного и ионизирующего излучения на прорастание ячменя / Н. В. Шамаль [и др.] // Радиобиология = Radiobiology: минимизация радиационных рисков : материалы междунар. науч. конф., Гомель, 29–30 сент. 2016 г. / редкол.: И. А. Чешик (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : Ин-т радиологии, 2016. – С. 270.

**К содержанию**

УДК 504.054; 631.4; 631.61

**М. О. КАЙДАЛОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВЫ,  
ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ В ОТНОШЕНИИ  
*LEPIDIUM SATIVUM* L.**

**Актуальность.** Нефть и нефтепродукты – одни из самых распространенных химических загрязнителей окружающей среды. Педосфера также подвергается загрязнению нефтепродуктами, вследствие чего нарушается нормальное функционирование почвенной экосистемы. Пропитывание почвы загрязняющими веществами воздействует на биоту как при непосредственном взаимодействии загрязнителя с растениями, так и при ощутимых изменениях в составе и структуре почвы под действием нефтепродуктов: гидрофобные частицы нефти затрудняют поступление влаги к корням растений, что чаще всего приводит к их гибели. Со временем свойства почв восстанавливаются, однако этот процесс занимает продолжительное время, поэтому сегодня перспективным считается поиск более быстрых путей снижения фитотоксичности почв, в частности при помощи добавления веществ, способствующих ее снижению.

**Цель** – изучить влияние биогумуса в качестве почвенного мелиоранта 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 согласно инструкции.

В горшки с заранее подготовленной почвой высевалось по 30 семян тест-культуры. Семена высевались в чистую почву (контроль), в искусственно загрязненную почву, в чистую почву, обработанную биогумусом (100 мл готового раствора), в загрязненную почву, обработанную биогумусом (100 мл готового раствора). Повторность опыта 3-кратная. Энергию прорастания определяли на 3-и сутки эксперимента, всхожесть и морфометрические показатели – на 7-е сутки. Дополнительно для оценки интенсивности прироста измеряли высоту проростков на 5-е сутки.

**Результаты исследований.** В ходе эксперимента наблюдалось существенное снижение всех регистрируемых показателей в загрязненной почве (рисунок). Так, показатель энергии прорастания довольно сильно варьировал в зависимости от варианта. Как и предполагалось, значение данного показателя в контроле было не самым высоким и составило 71 %. Однократная обработка чистой почвы биогумусом повысила данный показатель на 9 % и составила 80 % от количества высаженных семян тест-культуры. Повторная обработка почвы через две недели способствовала снижению данного показателя на 49 % относительно контроля.

Загрязнение почвы моторным маслом оказывало наиболее негативный эффект на показатель энергии прорастания. Здесь значение данного показателя относительно чистой почвы было ниже на 89,1 %. Однократная обработка биогумусом несущественно повысила значение этого показателя (+1 %). Благодаря повторной обработке почвы биогумусом, количество проросших семян возросло в 3,4 раза относительно загрязненной почвы.

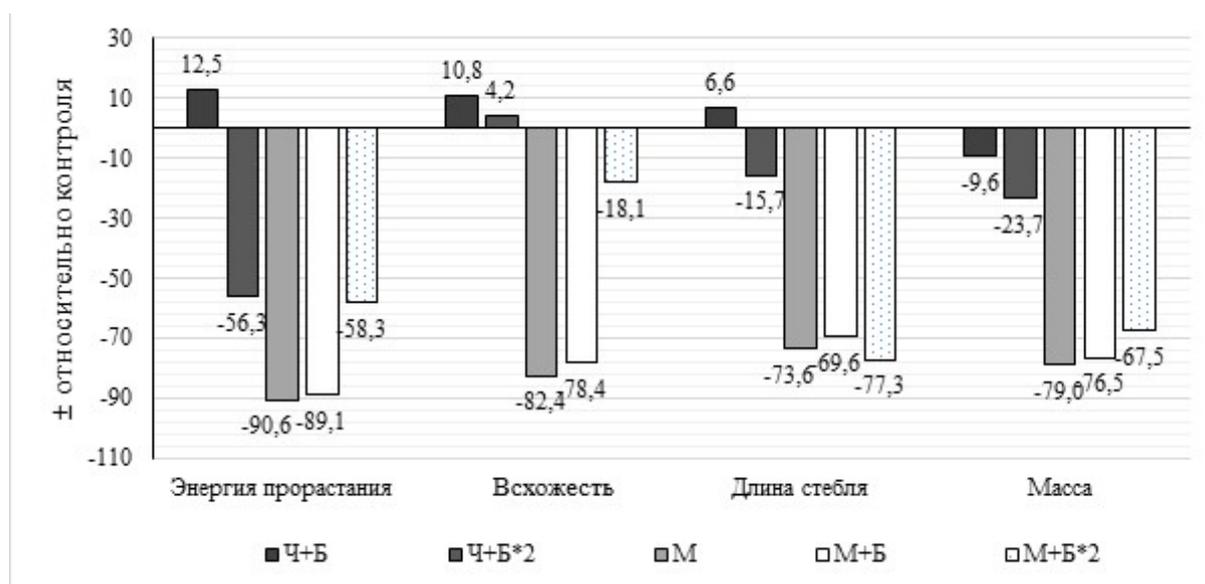


Рисунок – Влияние углеводородного загрязнения и применения биогумуса на регистрируемые показатели тест-культуры

Наибольшее количество нормально проросших семян на 5-й день эксперимента получено в обработанной биогумусом чистой почве, где составило 91 % от их исходного числа, что было на 11 % больше, чем в контроле. Повторная обработка биологически активным веществом снижала всхожесть семян до 83 %, что по значению было близко к контрольному значению.

В загрязненной нефтепродуктами почве данный показатель был самым низким и составил всего 14,4 %. При однократной обработке ее биогумусом всхожесть незначительно повысилась (+3,3 %). Повторная обработка

гуминовым препаратом способствовала появлению еще большего количества нормально проросших семян тест-культуры в сравнении с загрязненной почвой без обработки. Тем не менее в данном варианте показатель всхожести был на 15 % ниже, чем в контроле.

На морфометрические показатели кресс-салата обработка почвы биогумусом оказывала противоречивое влияние. Так, лишь в варианте с однократной обработкой чистой почвы (Ч + Б) мы отмечали значения больше, чем в контроле. Так, самый высокий показатель наблюдался в почве, однократно обработанной биогумусом, где средняя длина проростков составила 40 мм, что на 12,4 мм больше, чем в контроле. Повторная обработка уже способствовала снижению средней длины на 3 мм. В прочих вариантах / данный показатель был существенно ниже контроля и варьировал от 9 до 14 мм. При этом двойная обработка почвы гуминовым препаратом оказывала ингибирующее влияние на показатель длины стебля проростков в сравнении с однократным внесением (–8 %).

Положительный эффект от обработки чистой почвы биогумусом на показатель средней массы проростков нами не выявлен (рисунок). Так, однократная обработка понижала показатель массы на 9,6 %. Повторная же обработка способствовала снижению данного показателя на чистой почве еще сильнее (–23,7 %). Посев тест-культуры в условиях загрязнения на почву, однократно обработанную биологически активным веществом (М + Б), повышало среднюю массу проростков на 2,5 % относительно варианта М, тогда как двойная обработка оказывала еще более выраженный стимулирующий эффект (+12,5 %) относительно варианта М. Тем не менее значения данного показателя были значительно ниже контрольных (–76,5 % и –67,59 % соответственно).

**Заключение.** Таким образом, обработка биогумусом почв незначительно повышает регистрируемые показатели в чистой и загрязненной почве. В случае загрязнения почвы моторным маслом внесение биогумуса оказывает реабилитационное воздействие на почву, которое усиливается при повторном внесении гуминового препарата. При этом повторное внесение биогумуса на чистую почву приводит к ингибированию ростовых процессов тест-культуры.

*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**

УДК 582.711(476.7)

**А. А. КАЧИНА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ПРЕДСТАВИТЕЛИ СЕМЕЙСТВА РОЗОЦВЕТНЫЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ Д. КОВЕРДЯКИ**

**Актуальность.** Флора Брестской области формировалась на протяжении длительного времени под влиянием многих факторов, и в первую очередь при изменении климата в четвертичный период. Современная флора области насчитывает более 1400 видов сосудистых растений, в том числе 1371 вид покрытосеменных, 6 видов плаунов, 6 – хвощей, 14 – папоротников, 3 – голосеменных. Кроме дикорастущих, она насчитывает много видов, интродуцированных из других регионов мира. Особенность флоры – наличие разных географических и генетических элементов: арктических, таежных, средневропейских, лесостепных, степных и др. Большинство видов – травянистые растения (1243 вида). Древесные растения представлены 107 видами (28 видов деревьев, 55 кустарников, 17 кустарничков и 7 полукустарников). Большая часть Брестской области расположена в подзоне широколиственно-хвойных лесов, лишь северная часть – в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов. Леса занимают 36 % территории области. Они расположены как на песчаных равнинах, так и на заболоченных низинах [1].

Семейство Розоцветные (*Rosaceae* Juss.) – одно из крупных семейств цветковых растений, включающее около 100 родов и 3000 видов. Розоцветные распространены почти во всех областях земного шара, где могут расти цветковые растения, но основная их часть сконцентрирована в умеренной и субтропической зонах северного полушария. Они встречаются в самых разнообразных растительных сообществах и, хотя обычно не играют в них доминирующей роли, являются, тем не менее, одним из важнейших для нас семейств растений. Жизненные формы растений семейства розоцветных могут быть как многолетние, так и однолетние. Ряд растений получили широкое распространение в традиционной и народной медицине.

На основании различий главным образом в морфологии плодов и в основных хромосомных числах семейство разделяется на 4 подсемейства:

1. Спирейные (*Spiraeoideae*). Плод – листовка, редко коробочка, основные хромосомные числа 8 и 9.

2. Розовые (*Rosoideae*). Плоды – орешки, многоорешки, многокостянки, часто с участвующим в образовании плода гипантием, основные хромосомные числа 7, 9, реже 8.

3. Яблоневые (*Maloideae*). Плод – яблоко, основное хромосомное число 17.

4. Сливовые (*Prunoideae*). Плод – костянка, основное хромосомное число 8 [2].

**Цель** – выявить состав растений семейства Розоцветные, произрастающих в окрестностях д. Ковердяки.

**Материалы и методы.** Объектами исследования явились растения семейства Розоцветные (*Rosaceae* Juss.), произрастающие в окрестностях д. Ковердяки. Исследование проводили маршрутным методом с обозначением места произрастания. Затем провели сбор гербарных материалов и фотофиксацию. Анализ материала осуществляли сравнительно-описательным методом.

Определение видовой принадлежности растений семейства осуществляли по «Определителю высших растений Беларуси» и «Определителю растений Белоруссии» [3; 4].

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований было установлено, что семейство *Rosaceae* Juss. в окрестностях д. Ковердяки представлено 16 видами, относящимися к 4 подсемействам и 14 родам:

подсемейство Спирейные (*Spiraeoideae*)

род Пузыреплодник (*Physocarpus*)

вид – пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim),

род Рябинник (*Sorbaria*)

вид – рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br.);

подсемейство Розовые (*Rosoideae*)

род Лапчатка (*Potentilla*)

вид – лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.)

вид – лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.),

род Роза (*Rosa*)

вид – роза собачья (*Rosa canina* L.),

род Ежевика (*Rubus*)

вид – ежевика сизая (*Rubus caesius* L.),

род Малина (*Rubus*)

вид – малина лесная (*Rubus vesca* L.),

род Земляника (*Fragaria*)

вид – земляника лесная (*Fragaria vesca* L.),

род Репешок (*Agrimonia*)

вид – репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.);

подсемейство Сливовые (*Prunoideae*)

род Слива (*Prunus*)

вид – слива растопыренная, или алыча (*Prunus divaricata* Ledeb.),

род Вишня (*Cerasus*)

вид – вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris* Mill.);

подсемейство Яблоневые (*Maloideae*)

род Груша (*Pyrus*)

вид – груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.)

вид – груша лесная (*Pyrus communis* subsp. *pyraster* (L.) Ehrh.),

род Боярышник (*Crataegus*)

вид – боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna* Jacq.),

род Яблоня (*Malus*)

вид – яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.),

род Рябина (*Sorbus*)

вид – рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.).

Такие виды, как *Potentilla anserina* L., *Potentilla argentea* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim, *Pyrus communis* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Agrimonia eupatoria* L. были обнаружены в луговых сообществах. *Pyrus communis* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Rosa canina* L., *Potentilla argentea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. и *Pyrus communis* subsp. *pyraster* (L.) Ehrh. встречаются по обочинам дорог, а *Crataegus monogyna* Jacq., *Malus domestica* Borkh., *Prunus divaricata* Ledeb., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Rubus vesca* L., *Cerasus vulgaris* Mill., *Fragaria vesca* L., *Pyrus communis* subsp. *pyraster* (L.) Ehrh. – в лесу.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных исследований была установлена таксономическая структура семейства Розоцветные в окрестностях д. Ковердяки. Было выявлено, что на исследованной территории произрастают 16 видов, которые относятся к 4 подсемействам и 14 родам. В луговых сообществах произрастают 6 видов, в лесу – 9 видов, по обочинам дорог – 7 видов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бученков, И. Э. Растительные ресурсы Беларуси, рациональное использование и охрана : крат. курс лекций / И. Э. Бученков. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2013. – 108 с.

2. Жизнь растений : в 6 т. / ред. А. А. Федоров. – М. : Просвещение, 1974–1982. – Т. 5, ч. 1 : Цветковые растения / ред. А. Л. Тахтаджян. – 1980. – 430 с.

3. Определитель высших растений Беларуси / под. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

4. Определитель растений Белоруссии / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Минск : Выш. шк., 1967. – 872 с.

**К содержанию**

УДК 581.4:633.913.21:725.23(476.7)

**А. В. КОЗАЧОК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

## **АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК Р. *FICUS* КОЛЛЕКЦИИ ЗИМНЕГО САДА**

**Актуальность.** Ботанические сады являются координирующими центрами изучения и сохранения биоразнообразия растительного мира, организации научных исследований и сотрудничества в этой области [6].

**Цель** – проанализировать анатомо-морфологические особенности листьев представителей рода *Ficus* коллекции Зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

**Материалы и методы.** Материал для исследования отбирали в экспозициях Зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина. Объекты исследований – представители рода *Ficus* коллекции Зимнего сада Центра экологии.

К 2016 г. фонды Зимнего сада насчитывали более 1800 экземпляров из 557 таксонов, относящихся к 98 семействам [2]. Были изготовлены временные препараты нижней эпидермы листовых пластинок 11 представителей каждого вида рода *Ficus* для определения типа устьичного аппарата [3] и количества устьиц в поле зрения ( $\times 40$ ) микроскопа Микмед-5, а также на единицу поверхности.

**Результаты исследований.** Род фикус (*Ficus* L.) семейства *Moraceae*, согласно системе магнолиофитов, предложенной А. Л. Тахтаджяном, входит в порядок *Urticales* подкласса *Hamamelididae* двудольных покрытосеменных растений и насчитывает около 1000 видов, широко распространенных в тропических лесах [4].

Род *Ficus* коллекции Зимнего сада Центра экологии включает 23 таксона, среди которых 12 видов. Результаты исследований приведены для 11 видов (без учета сортов), за исключением *Ficus benghalensis*, представленного единственным экземпляром.

Фикусы относятся к многочисленной группе декоративнолистных растений, привлекающей внимание габитусом, формой роста, размером, окраской и формой листьев, а также способной сохранять декоративные качества в течение всего года. Фикусы рекомендуют к активному использованию в практике внутреннего озеленения [9, с. 15–16].

Для большинства представителей рода *Ficus* характерны кожистые листья. *Ficus elastica* и *Ficus lyrata* произрастают деревьями с наиболее крупными темно-зелеными, кожистыми глянцевыми листовыми пластинками [8; 9], *Ficus carica* – дерево с крупными лопастными очередными листьями, покрытыми с нижней стороны короткими жесткими волосками. Наличие волосков отмечено также для листьев *Ficus ramentacea*. Для *Ficus deltoidea* характерна гетерофиллия [8].

Среди основных клеток эпидермы размещены устьица в характерном для каждого вида порядке и числе [1, с. 107]. Число и распределение устьиц варьирует в зависимости от вида растения и условий жизни [1, с. 108].

Анализ собственных результатов и литературных данных [5; 7] показал, что представителям рода *Ficus* характерен аномоцитный и энциклоцитный тип устьичного аппарата.

Результаты исследований количественных характеристик устьиц нижней эпидермы листовых пластинок представлены в таблице. Основные клетки эпидермы с извилистыми стенками у *Ficus ramentacea*, *Ficus religiosa*, *Ficus pumila*, изодиаметрической, многоугольной формы более мелких размеров – у *Ficus elastica*, *Ficus salicifolia*, *Ficus lyrata*, *Ficus retusa*. Форма замыкающих клеток – бобовидная.

Таблица – Количественная характеристика нижней эпидермы листьев рода *Ficus*

| Название таксона                                     | Количество устьиц                        |                      |
|--|--|----------------------|
|  | в поле зрения микроскопа ( $\times 40$ ) | на 1 мм <sup>2</sup> |
| <i>Ficus benjamina</i> L.                            | 31 $\pm$ 4,58                            | 194,97 $\pm$ 28,82   |
| <i>Ficus deltoidea</i> Jack                          | 15 $\pm$ 0,58                            | 94,34 $\pm$ 3,63     |
| <i>Ficus carica</i> L.                               | 50 $\pm$ 1,73                            | 314,47 $\pm$ 10,89   |
| <i>Ficus craterostoma</i> Warb. ex Mildbr. et Burret | 24,33 $\pm$ 2,40                         | 153,04 $\pm$ 15,12   |
| <i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem                | 25,33 $\pm$ 0,88                         | 159,33 $\pm$ 5,55    |
| <i>Ficus pumila</i> L.                               | 36,33 $\pm$ 1,2                          | 228,51 $\pm$ 7,56    |
| <i>Ficus lyrata</i> Warb.                            | 57,33 $\pm$ 1,76                         | 360,59 $\pm$ 11,09   |
| <i>Ficus retusa</i> L.                               | 23 $\pm$ 1                               | 144,65 $\pm$ 6,29    |
| <i>Ficus ramentacea</i> Roxb.                        | 58,33 $\pm$ 2,33                         | 366,88 $\pm$ 14,68   |
| <i>Ficus salicifolia</i> Vahl.                       | 42,33 $\pm$ 0,88                         | 266,25 $\pm$ 5,55    |
| <i>Ficus religiosa</i> L.                            | 26,33 $\pm$ 5,17                         | 165,62 $\pm$ 32,55   |

Количество устьиц в поле зрения микроскопа ( $\times 40$ ) варьирует в широких пределах от 15  $\pm$  0,58 у *Ficus deltoidea* до 50  $\pm$  1,73 у *Ficus carica*, 57,33  $\pm$  1,76 у *Ficus lyrata* и 58,33  $\pm$  2,33 *Ficus ramentacea*. Плотность размещения устьиц на 1 мм<sup>2</sup> варьирует от 94,34  $\pm$  3,63 у *Ficus deltoidea* до 366,88  $\pm$  14,68 у *Ficus ramentacea*.

**Заключение.** У исследованных видов рода *Ficus* Зимнего сада Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина основные клетки эпидермы с извилистыми антиклинальными стенками, изодиаметрической или многоугольной формы. Замыкающие клетки имеют бобовидную форму. Количество устьиц представителей рода *Ficus* варьирует в пределах от 94 до 366 на единицу поверхности листа.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ботаника. Анатомия и морфология растений / А. Е. Васильев [и др.]. – М. : Просвещение, 1988. – 480 с.
2. Ботанические коллекции Центра экологии учреждения образования «БрГУ имени А. С. Пушкина» / А. П. Колбас [и др.] // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию Центр. ботан. сада НАН Беларуси, Минск, 6–8 июня 2017 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси ; Центр. ботан. сад ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск : Медисонт, 2017. – Ч. 1. – С. 401–404.
3. Жизнь растений : в 6 т. / гл. ред. А. А. Федоров. – М. : Просвещение, 1974–1982. – Т. 4 : Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения / А. Л. Тахтаджян [и др.] ; под ред. И. В. Грушвицкого и С. Г. Жилина. – 1978. – 447 с.
4. 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.
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. Спиридович, Е. В. Ботанические коллекции: документирование и биотехнологические аспекты использования / Е. В. Спиридович. – Минск : Беларус. навука, 2015. – 226 с.
7. Тахтаджян, А. Л. Система и филогения цветковых растений / А. Л. Тахтаджян. – М. ; Л. : Наука, 1966. – 611 с.
8. Чекурова, Г. В. Фикусы / Г. В. Чекурова ; под ред. А. В. Дриго, И. А. Иванова. – М. : Кладезь-Букс, 2005. – 95 с.
9. 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**

УДК 631.46

**М. А. КОЛЯДИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ГУМУСА ПОЧВ НЕКОТОРЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. БРЕСТА**

**Актуальность.** Роль рекреационных территорий заключается в обеспечении человека природными благами. Природные блага – это природные объекты, явления, процессы, элементы которых призваны удовлетворять эстетическим, этическим, моральным, интеллектуальным потребностям человека. В связи с всевозрастающими антропогенными нагрузками на почву как составную часть биосферы усиливается значение регулирования экологических факторов, действующих на рекреационных территориях городов.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в период с октября 2020 г. по апрель 2022 г. Отбор образцов производился методом конверта на глубину 0–20 см. Для оценки гумусового состояния почв нами было обследовано 8 почвенных образцов на содержание валового органического углерода и выявление фракционно-группового состава гумуса.

Для определения валового содержания гумуса мы использовали метод Тюрина, основанный на мокром озолении почвенной навески с помощью  $K_2Cr_2O_7$ . Для целей фракционирования гумусовых веществ применялся метод И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой.

**Результаты и их обсуждение.** Наименьшее техногенное воздействие в условиях крупных городов испытывается почвами, находящимися в пределах парков и скверов. Согласно нашей исходной гипотезе, именно они должны были отличаться наиболее высоким содержанием гумуса. Тем не менее в почвах парка Воинов-интернационалистов отмечается незначительное содержание гумуса (рисунок). В пределах данной рекреационной зоны нами были отобраны почвенные образцы участка под насаждениями березы, а также с переуплотненной тропинки и ее окрестностей.

Наименьшее содержание гумуса определено в образце ГП-6, взятом на тропинке, – 0,67 %, что вполне объяснимо в связи с переуплотнением и затруднением поступления органических веществ с растительным опадом. В то же время на расстоянии 50 см от тропинки данный показатель повышался почти в три раза.

Содержание валового гумуса в центральном парке культуры и отдыха («1 Мая») практически достигло 4,0 %, в то время как в лесопарке «Дубрава» данный показатель составило всего 0,95 %. Вероятно, такая широкая вариация показателей гумусированности почв парковых зон связана

с отличиями в строении почвенного профиля различных парков (состав и количество опада, мощность гумусового горизонта и т. д.) и с антропогенными факторами (мероприятия по окультуриванию почв, вытаптывание, бытовой мусор, расположение вблизи автодороги, уборка территорий от биомассы растений).

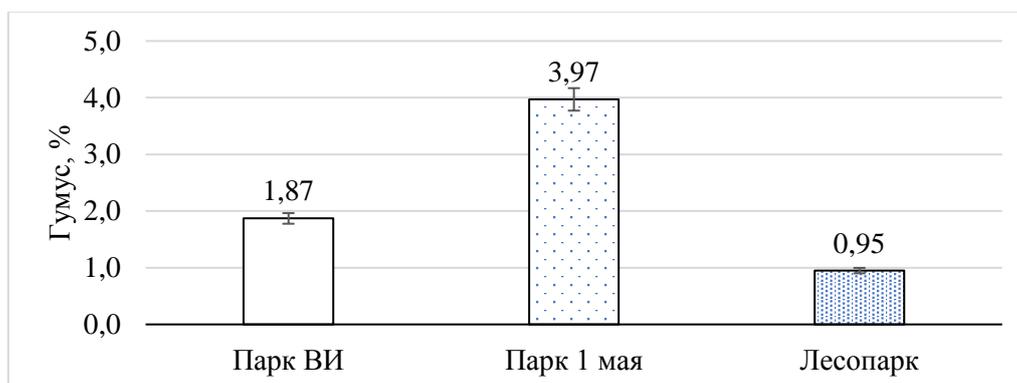


Рисунок – Содержание гумуса в почвах парков г. Бреста

Гумус почв парков г. Бреста определялся как гуматно-фульватный – Стгк/Сфк 0,89. Почвы исследованных рекреационных территорий отличались значительной долей фракций, преимущественно связанных с  $Ca^{2+}$ , что, вероятно, связано с характером растительного опада. Наибольшая доля данной фракции была представлена в почвенном образце, взятом на территории центрального парка культуры и отдыха, – 13,90 % от  $C_{общ}$ . При этом столь высокое содержание обусловлено высокой долей наиболее ценной фракции – ГК-2 (10,30 %).

Высокое содержание подвижных фракций отмечено в составе гумуса почв лесопарка «Дубрава», расположенного в северной части областного центра. Растительный покров парка состоит из древесных растений широколиственных пород (клен, дуб, липа, граб и др.). Особенностью данного парка является то, что растительный опад практически не убирается и поступает в почву, способствуя новообразованию гумуса. Видимо, этим и объясняется высокая доля подвижных фракций в составе гумуса. Тем не менее, как уже было указано выше, общее содержание гумуса в почве парка «Дубрава» крайне низкое (0,95 %). Также следует отметить относительно более высокое содержание фракции ФК-1а (6,57 %) в почве данного парка, что может свидетельствовать о протекании процесса подзолообразования.

*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**

УДК 504.3.054

**О. А. КОНОПАЦКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
В АТМОСФЕРУ ВОЗДУХА ПРЕДПРИЯТИЕМ  
ОАО «ПОЛЕСЬЕЭЛЕКТРОМАШ» ЗА ПЕРИОД 2017–2021 ГГ.**

**Актуальность.** Ежегодно количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу воздуха возрастает. К наиболее распространенным загрязняющим веществам относятся: твердые частицы, диоксид серы, диоксид азота, оксид азота (II), оксид углерода (II). Загрязняющие вещества образуются в результате деятельности промышленных объектов. Источники выбросов на предприятии бывают стационарные и передвижные.

Стационарные источники загрязнения относятся к территории конкретного предприятия. Ими являются заводские дымовые трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари, производственная площадка предприятия, отстойники, накопители и другие открытые емкости или пруды для хранения веществ.

К передвижным источникам можно отнести все транспортные средства, которыми владеет организация, а именно автомобили, воздушные и морские суда, двигатели которых работают на топливе.

**Цель исследования** – осуществить мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Полесьеэлектромаш» за период 2017–2021 гг.

**Материалы и методы исследования.** В качестве материала исследования использовались данные по выбросам загрязняющих веществ, предоставленные предприятием ОАО «Полесьеэлектромаш» за период 2017–2021 гг., а также литературные источники и нормативные документы, находящиеся в открытом доступе. В качестве методов исследования применяли статистическую обработку данных.

**Результаты исследований.** В результате исследований сделан анализ динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу воздуха. Исследуемые вещества – диоксид азота и диоксид серы.

Диоксид азота ( $\text{NO}_2$ ) образуется в большинстве процессов горения с использованием воздуха в качестве окислителя.  $\text{NO}_2$  – это опасный загрязнитель воздуха. Соединяясь с атмосферной влагой, оксид азота образует слабые растворы азотистой и азотной кислот. Это приводит к выпадению так называемых «кислотных дождей».

Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) образуется в процессе сгорания серосодержащих ископаемых видов топлива, в основном угля, а также при переработке сернистых руд.  $\text{SO}_2$  разрушает в организме витамин В1 и нарушает работу дыхательной системы. При высоких концентрациях газообразный  $\text{SO}_2$  может нанести вред деревьям и растениям, повреждая листву и снижая рост. Следовательно, содержание большого количества диоксида азота и диоксида серы в атмосфере воздуха оказывает отрицательное влияние на окружающую среду.

Диоксид азота относится ко 2-му классу опасности. Норматив допустимых выбросов диоксида азота в атмосферный воздух для предприятия составляет 1,3 т/г. На рисунке 1 представлены количественные данные выбросов оксида азота (IV) в атмосферный воздух за период 2017–2021 гг.

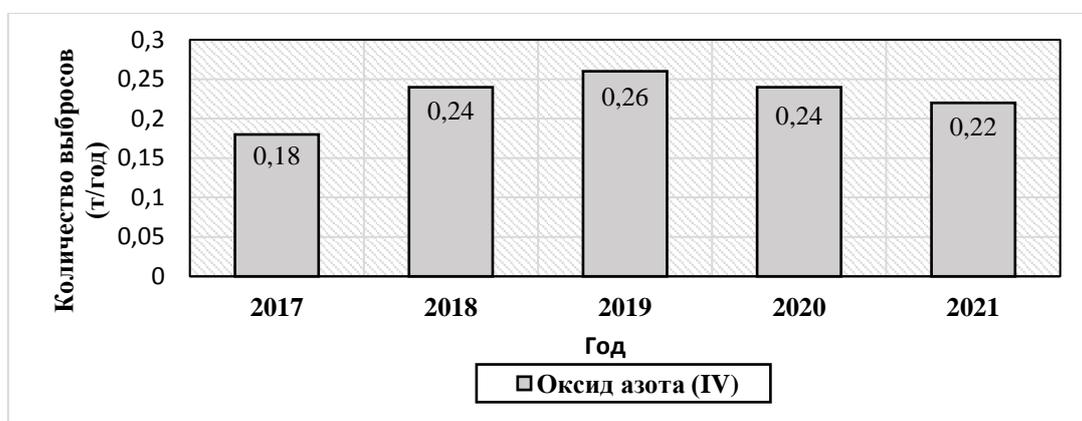


Рисунок 1 – Количество выбросов оксида азота (IV) за период 2017–2021 гг.

Количество выбросов оксида азота (IV) в 2017 г. имеет наименьшее значение 0,18 т/г. В 2019 г. образование выбросов оксида азота (IV) увеличилось и составило 0,26 т/г., что по сравнению с 2017 г. составило 30,7 %. К 2021 г. количество выбросов по сравнению с 2019 г. уменьшилось на 15,3 % и составило 0,22 т/г. Таким образом, наблюдается тенденция уменьшения выбросов в атмосферу диоксида азота к 2022 г.

Диоксид серы относится к 3-му классу опасности. Норматив допустимых выбросов в атмосферный воздух диоксида серы составляет 1,5 т/г.

На рисунке 2 представлена динамика выбросов оксида серы (IV) в период 2017–2021 гг.

В 2019 г. количество выбрасываемого оксида серы (IV) увеличилось на 37,76 % по сравнению с 2017 г. и составило 1,43 т/г. В 2020–2021 гг. наблюдается уменьшение выбросов по сравнению с 2019 г. на 30,06 % – 1 т/г. Прогнозируется уменьшение количества выбросов оксида серы (IV) в 2022 г.

Причина повышения количества выбросов диоксида азота и диоксида серы в 2019 г. связана с увеличением производимой продукции.

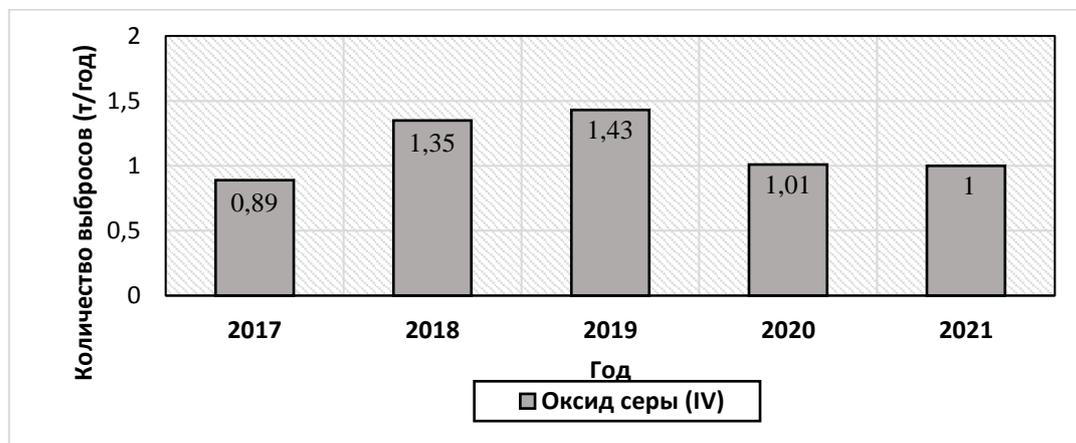


Рисунок 2 – Количество выбросов оксида серы (IV) за период 2017–2021 гг.

**Заключение.** 1. В период 2017–2021 гг. наблюдается немонотонное изменение количества выбросов диоксидов азота и серы: сначала увеличение (в 2017–2019 гг.), а затем уменьшение (2019–2021 гг.).

2. Максимальное количество выбросов диоксидов азота и серы наблюдается в 2019 г., что, возможно, связано со значительным ростом объема производимой продукции.

3. Количество выбросов диоксидов азота и серы в атмосферный воздух предприятием ОАО «Полесьеэлектромаш» за 2017–2021 гг. не превышает ПДК.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виды источников выбросов на предприятии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecolusspb.ru/articles/primery/>. – Дата доступа: 23.10.2022.

2. Загрязнение атмосферы диоксидом серы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://laboratoria.by/stati/diox-sery>. – Дата доступа: 23.10.2022.

**К содержанию**

УДК 378.091.217:[502.13+574](476.5)

**Т. А. КРАВЦОВА**

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

Научный руководитель – И. А. Литвенкова, канд. биол. наук, доцент

## **ОПЫТ РАБОТЫ ВОЛОНТЕРСКОГО ОТРЯДА «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАТРУЛЬ» ПО ОЗЕЛЕНЕНИЮ И БЛАГОУСТРОЙСТВУ Г. ВИТЕБСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ**

**Актуальность.** Волонтерское движение сейчас является одной из популярных и наиболее востребованных форм социально значимой деятельности. На базе кафедры экологии и географии ВГУ имени П. М. Машерова в 2005 г. создан студенческий волонтерский отряд «Экологический патруль». В рамках деятельности студенческого отряда можно выделить следующие формы волонтерской деятельности: индивидуальная; в составе группы добровольцев; деятельность через волонтерскую организацию [1, с. 39]. Отряд функционирует на базе студенческой научно-исследовательской лаборатории (далее – СНИЛ) «Экология городской среды».

**Цель** исследования – проанализировать работу волонтерского отряда «Экологический патруль» и выделить основные формы и направления, связанные с озеленением и благоустройством территории.

**Материалы и методы.** Проведен анализ данных по материалам работы СНИЛ «Экология городской среды» кафедры экологии и географии ВГУ имени П. М. Машерова, отчетов и опубликованных материалов работы группы общественных экологов «Экологический патруль» за 2018–2022 гг.

**Результаты исследований.** Работа студенческого отряда «Экологический патруль» включает различные направления волонтерской деятельности в области экологии и охраны природы. Одним из направлений работы является участие студентов в экологических акциях по благоустройству и озеленению территорий г. Витебска и пригородных территорий. Мероприятия включают уборку территории, посадку и подрезку деревьев, инвентаризацию придорожной древесно-кустарниковой растительности, оценку ее жизненного состояния, определение класса эстетичности и пожароустойчивости. Проводимые мероприятия можно разделить на следующие группы: 1) уборка территории города или лесных насаждений от бытового мусора, 2) посадка деревьев и озеленение территории в различных функциональных зонах города, 3) помощь в озеленении и благоустройстве территории различным организациям и учреждениям, 4) участие в семинарах, круглых столах, конференциях экологического направления, 5) проведение научно-

исследовательских работ по инвентаризации древесно-кустарниковой растительности совместно с Витебским зеленстроем.

Приведем примеры работы волонтерского отряда с 2018 по 2022 г. по перечисленным направлениям (таблица).

Таблица – Природоохранная деятельность волонтерского отряда «Экологический патруль» за 2018–2022 гг.

| Направления работы   | Основные мероприятия и организации, с которыми сотрудничает волонтерский отряд   | Всего благоустроено, очищено или озеленено, га |
|--|--|--|
| Уборка и благоустройство городской территории                  | Ряд мероприятий совместно с Витебским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды, Витебской городской инспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды. «Мы заботимся» совместно с Республиканским центром экологии и краеведения, предприятием «Кока-Кола Бевриджиз Белоруссия». | 12   |
| Озеленение городской территории, помощь организациям           | Озеленение территории в рамках республиканских субботников и экологических акций совместно с Витебским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды  | 0,5  |
| Уборка леса  | Акция «Чистый лес» совместно с Витебской городской инспекцией ПР и ООС, Витебским лесхозом и Летчанским лесничеством, акция «Неделя леса» совместно с ГЛХУ «Витебский лесхоз»  | 15   |
| Мониторинг состояния растительности в условиях городской среды | Инвентаризация и оценка жизненного состояния древесной растительности г. Витебска совместно с ГП «Витебский зеленстрой»  | 15   |

Студенты отряда принимают участие в ежегодных акциях, таких как «Неделя леса», «Сделаем», а также активно участвуют в уборке и озеленении территории совместно с Витебским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды. Совместно с Витебской городской инспекцией ПриООС участвовали в наведении порядка на территории ул. Гагарина, ул. Фрунзе, рядом с ТЦ «Корона», ТЦ «Беларусь», парка имени Фрунзе, береговой зоны озера Белое, лесопарковой зоны в районе реки Лучесы, районе Юрьевой горки, территории рек Днепр и Оршица, г. Орши.

В рамках акций по посадке деревьев проведено озеленение прибрежного участка р. Витьбы, парка имени Советской армии (рисунок).



Рисунок – Посадка деревьев в День народного единства

Помощь организациям в благоустройстве и озеленении территории. Совместно с народным клубом любителей «Цветовод» г. Витебска приняли участие в благоустройстве и озеленении участка на территории парка имени Советской армии; оказали помощь в озеленении территории дома-интерната для детей с нарушенным слухом, посадка лип и кленов в парке Героев г. Орши.

**Заключение.** Работа студенческого волонтерского отряда «Экологический патруль» затрагивает экологическое воспитание студенческой молодежи и включает практическую деятельность по озеленению и благоустройству территорий. В общей сложности за последние пять лет озеленено и благоустроено около 42 га в г. Витебске, близлежащих лесопарковых и лесных территориях.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беженарь, Ю. П. Организация работы студенческого волонтерского отряда «Экологический патруль» на базе ВГУ имени П. М. Машерова / Ю. П. Беженарь, И. А. Литвенкова, Е. В. Шаматульская // Высшая школа : навук.-метад. і публіцyst. часоп. – 2020. – № 2. – С. 38–41.

[К содержанию](#)

УДК 58.085

**Е. В. КУКУТЬ**

Минск, БГУ

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

## **ЦИТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАЛЛУСНОЙ КУЛЬТУРЫ ПЕРСЕИ АМЕРИКАНСКОЙ**

**Актуальность.** Культивирование клеток растений на сегодняшний день является одним из важнейших направлений в практической и экспериментальной биологии. С каждым новым исследованием увеличивается число растений, используемых в технологии *in vitro*. Объектами *in vitro* могут быть культуры клеток, органов и тканей растений, стерильные пробирочные растения, а также изолированные протопласты. Особенный интерес представляет введение в культуру *in vitro* экзотических широко известных растений с точки зрения создания клеточных биотехнологий, а также разработки протоколов получения микроклонов.

Такие растения зачастую продуцируют уникальные биологически активные вещества, а также обладают ценными лекарственными и питательными свойствами. К таким растениям относится персея американская, или авокадо (*Persea americana* Mill.) [1]. Многочисленные исследования фитохимического состава позволили обнаружить разнообразные фенольные соединения, алкалоиды, изопреноиды и многие другие вещества. Сочетание данных метаболитов определяет широкий спектр фармакологических свойств данного растения. Получение клеточных культур авокадо являлось предметом предыдущих исследований [2].

**Цель** данного этапа работы – провести цитоморфологический анализ каллусной культуры персеи американской.

**Материалы и методы.** Объектом изучения служила каллусная культура персеи американской, полученная нами на эксплантах листового происхождения. Культивирование каллусной культуры осуществляли на питательной среде woody plant medium (WPM) [3]. В среду вносили 1,0 мг/л таких ауксинов, как индолил-3-уксусная кислота и 2,4-дихлорфеноксисукусная кислота, и 3,0 мг/л цитокинина 6-бензиламинопурина. В качестве источника углерода и энергии в питательную среду добавляли 3 % сахарозы. Уплотнителем служил агар-агар в концентрации 8 г/л. Каллусную ткань выращивали в условиях микробиологического термостата при температуре 24 °С в темноте.

Морфологическое состояние каллуса оценивали посредством визуального наблюдения. Описывали цвет, плотность при резке, оводненность.

Также проводили микроскопическое исследование каллусной ткани. Для этого готовили давленные препараты. Небольшой фрагмент ткани помещали на предметное стекло в каплю дистиллированной воды, аккуратно разминали деревянной палочкой, накрывали препарат покровным стеклом и рассматривали под микроскопом. Окрашивание клеток каллуса не осуществлялось.

**Результаты исследований.** Выявлено, что каллусная культура состоит из светлой и темной частей. Верхняя часть светлая, практически белая, особенно в начале пассажа. К концу пассажа частично становится светло-кремовой. Нижняя часть ткани, контактирующая с питательной средой, коричневая.

Несмотря на то что верхняя часть культуры в целом выглядит светлой, некоторые ее участки имеют розовый оттенок. Под микроскопом на фоне бесцветных клеток четко выделяются клетки с гранулами, окрашенными в розовый цвет. Форма клеток варьирует от круглых и овальных до вытянутых и деформирующихся, размеры – от мелких до крупных (рисунок 1).



Рисунок 1 – Морфология клеток верхней (светлой) части каллуса.

А – паренхимные клетки различной формы; Б – клетки овальной формы паренхимного типа, содержащие включения, окрашенные в розовый цвет; В – мелкие паренхимные клетки с розовыми гранулами

Почти все клетки темной (нижней) части каллуса округлой или шаровидной формы, имеют темно-коричневое окрашивание. Форма клеток практически такая же, как и у верхней (светлой) части каллуса, однако наблюдается присутствие крупных клеток необычной формы. Темная часть каллуса, не имеющая розового оттенка, имеет большое количество клеток, окрашенных в розовый цвет. Розовые скопления в клетках напоминают кристаллы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Морфология клеток нижней (темной) части каллуса.  
 А – меристематический очаг, образованный небольшими клетками изодиаметрической формы и окруженный клетками паренхимного типа;  
 Б, В – мелкие паренхимные клетки с розовыми гранулами

Рыхлые участки культуры состоят из клеток меристематического и паренхимного типов. Меристематические очаги представляют собой скопления плохо отделяющихся мелких округлых клеток. Вокруг меристематических очагов располагаются паренхимные клетки.

Компактные зоны каллусной ткани состоят из крупных плотных конгломератов небольших, сильно связанных между собой клеток преимущественно округлой формы, должно быть представляющих собой особого рода меристематические зоны.

**Заключение.** Цитоморфологический анализ листовой каллусной культуры авокадо позволил обнаружить многочисленные клетки, имеющие включения, окрашенные в розовый цвет. Каллусная ткань состоит из морфологически различающихся частей – верхней светлой (практически белой) и нижней темно-коричневой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lloyd, G. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. / G. Lloyd, B. McCown // Proc. Intl. Plant Prop. – 1981. – Soc. 30. – P. 421–427.

2. Логвина, А. О. Введение авокадо в культуру *in vitro* / А. О. Логвина, А. Е. Савич // Разработка и перспективы применения инновационных технологий в контексте мирового и регионального развития : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 24 нояб. 2020 г. – СПб. : ЕНМЦ «Мультидисциплинар. исслед.», 2020. – С. 20–26.

3. Hass Avocado Composition and Potential Health Effects / M. L. Dreher, A. J. Davenport // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2013. – Vol. 53, iss. 7. – P. 738–750.

[К содержанию](#)

УДК 581.134.1:634.23:631.551

**В. О. ЛАЗАРЕВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **СОДЕРЖАНИЕ ЗАПАСНОГО КРАХМАЛА В ОДНОЛЕТНЕМ СТЕБЛЕ ВИШНИ РАЗНОГО СРОКА СОЗРЕВАНИЯ**

**Актуальность.** Изучению действия мороза на растение уделено большое внимание. Этот вопрос в общей проблеме зимостойкости и в настоящее время является актуальным. Количество крахмала определяет физиологическое состояние растения, так как степень его превращения коррелируется с морозоустойчивостью. Чем раньше, интенсивнее и полнее происходит превращение крахмала, тем больше образуется веществ, защищающих растения от мороза. Присутствие масла в клетках снижает содержание воды в протоплазме, в связи с чем она становится менее подверженной губительному действию мороза [1].

По характеру превращения запасного крахмала зимующие деревья делят на две группы: деревья маслянистые и крахмалистые. У многих маслянистых деревьев зимой происходит полное исчезновение крахмала, а у крахмалистых превращение крахмала в сахара бывает лишь частичное [2].

**Цель** – выявить содержание запасного крахмала в однолетнем стебле вишни разного срока созревания.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являются однолетние стебли вишни раннего (Живица), среднего (Конфитюр) и позднего (Волочаевка) сроков созревания.

Вишня сорта Живица относится к группе дюков. Дюк – это гибрид вишни и черешни, однако считающийся самостоятельным сортом вишни. Сорт был создан в Беларуси относительно недавно. Дерево вырастает средних размеров. Оно имеет приподнято-округлую среднезагущенную 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. Плодоносить дерево начинает рано: первые ягоды появляются уже в сезон высаживания. Дерево переживает заморозки до 30 градусов мороза, при этом ветки не подмерзают и сохраняют плодоношение на следующее лето. У растений имеется иммунитет к комплексу болезней, в том числе к коккомикозу и монилиозу, которые являются наиболее опасными заболеваниями вишни [3].

Сорт Конфитюр среднего срока созревания – вторая декада июля. Плодоношение наступает на 3-й год с момента высадки, в то время как цветение начинается в средние сроки. 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. Данный сорт устойчив к заболеваниям, высоко зимостоек. Дерево умеренного роста, быстрорастущее, крона пирамидальной формы, среднегустая и раскидистая. Приносит обильный урожай – 11,6–20 т/га (до 30 кг/дерево) [3].

Сорт Волочаевка считается среднерослой культурой – до 3,5 м высотой, крона округлая, средней густоты, листья средней величины, обратно-яйцевидные, темно-зеленые, края листовой пластинки 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. Деревья разрастаются достаточно сильно. При этом плодоношение начинается на 4–5-й год жизни – на этом этапе их высота составляет около 3 м. Цветение культуры начинается в мае. Этот срок может быть немного смещен – на начало или конец месяца. Конкретный период зависит от региона выращивания. Достоинства сорта – один из наиболее надежных сортов среднего срока созревания с высоким урожаем плодов хорошего качества. Недостаток – средняя устойчивость к грибным заболеваниям [3].

Материалом для анализа служили однолетние стебли трех сортов вишни. Стебли измельчали и брали навеску массой 2–5 г. Навеску перенесли в стакан, добавляли 100 мл воды и оставляли на 45–50 мин. Затем фильтровали через бумажный фильтр. В колбу наливали 25 мл 25 %-й соляной кислоты, закрывали пробкой с обратным холодильником и ставили в кипящую водяную баню на 2,5–3 часа, после чего колбу охлаждали, содержимое нейтрализовали 10 %-м раствором едкого натрия. К нейтрализованному содержимому добавляли 25 %-й соляной кислоты до слабокислой реакции и количественно переводили в мерную колбу на 500 мл. В 20–50 мл фильтрата определяли содержание глюкозы.

Содержание крахмала (в процентах)  $X$  рассчитывали по формуле  $X = G \times 0,9$ , где  $G$  – количество глюкозы, 0,9 – коэффициент перерасчета глюкозы на крахмал.

**Результаты исследований.** Сравнительный анализ содержания крахмала в однолетнем стебле вишни проводили осенью (ноябрь 2021 г.) и весной (апрель 2022 г.) (таблица). Для этого использовали методику количественного определения крахмала.

Одним из факторов, влияющих на перенесение растениями низких температур, является количественное содержание в них крахмала, а также переход крахмала в сахара. Смена крахмала сахарами начинается с наступлением осенних холодов. С возвращением теплой погоды весной в органах растений вновь появляется крахмал, а содержание сахаров уменьшается. Эта смена считается основной причиной зимостойкости и холодостойкости: сахар является специфически защитным от вымерзания веществом, и накопление его сильно повышает выносливость, а переход его в крахмал сопровождается падением зимостойкости и холодостойкости. Содержание крахмала зимой снижается вследствие его превращения при низких температурах в сахарозу.

Таблица – Содержание крахмала в однолетних побегах вишни, %

| Название сорта | Ноябрь 2021 г. | Апрель 2022 г. |
|----------------|----------------|----------------|
| Волочаевка     | 3,60           | 4,20           |
| Конфитюр       | 3,75           | 4,40           |
| Живица         | 3,40           | 4,15           |

**Заключение.** Значительное накопление сахаров является первым условием перезимовки. Исследования показали, что более устойчивым к морозу является сорт Конфитюр, так как содержание крахмала в ноябре составило 3,75 %, а в апреле – 4,40 %. У сортов Волочаевка и Живица содержание крахмала в ноябре составило 3,60 % и 3,40 %, а в апреле 4,20 % и 4,15 % соответственно.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климентова, Е. Г. Приспособление и устойчивость растений : учеб. пособие для студентов экол. фак. / Е. Г. Климентова, Г. А. Сатаров, Т. А. Зудова. – Ульяновск : УлГУ, 2006. – 53 с.
2. Генкель, П. А. Физиология растений с основами микробиологии / П. А. Генкель. – 2-е изд. – М. : Учпедгиз, 1962. – 536 с.
3. Описание сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vniispk.ru/varieties/>. – Дата доступа: 12.04.2022.

**К содержанию**

УДК 57.044

**К. А. ЛАШИНА**

Минск, БГУ

Научный руководитель – О. Г. Яковец, канд. биол. наук, доцент

### **АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПРОМЕТРЕКСА ФЛО**

**Актуальность.** Одной из наиболее серьезных проблем применения пестицидов является отсутствие высокой избирательности их действия, вследствие чего пестициды могут ингибировать жизнедеятельность растений, для защиты которых предназначены [1].

Используемый нами препарат «Прометрекс Фло» (действующее вещество – сим-триазин прометрин) является системным до- и послевсходовым гербицидом, используется для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорняками в посевах широкого спектра культур. Прометрин ингибирует процесс фотосинтеза за счет блокирования транспорта переноса электронов от ФСII к ФСI. Кроме непосредственного нарушения транспорта электронов ингибиторы фотосинтеза могут также приводить к фотоокислению хлорофилла, вызывая симптомы, сходные с симптомами от применения контактных гербицидов [2].

**Цель** – проанализировать динамику изменения содержания фотосинтетических пигментов (ФСII) в проростках пшеницы при действии гербицидного препарата «Прометрекс Фло».

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования были использованы 10-дневные проростки яровой пшеницы сорта Дарья, которые выращивались рулонным методом [3] при температуре  $20 \pm 2$  °C и естественном освещении. Внешний вид проростков представлен на рисунке. За 1, 2 и 3 суток до эксперимента рулоны помещали в стеклянные сосуды, содержащие раствор прометрекса Фло ( $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  М). Контролем служила дистиллированная вода. Определение концентрации пигментов в ацетонной вытяжке без их предварительного разделения проводилось на спектрофотометре Varian Cary 50 Bio при длинах волн 662, 644, 440 нм; мутность раствора измеряли при 720 нм по стандартной методике [4].

**Результаты исследований.** В присутствии в среде выращивания в течение 1 суток прометрекса Фло в концентрации  $10^{-6}$  М достоверных изменений содержания ФСII в проростках пшеницы в пересчете на сырую массу не происходило. В присутствии  $10^{-5}$  М гербицида не выявлено достоверных изменений содержания хлорофиллов. Однако зафиксировано

достоверное увеличение содержания каротиноидов по сравнению с контролем в 1,22 раза.



Рисунок – 10-дневные проростки яровой пшеницы сорта Дарья, не обработанные и обработанные прометрексом Фло в течение 1, 2, 3 суток

Под действием прометрекса Фло в концентрации  $10^{-4}$  М наблюдалось достоверное уменьшение содержания *хл a*, *хл b*, *хл a + хл b* по сравнению с контролем в 1,07, 1,35, 1,17 раза соответственно. Следует отметить, что и при действии гербицида в данной концентрации происходит достоверное увеличение количества каротиноидов по сравнению с контролем (в 1,64 раза).

Анализ экспериментальных данных, полученных после 2сут-экспозиции проростков в растворах гербицида, свидетельствует об ингибирующем действии прометрекса Фло на содержание хлорофиллов. Причем с увеличением концентрации выявленный эффект в отношении *хл a* возрастает. Так же, как и после 1сут-воздействия, гербицид индуцирует рост содержания каротиноидов.

Полученные экспериментальные данные, полученные после 3сут-экспозиции проростков пшеницы в растворах гербицида, свидетельствуют об ингибирующем действии прометрекса Фло на содержание хлорофиллов. Причем с увеличением концентрации выявленный эффект в отношении уже *хл b* возрастает. Так же, как и после 1 и 2сут-воздействия, гербицид после 3сут-экспозиции вызывает увеличение содержания каротиноидов.

**Заключение.** Из проведенного анализа полученных данных следует, что действие прометрекса Фло на ФСА яровой пшеницы сорта Дарья зависит от его концентрации в среде выращивания и времени обработки проростков.

В ходе проведенных экспериментов выявлен следующий характер действия прометрекса Фло на содержание *хл а*, *хл b*, *каротиноидов* и суммы *хлорофиллов* в проростках яровой пшеницы сорта Дарья:

1. После 1сут-экспозиции в растворе прометрекса Фло у проростков яровой пшеницы сорта Дарья содержание ФСП изменяется, начиная с действия  $10^{-5}$  М гербицида. Выявлено повышение концентрации каротиноидов на фоне уменьшения хлорофиллов.

2. После 2сут-экспозиции прометрекс Фло снижает содержание хлорофиллов. Причем с увеличением концентрации выявленный эффект в отношении *хл а* возрастает. Так же, как и после 1сут-воздействия, гербицид индуцирует рост содержания каротиноидов.

3. После 3сут-экспозиции прометрекс Фло уменьшает содержание хлорофиллов. Причем с увеличением концентрации выявленный эффект в отношении уже *хл b* возрастает. Так же, как и после 1 и 2 сут-воздействия, гербицид после 3сут-экспозиции вызывает увеличение содержания каротиноидов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров, Л. А. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку / Л. А. Федоров, А. В. Яблоков. – М. : Наука, 1999. – 461 с.
2. Куликова, Н. А. Гербициды и экологические аспекты их применения : учеб. пособие / Н. А. Куликова, Г. Ф. Лебедева. – М. : ЛИБРОКОМ, 2010. – 152 с.
3. Зайцев, В. А. Эффективность проращивания семян в рулонах / В. А. Зайцев, О. М. Корсакова, И. В. Жукова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 11. – С. 39–40.
4. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова. – М. : Академия, 2003. – 256 с.

**К содержанию**

УДК 628.01

**С. Н. ЛЕШИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ОПАСНЫХ  
ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДПРИЯТИЕМ  
ОАО «ТОРФОБРИКЕТНЫЙ ЗАВОД ЛЯХОВИЧСКИЙ»  
ЗА 2019–2021 гг.**

**Актуальность.** Одним из основных параметров, характеризующих качество жизни населения, является состояние окружающей среды. В последние десятилетия увеличивается взаимное воздействие как экологии на экономическое развитие, так и результатов хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды.

Мониторинг качества атмосферного воздуха в Республике Беларусь проводится Белгидрометом в 19 промышленных городах страны, включая областные центры. Наблюдения охватывают территории, на которых проживает 85 % населения. В Республике Беларусь проводится постоянная работа по сокращению выбросов. Мероприятия по строительству, модернизации и реконструкции газоочистных установок позволяют сократить количество выбросов [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 «Ляховичидрев Экспорт» [2].

Анализ предоставленных данных предприятием ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский» дает возможность оценить годовые выбросы опасных веществ в атмосферу.

**Целью работы** является мониторинг динамики количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский» (д. Туховичи Ляховичского р-на Брестской области) по сезонам за 2019–2021 гг.

**Материалы и методы.** В результате исследований проанализировали данные акта инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский» за период 2019–2021 гг. Применялись общие методы исследования: сравнение, описание, сравнительный анализ отчетности, статистическая обработка данных.

**Результаты исследований.** Согласно санитарной классификации, ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский» относится к 5-му классу опасности с санитарно-защитной зоной 100 м. Объект относится к 5-й категории воздействия на атмосферный воздух.

Основным загрязняющим веществом является оксид углерода (II). Загрязняющее вещество относится к 4-му классу опасности [3].

Анализ данных по количеству выбросов оксида углерода (II) показал, что во втором квартале 2020 г. наблюдается уменьшение выбросов оксида углерода (II) на 7 % в сравнении с аналогичным кварталом 2019 г. Также наблюдается увеличение на 5 % количества выбросов оксида углерода (II) в первом и четвертом кварталах 2020 г. в сравнении с 2019 г. В среднем же выбросы не превысили норму предельной допустимой концентрации (рисунок 1, 2) [3].

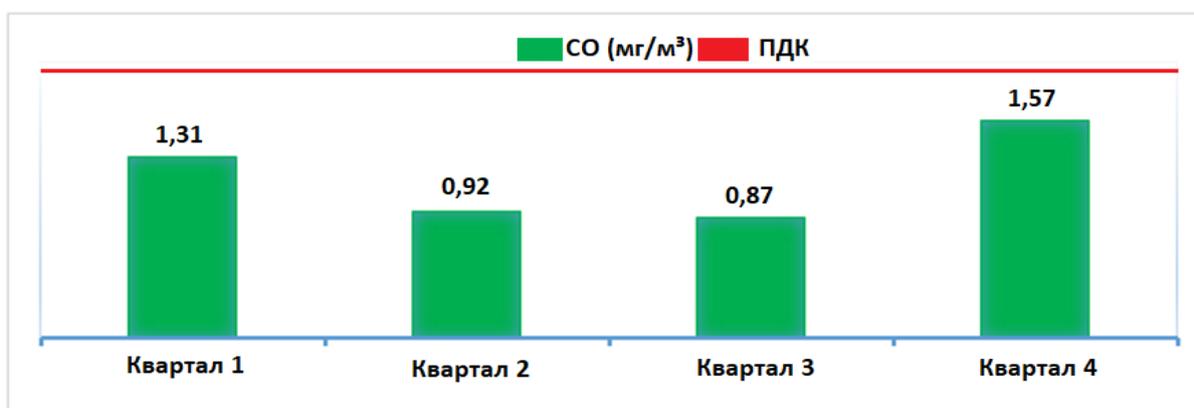


Рисунок 1 – Количество выбросов загрязняющих веществ в 2019 г.

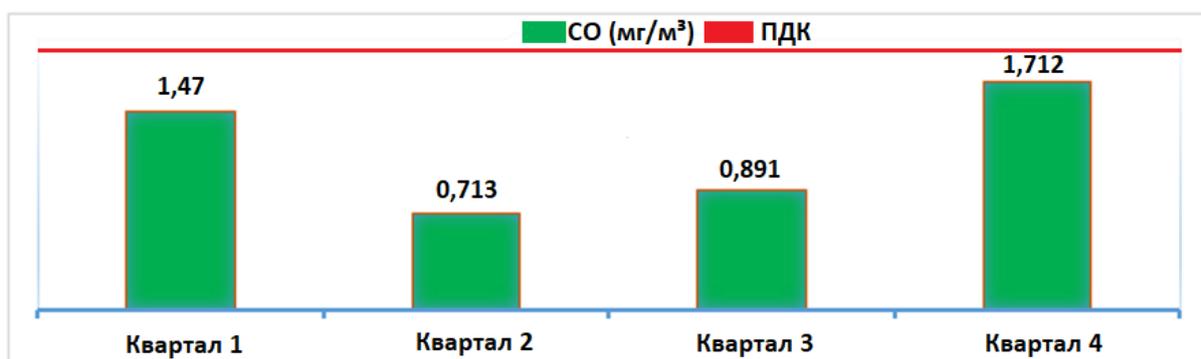


Рисунок 2 – Количество выбросов загрязняющих веществ в 2020 г.

В сравнении со стабильной динамикой выбросов оксида углерода (II) за третий квартал 2019 и 2020 гг. в аналогичном квартале 2021 г. наблю-

дается увеличение выбросов на 9 %. В целом же квартальные изменения общих выбросов за период 2019–2021 гг. составляют 3 % и не превышают норму предельной допустимой концентрации (рисунок 2).

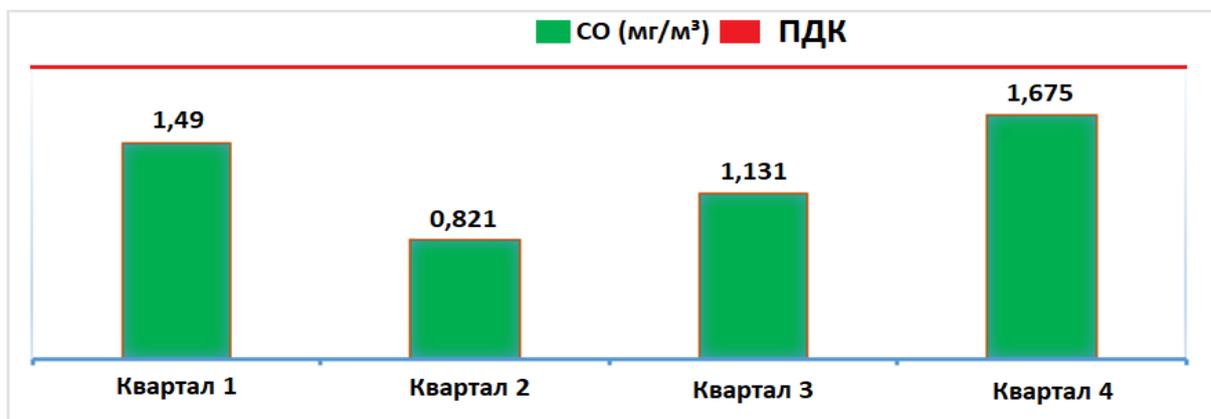


Рисунок 3 – Количество выбросов загрязняющих веществ в 2021 г.

**Заключение.** 1. Проанализированы количественные сезонные закономерности выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский» за 2019–2021 гг.

2. Выявлено, что в 2019 и в 2021 гг сезонная закономерность динамики данных по выбросам загрязняющих веществ одинакова.

3. Рост количества оксида углерода (II) в первом и четвертом кварталах связан с переходом предприятия на отопительный сезон.

4. Отмеченные концентрации выбросов летучих оксидов предприятием ОАО «Торфобрикетный завод Ляховичский» не превышают норму предельной допустимой концентрации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздействие на атмосферный воздух выбросов предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vozdeystvie-na-atmosfernyy-vozduh-vybrosov-predpriyatiya>. – Дата доступа: 20.10.2022.

2. Список предприятий Ляховичского района [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://liahovichi.brest-region.gov.by/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12700&Itemid=961&lang=ru](http://liahovichi.brest-region.gov.by/index.php?option=com_content&view=article&id=12700&Itemid=961&lang=ru). – Дата доступа: 20.10.2022.

3. 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: 26.02.2022.

**К содержанию**

УДК 372.854(574)

**С. Н. ЛЕШИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ В СТАРШИХ КЛАССАХ**

**Актуальность.** Проблема сохранения стабильности окружающей среды, охраны и обеспечения устойчивого развития государства всегда актуальна. От образования и воспитания человека во многом зависит успешное решение экологических проблем. Экологический кризис – это во многом мировоззренческий кризис. Высокая степень неопределенности и множество сопряженных факторов – отличие экологических задач. Они часто имеют отложенные результаты и заключают в себе противоречие между устойчивым развитием и экономической рациональностью. Но главная их сложность связана с необходимостью практических действий на индивидуальном и коллективном уровнях. Поэтому экологически ответственное поведение теснейшим образом связано с мотивацией и конкретными действиями [1]. В решении этой проблемы большая роль отводится экологическому освещению школьных тем по химии в старших классах.

**Цель** – повысить уровень экологического образования учащихся старших классов при изучении химии.

**Материалы и методы.** Анализ научной и специальной литературы, нормативных документов, интернет-ресурсов и других материалов (научные статьи, материалы конференций, авторефераты диссертаций) по экологическим аспектам обучения химии в старшей школе.

**Результаты исследований.** Школьная экологическая программа обширна и направлена на формирование у учащихся целостного естественно-научного представления об окружающем мире, необходимого каждому образованному человеку. Курс химии, основанный на принципах состава, строения, свойств и взаимосвязей различных функций материи и их двойственной роли в природе, в этом непосредственно принимает участие. Особое внимание уделяем реализации экологического обучения, осуществляя непрерывность экологического образования и воспитания учащихся. Знакомясь с органической химией и различными химическими явлениями, подкрепленными информацией об окружающей среде, обучаемые осознают целостность и взаимосвязанность мира и окружающих их людей. Используя разнообразные методики химико-аналитического контроля состояния объектов окружающей среды или качества готовой продукции ряда отраслей

промышленности (химической, нефтехимической, микробиологической, фармацевтической), химия позволяет получить информацию, необходимую для последующего принятия решений о предотвращении поступления вредных веществ в контролируемые объекты и т. д.

Экологизированный курс химии дает возможность раскрыть особую роль этой науки в борьбе с экологическим невежеством, укоренившимся в представлении о «виновности» химии в сложившейся экологической ситуации, привлечь учащихся к исследовательской работе по изучению состояния природной среды, воспитать у них чувство личной ответственности за ее сохранение. Как известно, химия – это предмет, при изучении которого экологические аспекты можно отражать практически на каждом уроке при изучении любой темы, а также во внеурочной деятельности. В основу экологизации положены представления о взаимосвязи состава, строения, свойств и биологической функции веществ, их двойственной роли в живой природе; биологической взаимозаменяемости химических элементов и последствиях этого процесса для организмов, причинах нарушения биогеохимических циклов.

Основными задачами химико-экологического направления являются:

- развитие умственной способности учащихся;
- формирование индивидуальной готовности ученика к восприятию изучаемого материала;
- обеспечение самоактивности, процесса восприятия, наблюдения и запоминания;
- формирование и развитие научных понятий, отражающих картину мира.

Приобретенные знания и навыки становятся основой для правильного понимания и осознания экологических проблем. Это позволяет говорить о том, что существование человека в современном мире было бы невозможно без междисциплинарной связи химии и экологии [2]. Химия и экология выступают как связь неживого с живым. В старших классах уровень экологического образования и воспитания формируется на основе приобретенных знаний в младших классах и рассматривается с учетом практико-ориентированного направления. В связи с этим новизна программы по химии состоит в интеграции наук – экологии и химии, которая показывает роль химии в решении экологических проблем.

Так, например, при изучении темы «Углеводороды в природе. Нефть и природный газ как источники углеводородов» учащиеся получают конкретные знания по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду, экологической паспортизации проектируемых и действующих объектов народного хозяйства, законодательству Республики Беларусь в области охраны окружающей среды, ведут эколо-

гический мониторинг, что способствует формированию экологических компетенций.

Экологическое образование в школе использует качественно новые методы и форматы для достижения поставленных целей и задач. Экологизация химии осуществляется постепенно, и ее целью является усиление межпредметных связей, включение различных экологических проблем в тематику химических вопросов. В век новых информационных технологий в практику обучения химии наряду с традиционной методикой широко входят методы активного обучения: интерактивные, ролевые, деловые, организационно-обучающие игры [4]. Здесь необходимо показать обучаемым взаимосвязь человека с окружающим миром, важность интегрирования человеческой деятельности с законами биосферы, так как человек – часть биосферы и, следовательно, должен подчиняться ее законам.

**Заключение.** Таким образом, в процессе обучения химии в старших классах экологическое образование и воспитание вооружает учащихся социально значимыми и экологически приемлемыми принципами подходов к окружающему миру. Экологическая ответственность включает понимание человеком важности своего правильного поведения в природной среде, осознание природы как национального общественного достояния, умение предвидеть последствия поведения, способность опираться на научные знания при выборе решения по отношению к природе [5].

#### 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. Чернобельская, Г. М. Методика обучения химии в средней школе / Г. М. Чернобельская. – М. : Владос, 2000. – 336 с.
4. Дорогань, Л. В. Обучение студентов активным методам преподавания в школе / Л. В. Дорогань, В. И. Федотов // Вестн. ВГУ. География и геоэкология. – 2001. – № 1. – С. 184–186.
5. Зверева, И. Д. Экологическое образование школьников / И. Д. Зверева, Т. Н. Суравегина. – М. : Мысль, 1986. – 286 с.

**К содержанию**

УДК 581.1:537.53

**Н. М. ЛЕЩИНСКАЯ**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

Научные руководители – Ж. Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент,

Н. В. Пушкина, канд. биол. наук

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА**

**Актуальность.** Лен-долгунец является одной из важнейших технических культур Республики Беларусь. Одна из задач данной отрасли – увеличение продуктивности льна-долгунца, при этом снижение себестоимости обработки. Для достижения этих целей большое значение имеет активное внедрение в производство прогрессивных технологий возделывания льна-долгунца [1]. В настоящее время все большую популярность приобретает такой физический способ предпосевного воздействия на семена, как низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ). Многие авторы показывают, что благодаря предпосевному ЭМИ повышается всхожесть, энергия прорастания, адаптация растения к меняющимся условиям среды через активацию определенных физиологических реакций [2; 3].

Поэтому актуальным было исследование, направленное на выявление характера эффектов предпосевной обработки семян льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) электромагнитным полем сверхвысокочастотного излучения нетепловой интенсивности.

**Цель** – исследование влияния электромагнитного излучения на продуктивность льна-долгунца.

**Материалы и методы.** Семена льна-долгунца были обработаны двумя режимами (P) электромагнитного излучения (ЭМИ): режим 2 (P2) – частота обработки 53–78 ГГц, время воздействия 12 минут и режим 4 (P4) – частота обработки 64–66 ГГц, время воздействия 8 минут. Обработка производилась в НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ. Необработанные семена служили контролем.

Полевой мелкоделяночный опыт был заложен на базе агробиостанции «Зеленое» (БГПУ) в 2022 г. Семена льна-долгунца выращивали на специально разработанном опытном поле. Повторность опыта четырехкратная. Результаты опыта были обработаны с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel. В ходе полевого опыта оценивалось влияние режимов ЭМИ на посевные качества семян, динамику ростовых процессов и формирование элементов продуктивности.

**Результаты исследований.** Анализ влияния режимов ЭМИ на всхожесть льна-долгунца показал, что P2 и P4 повышали всхожесть льна-долгунца на 4 и 13 % соответственно (рисунок 1, А).

Однако P2 и P4 пагубно повлияли на выживаемость растений. Отмечено снижение этого показателя: P2 – на 29 %, P4 – на 12 % относительно контроля (рисунок 1, Б).

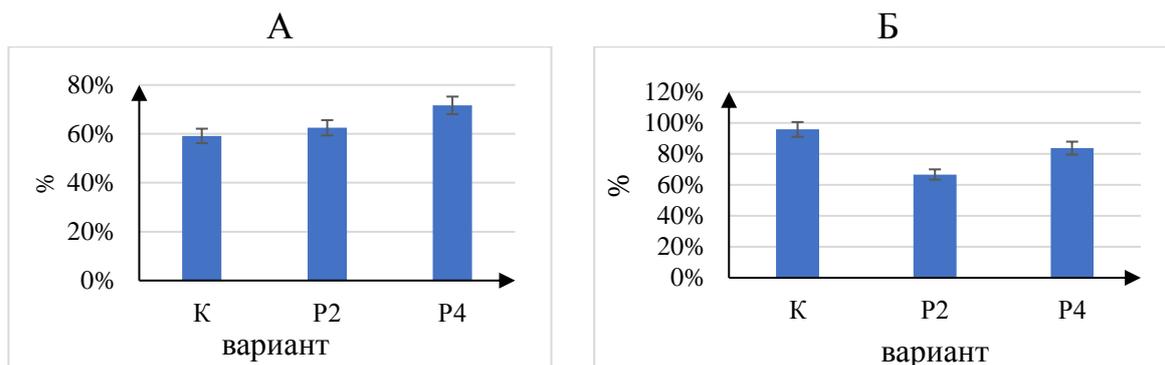


Рисунок 1 – Влияние режимов электромагнитного поля нетепловой интенсивности на всхожесть (А) и выживаемость льна-долгунца(Б)

Большое значение для выращивания льна-долгунца имеет увеличение объемов и длин натуральных льняных волокон [4]. Отмечено, что P4 повышал высоту растений льна-долгунца на 8 % (рисунок 2, А).

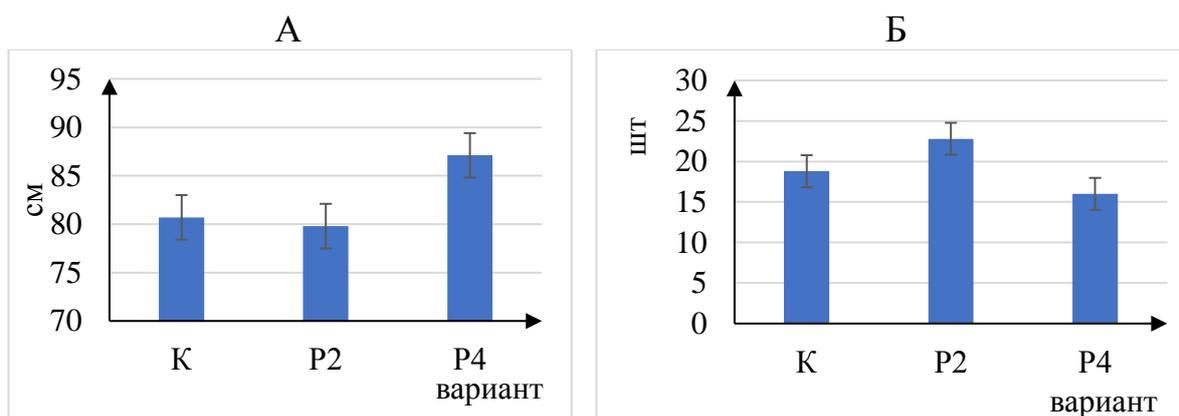


Рисунок 2 – Влияние режимов ЭМИ на высоту растений льна-долгунца в конце вегетационного периода в условиях полевого опыта 2022 г. (А) и количество коробочек на растении (Б)

Заметный интерес представляет влияние ЭМИ на основные элементы продуктивности льна-долгунца: количество плодов и количество семян

с одного растения, масса 1000 семян. Отмечено, что P2 увеличивал количество коробочек на растении относительно контроля на 21 %, а P4 снижал данный показатель на 15 % (рисунок 2, Б).

Выявлено, что P2 повышал массу семян с растения на 31 % по сравнению с контролем, но практически не влиял на массу 1000 семян, тогда как P4 снижал массу семян с растения на 8,7 % и массу 1000 семян на 12,6 % относительно контрольных значений (рисунок 3).

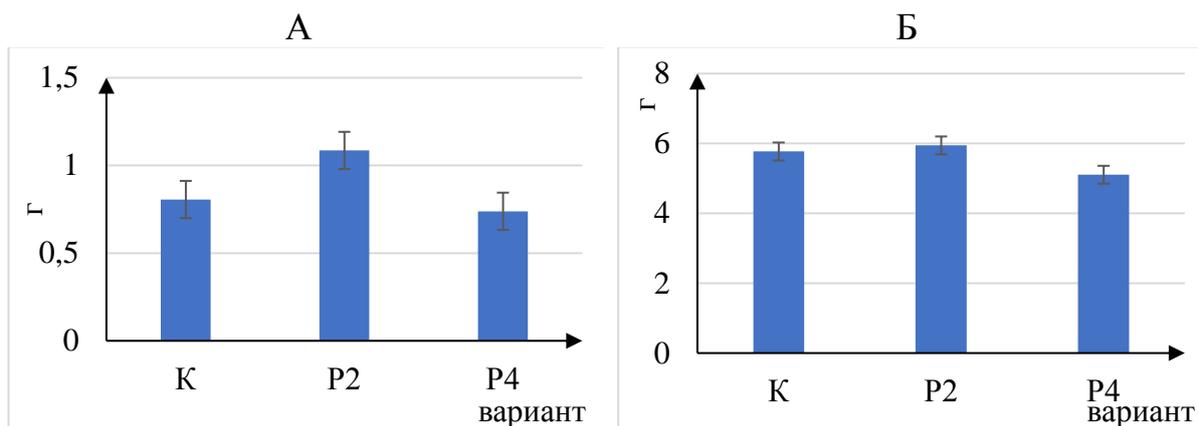


Рисунок 3 – Влияние режимов электромагнитного поля на массу семян с растения (А) и массу 1000 семян (Б) льна-долгунца

**Заклучение.** Таким образом, установлено стимулирующее действие режима P2 электромагнитного излучения на продуктивность льна-долгунца, а P4 повышал посевные качества семян льна-долгунца и благоприятствовал его ростовым процессам. Полученные результаты создают доказательную базу эффективности применения предпосевной электромагнитной обработки семян льна-долгунца для дальнейшего использования в производственных условиях.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устройство для предпосевной обработки семян : пат. ВУ 8680 / В. А. Карпович, Н. В. Любецкий, Н. В. Пушкина, Е. В. Спиридович. – Оpubл. 30.10.2012.
2. Клундук, Г. А. Предпосевная сверхвысокочастотная обработка семян льна и чечевицы / Г. А. Клундук, Г. И. Цугленок // Вестн. Алтайс. ГТУ им. И. И. Ползунова. – 2001. – Вып. 2. – С. 95–100.
3. Басов, А. М. Токи высокой частоты повышают всхожесть семян / А. М. Басов, Ф. Я. Изаков // Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве. – 1958. – № 2. – С. 54–56.
4. РУП «Институт льна» НАН Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://institut-lna.by>. – Дата доступа: 29.10.2022.

**К содержанию**

УДК 581.821

**В. Ю. ЛИТВИНОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ ИОНОВ СВИНЦА  
С ЭПИКАСТАСТЕРОНОМ И ЕГО КОНЬЮГАТАМИ  
НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ  
В ЛИСТЬЯХ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ**

**Актуальность.** Гречиха посевная является одной из самых популярных крупяных культур. Но проблема загрязнения почв тяжелыми металлами пагубно влияет на сортовой потенциал растения. Снизить негативное воздействие металлов могут биологически активные вещества, в том числе брассиностероиды, биологическая активность которых достаточно изучена [1]. Институт биоорганической химии НАН Беларуси синтезирует конъюгаты брассиностероидов с кислотами, и исследование их биологической активности представляет большой интерес [2].

**Цель** – выявить совместное влияние ионов свинца и эпикастастерона с его конъюгатами на содержание пигментов в листьях гречихи посевной.

**Материалы и методы.** Проводилось замачивание семян гречихи сорта Влада в растворах исследуемых стероидных соединений (24-эпикастастерон (ЭК), 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31)) в трех концентрациях:  $10^{-10}$ ,  $10^{-9}$  и  $10^{-8}$  М. Семена высаживали в подготовленную почву в горшки. В горшок сеяли по пять семян, на каждый вариант использовали четыре сосуда. Контроль поливали определенным объемом дистиллированной воды, а другие варианты – раствором нитрата свинца в концентрации  $10^{-3}$  М. Общее количество сосудов составило 44. Гречиху выращивали в лабораторных условиях до цветения. Далее определяли содержание в листьях фотосинтетических пигментов. Для их экстракции использовали высечки из листьев диаметром 1 см. Для одной пробы делали 10 высечек, объединяли их вместе и устанавливали массу навески. Из каждого сосуда отбирали две пробы. Таким образом, повторность опыта была восьмикратной. Экстракцию хлорофиллов и каротиноидов производили 100 %-м ацетоном. Оптическую плотность экстракта определяли на спектрофотометре SOLAR CM2203. Статистическую обработку данных проводили по методикам биологической статистики согласно П. Ф. Рокицкому в Microsoft Excel [3].

**Результаты исследований.** В большинстве вариантов соединения частично нивелировали влияние ионов свинца, но в некоторых вариантах

оно было ниже, чем при действии только раствора нитрата свинца (рисунок 1). Протекторное действие оказал ЭК во всех используемых дозах, максимально – в концентрации  $10^{-8}$  М, где содержание хлорофилла *a* выросло на 28,32 %, а хлорофилла *b* – на 11,45 %. В варианте с S23 максимальное влияние было в варианте с концентрацией  $10^{-9}$  М, где содержание хлорофилла *a* выросло на 11,24 %, а хлорофилла *b* – на 7,15 %. Раствор в концентрации  $10^{-8}$  М действия на содержание хлорофиллов не оказал. В варианте с S31 при использовании раствора с концентрацией  $10^{-10}$  М содержание хлорофилла *a* выросло на 2,18 %, а хлорофилла *b* уменьшилось на 2,73 %. Применение раствора с максимальной концентрацией вело к снижению количества хлорофиллов на 4,72 и 3,43 % соответственно. В средней используемой дозе это соединение вызывало повышение данных показателей.

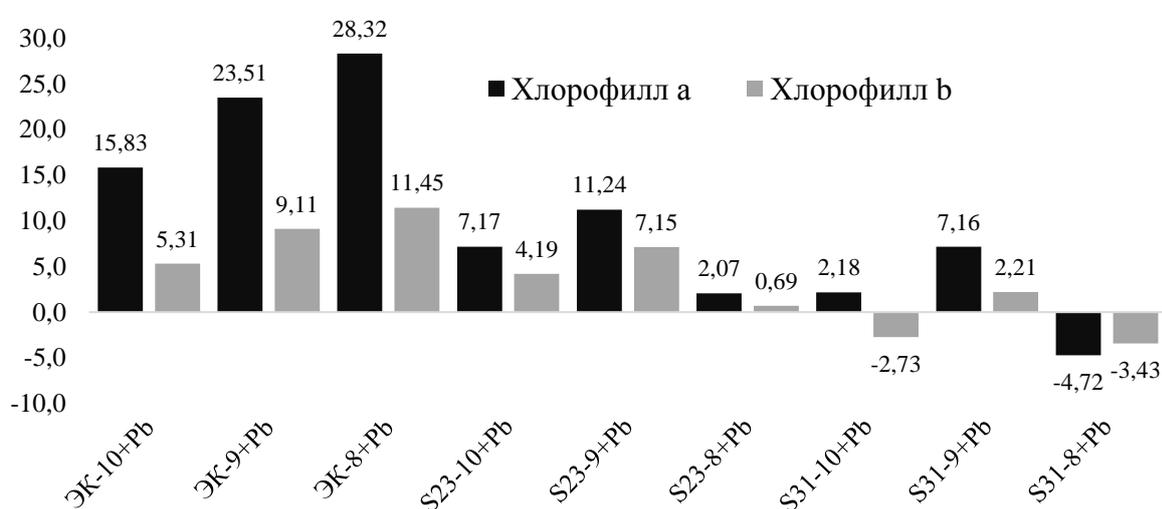


Рисунок 1 – Влияние ЭК и его конъюгатов на содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях гречихи посевной, в % к варианту с раствором нитрата свинца

Суммарное содержания обоих видов хлорофилла при действии ЭК закономерно повышалось при увеличении концентрации, и при максимальной дозе оно достигло 39,77 % (рисунок 2). При обработке семян S23 самое большое увеличение этого показателя наблюдалось при использовании раствора с концентрацией  $10^{-9}$  М (18,39 %). Применение раствора S31 в двух концентрациях дало отрицательный эффект, а при использовании средней дозы – положительный (+9,37 %).

Влияние ЭК и его конъюгатов на содержание каротиноидов было более слабым по сравнению с хлорофиллом (рисунок 2). Так, раствор ЭК в концентрации  $10^{-10}$  М незначительно снижал их содержание,  $10^{-9}$  М – незначительно увеличивал, а при использовании максимальной дозы оно повышалось на 9,6 %.

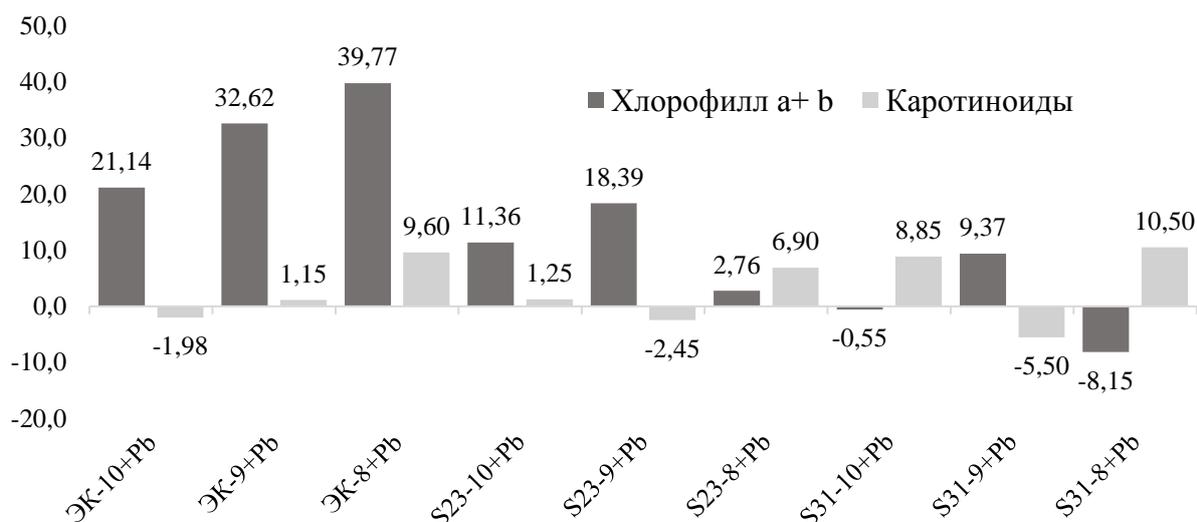


Рисунок 2 – Влияние ЭК и его конъюгатов на суммарное содержание хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов в листьях гречиши посевной, в % к варианту с раствором нитрата свинца

Применение раствора S23 в минимальной концентрации вызывало незначительное повышение значения этого показателя, средней – аналогичное снижение, и только в максимальной происходило его увеличение на 6,9 %. Для S31 в минимальной и максимальной используемых дозах происходило повышение содержания каротиноидов, а в средней дозе количество каротиноидов становилось на 5,5 % ниже контроля с нитратом свинца.

**Заключение.** Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод, что наиболее выраженными металлопротекторными свойствами в отношении ионов свинца обладает эпикастастерон, а наиболее оптимальной является концентрация раствора  $10^{-8}$  М. Слабее выражены эти свойства у S23, но оптимальной является более низкая концентрация  $10^{-9}$  М. Протекторное действие S31 было более слабым и менее однозначным.

#### 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. Синтез и стресс-протекторное действие на растения конъюгатов brassinosterоидов с салициловой кислотой / Р. П. Литвиновская [и др.] // Химия природ. соединений. – 2016. – № 3. – С. 394–398.
3. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Ураджай, 1973. – 320 с.

**К содержанию**

УДК 581.92:581.526.32(476.7)

**Я. О. ЛОЗНЮХА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДНО-ПРИБРЕЖНЫХ РАСТЕНИЙ ОЗЕРА ГОРОДИЩЕНСКОЕ ПИНСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Прибрежные и водные растения занимают обособленное положение в растительном мире благодаря наличию специфических морфологических, биологических и экологических особенностей. Таксономический состав и распространение их зависят от особенностей морфологического строения исследуемого водоема и прибрежного луга [1].

Роль высшей водной растительности в формировании качества воды континентальных водоемов велика. Зеленый пояс макрофитов вдоль берегов является первой полосой «обороны» водоемов от поступающих с водосбора обогащенных биогенными элементами, соединениями тяжелых металлов, синтетическими поверхностно-активными веществами загрязненных вод. Способность высших водных растений накапливать вещества в концентрациях, превышающих фоновые значения, позволила использовать их в системе мониторинга и контроля за состоянием окружающей среды [2].

**Цель** – изучить таксономический состав водно-прибрежных растений озера Городищенское Пинского района.

**Материалы и методы.** Озеро Городищенское находится в Пинском районе Брестской области, в 12 км на северо-восток от г. Пинска, в д. Городище и относится к бассейну р. Ясельды. Берега низкие, песчаные, местами поросшие кустарником и редколесьем. Зарастает слабо. На севере соединено узкой протокой с озером Малое Городищенское (безымянное), на юге – широкой протокой с р. Ясельдой. Площадь озера около 0,79 км<sup>2</sup>, длина 1,48 км, наибольшая ширина около 1,1 км, длина береговой линии 5,1 км. В районе озера отмечен редкий вид растения, занесенный в Красную книгу Республики Беларусь, – кадило сарматское [3]. Объектами исследования явились водно-прибрежные растения. Полевые исследования проводили маршрутным методом в вегетационный период 2021–2022 гг. по береговой линии водохранилища. При маршрутных исследованиях проводили сбор и определение растений. Анализ материала осуществляли сравнительно-морфологическим методом. Определение растений проводили по «Определителю высших растений Беларуси» [4].

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований было выявлено 44 вида растений, относящиеся к 23 семействам.

Семейство Хвощовые (*Equisetaceae* Michx. ex DC.): хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.), хвощ приречный (*Equisetum fluviatile* L.).

Семейство Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.): калужница болотная (*Caltha palustris* L.), лютик длиннолистный (*Ranunculus lingua* L.).

Семейство Березовые (*Betulaceae* S.F. Gray): ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.).

Семейство Гвоздичные (*Caryophyllaceae* Juss.): звездчатка болотная (*Stellaria palustris* Retz.).

Семейство Фиалковые (*Violaceae* Batsch): фиалка болотная (*Viola palustris* L.).

Семейство Капустные (*Brassicaceae* Burnett): сердечник горький (*Cardamine amara* L.).

Семейство Ивовые (*Salicaceae* Mirb.): ива пепельная (*Salix cinerea* L.).

Семейство Первоцветные (*Primulaceae* Batsch ex Borkh.): вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris* L.).

Семейство Дербенниковые (*Lythraceae* J.St.-Hil.): дербенник иволистный (*Lythrum salicaria* L.).

Семейство Бобовые (*Fabaceae* Lindl.): горошек мышиный (*Vicia cracca* L.).

Семейство Кизиловые (*Cornaceae* Dumort.): дерен белый (*Swida alba* (L.) Opiz).

Семейство Зонтичные (*Apiaceae* Lindl.): вех ядовитый (*Cicuta virosa* L.), омежник водный (*Oenanthe quatica* L.), горичник болотный (*Peucedanum palustre* L. Moench).

Семейство Вахтовые (*Menyanthaceae* Dumort.): вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.).

Семейство Мареновые (*Rubiaceae* Juss.): подмаренник болотный (*Galium palustre* L.).

Семейство Бурачниковые (*Boraginaceae* Juss.): незабудка болотная (*Myosotis scorpioides* L.).

Семейство Яснотковые (*Lamiaceae* Martinov): чистец болотный (*Stachys palustris* L.), зюзник европейский (*Lycopus europaeus* L.), мята водная (*Mentha aquatica* L.), пахучка обыкновенная (*Clinopodium vulgare* L.), дубравник чесночный (*Teucrium scordium* L.).

Семейство Сложноцветные (Астровые) (*Compositae* Giseke (*Asteraceae* Dumort.)): посконник конопляный (*Eupatorium cannabinum* L.).

Семейство Сусаковые (*Butomaceae* Mirb.): сусак зонтичный (*Butomus umbrellatus* L.).

Семейство Частуховые (*Alismataceae* Vent.): стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), частуха обыкновенная (*Alisma platangoaquatica* L.).

Семейство Ситниковидные (*Juncaginaceae* Rich.): триостренник болотный (*Triglochin palustris* L.), ситник жабий (*Juncus bufonius* L.).

Семейство Осоковые (*Cyperaceae* Juss.): пушица узколистная (*Eriophorum polystachion* L.), болотница болотная (*Eleocharis palustris* L.), камыш лесной (*Scirpus sylvaticus* L.), камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Pala), осока лисья (*Carex vulpina* L.), осока острая (*Carex acuta* L.), осока пузырчатая (*Carex vesicaria* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud.).

Семейство Злаки (*Poaceae* Barnhart.): манник плавающий (*Glyceria fluitans* (L.) R. Br.), манник крупный (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb.), мятлик болотный (*Poa palustris* L.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), канареечник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert.).

Семейство Рогозовые (*Typhaceae* Juss.): рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.).

**Заключение.** Таким образом, был установлен таксономический состав 44 видов растений, относящихся к 23 семействам. Наиболее многочисленными по видовому составу являются семейства Осоковые (восемь видов), Яснотковые (пять видов) и Злаки (пять видов). Семейство Зонтичные насчитывает три вида. По два вида в семействах Ситниковидные, Частуховые, Лютиковые и Хвощовые. Семейства Березовые, Гвоздичные, Фиалковые, Капустные, Ивовые, Первоцветные, Дербенниковые, Бобовые, Кизилловые, Вахтовые, Мареновые, Бурачниковые, Сложноцветные, Сусакные и Рогозовые представлены одним видом.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигевич, Г. С. Высшие растения Беларуси / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев ; под ред. Г. С. Гигевич. – Минск : БГУ, 2001. – 231 с.
2. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения : учеб. пособие для вузов / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 294 с.
3. Озера Полесья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aktivnyj--otdykh-ru.turbopages.org/aktivnyj--otdykh-belorussiya-kraj-go-lubykh-ozer/ozera-polesya.html>. – Дата доступа: 26.04.2022.
4. Определитель высших растений Беларуси / под. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

**К содержанию**

УДК 631.811.982

**М. А. ЛУКЬЯНЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. Г. Демянчик, старший преподаватель

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ, ЧИСЛЕННОСТЬ И СТАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИГРИРУЮЩИХ КУЛИКОВ НА ПРУДАХ РЫБОХОЗЯЙСТВА «СОКОЛОВО»**

**Актуальность.** В связи с осушением Полесья пруды рыбхозов, как показал анализ литературных источников, стали важными воспроизводственными центрами, местами отдыха и восстановления сил во время миграций для большого числа водно-болотных птиц, в том числе имеющих национальный и европейский статусы охраны. В последнее время в рыбхозах Беларуси значительно интенсифицирована хозяйственная деятельность с целью повышения рыбопродуктивности, что повлекло за собой изменения в структуре этих местообитаний. Больше всего пострадали редкие и охраняемые виды, жизнь которых напрямую связана со степенью развития прибрежной растительности [1; 2].

**Цель** – оценить видовой состав, численность и стациональное распределение куликов на прудах рыбного хозяйства «Соколово» Жабинковского района Брестской области в период отлова товарной рыбы осенью 2022 г.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в осенний период миграции птиц в сентябре-октябре 2022 г. на базе рыбоводческих прудов рыбного хозяйства «Соколово», расположенного в д. Соколово Жабинковского района Брестской области.

Объекты исследования – представители семейств куликов (Бекасовые и Ржанковые), которые относятся к отряду Ржанкообразные.

Определение видов птиц проводилось с помощью маршрутных и точечных учетов с использованием бинокля, фотоаппарата, определителя [3], а также консультаций.

Периодические учеты орнитофауны производились на территориях, биотопически и трофически непосредственно связанных с тремя рыбхозовыми водоемами (два из них разделены дамбой, общей площадью акватории около 50 га и отдельного водоема, общей площадью 55 га).

**Результаты исследований.** В результате учета мигрирующих птиц в период осенней миграции в сентябре-октябре 2022 г. было зафиксировано 19 видов куликов общей численностью 2886(+) особей (таблица). Наибольшим количеством особей были представлены следующие виды: чибис *Vanellus vanellus* (более 2500 особей), турухтан *Philomachus pugnax* (185),

песочник белохвостый *Calidris temminckii* (50) и галстучник *Charadrius hiaticula* (47).

Таблица – Видовой состав, численность и стациальное распределение куликов на прудах рыбохозяйства «Соколово» в период осенней миграции 2022 г.

| Вид  | Количество особей, шт. | Стации   | Красная книга Республики Беларусь |
|--|------------------------|--|-----------------------------------|
| Зуек малый<br><i>Charadrius dubius</i>             | 11                     | Прибрежные отмели, илистые острова             | –                                 |
| Галстучник<br><i>Charadrius hiaticula</i>          | 47                     | Прибрежные отмели, илистые острова             | +                                 |
| Песочник белохвостый<br><i>Calidris temminckii</i> | 50                     | Прибрежные отмели, илистые острова             | –                                 |
| Чернозобик<br><i>Calidris alpina</i>               | 9                      | Прибрежные отмели, илистые острова, мелководья | –                                 |
| Турухтан<br><i>Philomachus pugnax</i>              | 185                    | Прибрежные отмели, илистые острова, мелководья | +                                 |
| Бекас <i>Gallinago gallinago</i>                   | 9                      | Прибрежные отмели, илистые острова, мелководья | –                                 |
| Веретенник большой<br><i>Limosa limosa</i>         | 1                      | Илистые острова                                | +                                 |
| Щеголь <i>Tringa erythropus</i>                    | 2                      | Мелководья                                     | –                                 |
| Улит большой<br><i>Tringa nebularia</i>            | 4                      | Прибрежные отмели, илистые острова             | +                                 |
| Черныш <i>Tringa ochropus</i>                      | 1                      | Прибрежные отмели                              | –                                 |
| Фифи <i>Tringa glareola</i>                        | 21                     | Прибрежные отмели                              | –                                 |
| Перевозчик<br><i>Actitis hypoleucos</i>            | 2                      | Прибрежные отмели                              | –                                 |
| Краснозобик<br><i>Calidris ferruginea</i>          | 1                      | Прибрежные отмели                              | –                                 |
| Кулик-воробей<br><i>Calidris minuta</i>            | 10                     | Прибрежные отмели, илистые острова             | –                                 |
| Песчанка <i>Calidris alba</i>                      | 1                      | Прибрежные отмели                              | –                                 |
| Малый веретенник<br><i>Limosa lapponica</i>        | 1                      | Прибрежные отмели, илистые острова, мелководья | –                                 |
| Ржанка золотистая<br><i>Pluvialis apricaria</i>    | 16                     | Прибрежные отмели, илистые острова             | +                                 |
| Тулес <i>Pluvialis squatarola</i>                  | 15                     | Прибрежные отмели, илистые острова             | –                                 |
| Чибис <i>Vanellus vanellus</i>                     | 2500+                  | Прибрежные отмели, илистые острова, мелководья | –                                 |

Места пребывания птиц были представлены тремя станциями: 1) прибрежные отмели – участки илистых берегов, образовавшиеся в результате понижения уровня воды; 2) илистые острова – илистые островные участки, образовавшиеся в результате понижения уровня воды и 3) мелководья – участки пруда с низким уровнем воды (до 15 см). Кулики практически в равном соотношении занимали станции прибрежных отмелей (17 видов) и илистых островов (13 видов), чуть в меньшей степени – мелководья (6 видов).

Из 19 зафиксированных видов куликов пять (галстучник *Charadrius hiaticula*, турухтан *Philomachus pugnax*, веретенник большой *Limosa limosa*, улит большой *Tringa nebularia*, ржанка золотистая *Pluvialis apricaria*) имели статус охраняемых и включены в Красную книгу Республики Беларусь, а обнаруженный малый веретенник *Limosa lapponica* стал единственной регистрацией данного вида на территории страны в 2022 г. (автор М. А. Лукьянчик).

**Заключение.** В сравнении с видовым составом куликов пяти рыбных хозяйств юго-запада Брестской области в период осенней миграции (14–22 вида [1]) в рыбхозе «Соколово» в сентябре-октябре 2022 г. зафиксировано 19 видов куликов общей численностью около 2885 особей, которые относились к одному отряду (Ржанкообразные) и двум семействам (Бекасовые и Ржанковые). Птицы распределялись по трем станциям, при этом наибольшее количество видов было отмечено на станции прибрежных отмелей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, И. В. Структура и динамика населения куликов рыбхозов юго-западной Беларуси / И. В. Абрамова, В. Е. Гайдук // Актуальные вопросы изучения куликов Северной Евразии = Actual issues of wader studies in Northern Eurasia : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29 янв. – 2 февр. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. В. Гричик (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2019. – 279 с.

2. Демянчик, В. Т. Птицы рыбохозяйственного объекта: фаунистический и хозяйственный аспекты в сезон осенних миграций / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик, М. А. Лукьянчик // Трансграничные регионы в условиях глобальных изменений: современные вызовы и перспективы развития : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Горно-Алтайск, 26 нояб. 2021 г. / отв. ред. А. В. Шитов, О. И. Банникова, Е. В. Мердешева. – Горно-Алтайск : БИЦ ГАГУ, 2021. – С. 136–143.

3. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М. Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Изд. Королев, 1997. – 188 с.

**К содержанию**

УДК 57.044:57.088.1

**Ю. Н. МАМЕДОВА**

Минск, БГУ

Научный руководитель – О. Г. Яковец, канд. биол. наук, доцент

## **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К ЗАСОЛЕНИЮ ПО УРОВНЮ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ**

**Актуальность.** В период своего онтогенеза растения очень часто испытывают негативное воздействие различных стрессовых факторов. Оценка устойчивости возделываемых сельскохозяйственных культур к стрессорам играет важную роль в выборе посевного и посадочного материала. Для этого используют различные физиологические и биохимические подходы. В частности, в качестве маркера стрессового состояния растительного организма можно использовать увеличение уровня перекисного окисления липидов (ПОЛ), который оценивается по количеству первичных или конечных продуктов окисления веществ.

**Цель** – исследовать влияние засоления на ПОЛ в проростках яровой пшеницы для оценки ее солеустойчивости.

**Материалы и методы.** Эксперименты проводились на 11–12-дневных проростках яровой пшеницы сорта Сударыня, выращенных рулонным методом [1] в стеклянных сосудах с дистиллированной водой при температуре  $20 \pm 2$  °С и естественном освещении. Обработка проростков 1, 5, 50, 150, 200, 300 мМ растворами NaCl и 0,1 мМ раствором CaSO<sub>4</sub> проводилась за 24, 48, 72 часа до определения ПОЛ. В качестве контроля использовался 0,1 мМ CaSO<sub>4</sub>. Уровень ПОЛ определяли в надземной части проростков по накоплению ТБК-реагирующих продуктов (ТБК-РП) по методике [2].

**Результаты исследований.** Под действием в течение 24 часов 1 мМ раствора NaCl выявлено достоверное уменьшение в проростках пшеницы уровня ТБК-РП по сравнению с контролем в 2 раза (рисунок). В присутствии 5 мМ NaCl происходило достоверное уменьшение уровня ТБК-РП по сравнению с контролем в 11,8 раза. Хлорид натрия в концентрации 50 мМ достоверно уменьшал уровень ТБК-РП по сравнению с контролем в 6 раз, а в концентрации 150 мМ – в 3,1 раза. Под действием хлорида натрия в концентрации 200 мМ выявлено достоверное уменьшение уровня ТБК-РП по сравнению с контролем в 4,5 раза. Уровень ТБК-реагирующих продуктов под действием хлорида натрия в концентрации 300 мМ достоверно уменьшался по сравнению с контролем в 4,7 раза.

Под действием хлорида натрия в концентрации 1 мМ в течение 48 часов в проростках пшеницы происходило достоверное уменьшение уровня

ТБК-РП по сравнению с контролем в 1,4 раза. Под действием хлорида натрия в концентрации 5, 50, 150, 200 мМ происходило достоверное уменьшение уровня ТБК-РП по сравнению с контролем в 1,6 раза. Уровень ТБК-РП под действием хлорида натрия в концентрации 300 мМ достоверно уменьшался по сравнению с контролем в 2,2 раза.

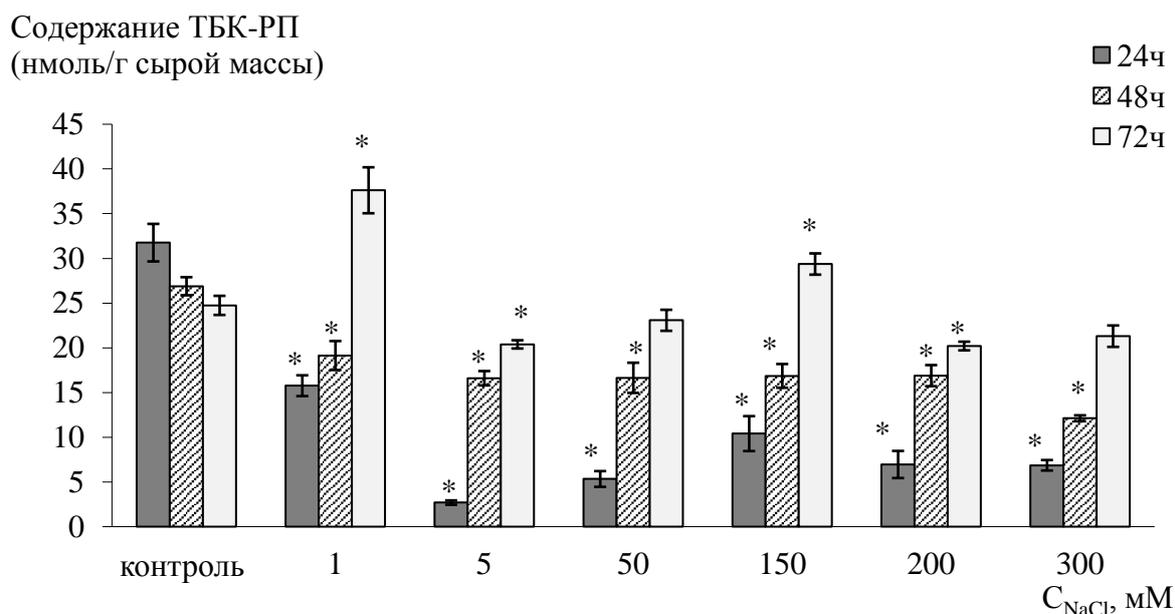


Рисунок – Зависимость уровня ТБК-реагирующих продуктов в побегах проростков яровой пшеницы сорта Сударыня при увеличении времени экспозиции в растворах NaCl разной концентрации. \* – различия достоверны по сравнению с контролем при уровне значимости  $p \leq 0,05$

Под действием хлорида натрия в концентрации 1 мМ в течение 72 часов установлено заметное увеличение в проростках пшеницы уровня ТБК-РП по сравнению с контролем в 1,5 раза. Под действием хлорида натрия в концентрации 5, 200, 300 мМ происходило достоверное уменьшение уровня ТБК-РП по сравнению с контролем в 1,2 раза. В присутствии хлорида натрия в концентрации 50 мМ не выявлено достоверных изменений уровня ТБК-РП. Хлорид натрия в концентрации 150 мМ вызывал увеличение уровня ТБК-РП по сравнению с контролем в 1,2 раза.

Таким образом, можно заключить, что с увеличением времени экспозиции проростков в растворах хлорида натрия разной концентрации содержание ТБК-РП после значительного уменьшения в первые сутки влияния соли постепенно приближается к контрольным значениям (за исключением действия 1 и 150 мМ NaCl после 72-часового воздействия).

На основании этого, а также принимая во внимание выявленное преимущественное уменьшение содержания ТБК-реагирующих продуктов

по сравнению с контролем и отсутствие достоверных различий между средними при варьировании концентрации соли, можно заключить, что данный сорт яровой пшеницы обладает солеустойчивостью. В литературе также сообщается о выявленной устойчивости яровой пшеницы сорта Сударыня к засолению по ростовым тестам [3].

**Заключение.** Данные проведенного исследования показывают, что для яровой пшеницы Сударыня характерны следующие изменения ПОЛ, индуцируемого хлоридом натрия.

1. Уменьшение ПОЛ происходит уже на ранних стадиях солевого стресса.

2. При увеличении времени стрессового воздействия возрастания ПОЛ практически не происходит (за исключением действия 1 и 150 мМ NaCl после 72-часового воздействия).

Выявленное преимущественное уменьшение содержания ТБК-реагирующих продуктов по сравнению с контролем и отсутствие достоверных различий между средними при варьировании концентрации соли (наиболее ярко выраженном после 48-часового воздействия) являются доказательствами солеустойчивости яровой пшеницы сорта Сударыня.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев, В. А. Эффективность проращивания семян в рулонах / В. А. Зайцев, О. М. Корсакова, И. В. Жукова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 11. – С. 39–40.

2. Рогожкин, В. В. Физиолого-биохимические механизмы формирования гипобиотических состояний высших растений / В. В. Рогожкин ; Сиб. ин-т физиологии и биохимии растений. – Иркутск, 2000. – 59 с.

3. Свядковская, В. С. Оценка солеустойчивости различных сортов озимой и яровой пшеницы по ростовым тестам / В. С. Свядковская, О. Г. Яковец // Биологическая осень – 2017: к Году науки в Беларуси : тез. докл. Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 9 нояб. 2017 г. – Минск : БГУ, 2017. – С. 216–218.

**К содержанию**

УДК 581.1:537.53

**Д. И. МАЦКО, Э. К. КАЗАК**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

## **ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО**

**Актуальность.** Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) используется как источник сбалансированного, экологически чистого белка, возделывается также как дешевый источник биотоплива. Однако низкая и неустойчивая урожайность люпина узколистного сдерживает расширение его посевов. В связи с высокой чувствительностью люпина узколистного к условиям среды, связанной с высокой абортивностью семян, широким сдвигом посевных качеств и ростовых процессов растений, актуальным является использование приемов и методов, позволяющих решить данную проблему [1]. Среди методов воздействия много позитивных отзывов получило низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ), как фактор повышения адаптации растений к абиотическим факторам среды [2; 3].

**Цель** – оценить возможности применения ЭМИ как фактора повышения устойчивости люпина узколистного к условиям гипотермии.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования был выбран люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) сортов Альянс и Талант белорусской селекции.

Для исследований физического воздействия на растения люпина узколистного семена были обработаны пятью режимами низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) (Р) электромагнитного воздействия СВЧ-диапазона с частотой воздействия 64–66 ГГц и с различным временем обработки: Р2 – 20 минут, Р2.1 – 16 минут, Р2.2 – 12 минут, Р2.3 – 8 минут и Р2.4 – 4 минуты в Институте ядерных проблем БГУ. В качестве контроля были использованы необработанные семена.

Семена проращивались в течение 14 дней при комнатной температуре (С1) и в хладостате (6 °С) (С2). Затем оценивалось влияние ЭМИ и гипотермии на посевные качества семян и ростовые процессы изучаемых растений. Исследования выполнялись в рамках реализации гранта Министерства образования Республики Беларусь.

**Результаты исследований.** В ходе опыта установлено, что режимы ЭМИ при температуре 22 °С практически не влияли на посевные качества семян – энергию прорастания и всхожесть изучаемых растений обоих сортов

(рисунок 1). Отмечено, что сорт Талант в условиях гипотермии не снижал посевных качеств семян, тогда как у сорта Альянс энергия прорастания и всхожесть снижались на 10 % и 7,5 % соответственно относительно контроля. Выявлено, что в условиях гипотермии P2.1, P2.3 и P2.4 на 7,5 % повысили энергию прорастания и на 5 % (P2.1) и 7,5 % (P2.4) всхожесть семян сорта Альянс, в то время как P2.2 снижал энергию прорастания и всхожесть сорта Талант на 10 % и 5 % соответственно.

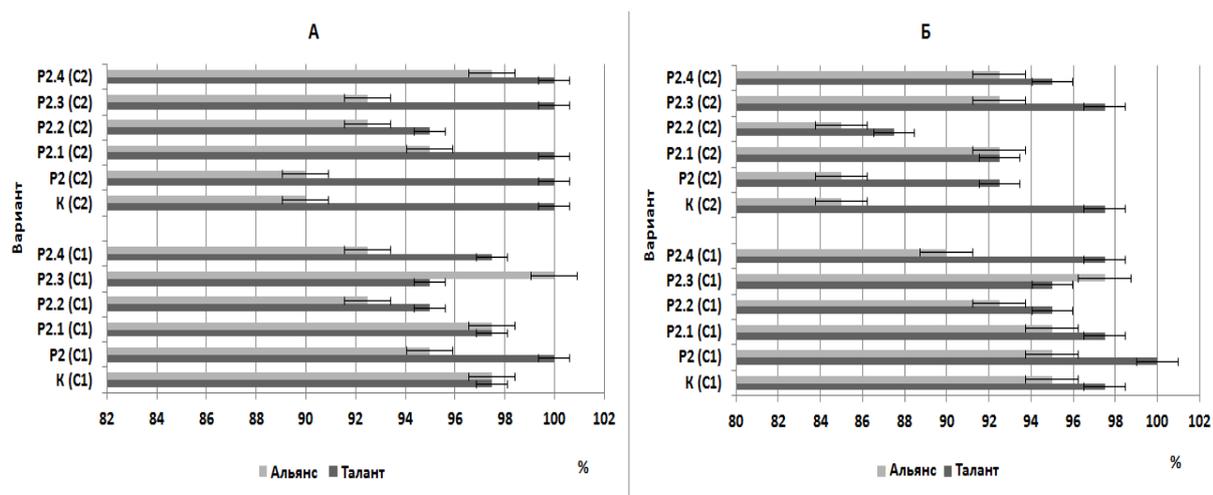


Рисунок 1 – Влияние низких положительных температур и ЭМИ на всхожесть (А) и энергию прорастания (Б) растений люпина узколистного

Отмечено, что P2.3 снижал длину проростков у обоих сортов на 8 % в контрольных условиях, тогда как P2 и P2.4 стимулировали рост побегов люпина узколистного относительно контрольных значений на 17,6 % и 11,1 % (P2) и 12,4 % и 8,3 % (P2.4) соответственно у сортов Талант и Альянс (рисунок 2, А). Установлено, что в условиях гипотермии тормозился рост проростков люпина узколистного в среднем на 61 %. При анализе влияния ЭМИ на этот параметр люпина узколистного в условиях гипотермии выявлено, что был отмечен протекторный эффект ЭМИ и повышение длины проростков от 9,8 % (P2.4) до 37,9 % (P2.2) у сорта Талант и на 28,2 % (P2.2) и 13 % (P2.3) у сорта Альянс.

Выявлено негативное влияние режимов ЭМИ на длину корней люпина в контрольных условиях при воздействии непродолжительными режимами P2.3 и P2.4 на 10,2 % и 15 % (Талант) и 11,9 % и 9,2 % (Альянс) соответственно режимам (рисунок 2, Б). Интересно отметить, что P2.4 в условиях выращивания при низких положительных температурах стимулировал рост корней на 12,6 % у сорта Талант и на 5,5 % у сорта Альянс, а P2 тормозил у последнего сорта рост корней на 10,4 % относительно контрольных значений.

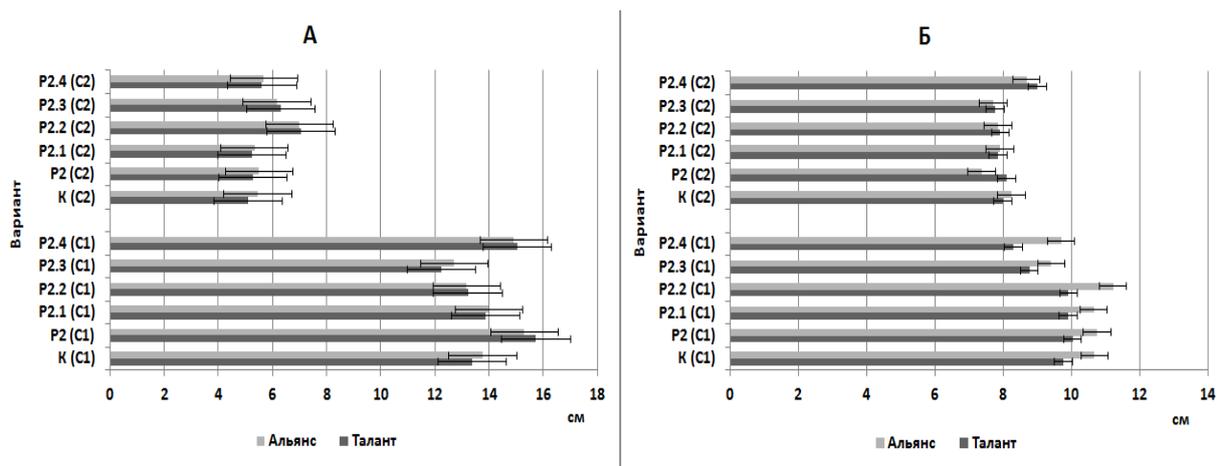


Рисунок 2 – Влияние низких положительных температур и ЭМИ на длину проростков (А) и длину корней (Б) растений люпина узколистного

**Заключение.** Установлена разнонаправленная сортоспецифическая реакция люпина узколистного на режимы ЭМИ на фоне нормальных условий и при выращивании в условиях гипотермии на посевные качества и ростовые процессы. Отмечено, что сорт люпина Альянс наиболее отзывчив на воздействие ЭМИ, при этом наиболее значимый положительный эффект на посевные качества семян отмечен в случае P2.4. Выявлен протекторный эффект и стимуляция роста проростков люпина обоих сортов под влиянием P2.2 и P2.3 в условиях длительной гипотермии.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купцов, Н. С. Узколистный люпин в современной земледелии / Н. С. Купцов // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 6. – С. 7–11.
2. Особенности формирования элементов продуктивности у диплоидных сортов гречихи посевной под влиянием электромагнитного воздействия / Ж. Э. Мазец [и др.] // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе : материалы Респ. науч.-практ. онлайн-конф., посвящ. 50-летию фак. естествознания, Минск, 25 февр. 2021 г. – Минск : БГПУ, 2021. – С. 64.
3. Мазец, Ж. Э. Влияние водного дефицита и электромагнитного излучения на ростовые процессы *Fagopyrum esculentum* Moench. и *Lupinus angustifolius* L. / Ж. Э. Мазец, Э. К. Казак, Д. И. Мацко // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию Центрального ботанического сада Нац. акад. наук Беларуси, Минск, 28 июня – 1 июля 2022 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск : Белтаможсервис, 2022. – Ч. 1. – С. 418–421.

[К содержанию](#)

УДК 628.01

**В. И. МЕЛЬНИЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Г. ПИНСКА

**Актуальность.** Состав и свойства воды, потребляемой человеком для питьевых и бытовых нужд, определяют ее качество и саму возможность использования для разнообразных целей. Чистая питьевая вода является необходимым условием сохранения здоровья человека [1]. Вода – одно из наиболее распространенных и важнейших веществ на Земле. Помимо использования в быту, ее широко применяют в промышленной деятельности, поэтому контроль состава воды производится регулярно. Одним из важнейших критериев является общая жесткость [2]. Питьевая вода должна быть не только безопасной и безвредной для здоровья, но также и благоприятной для питья. Степень пригодности воды для питья может оцениваться по шкале минерализации. Ионы кальция и магния присутствуют во всех минерализованных водах. Их источником являются природные залежи известняков, гипса и доломитов, присутствие которых в воде обуславливает жесткость воды.

**Цель** – проанализировать качество питьевой воды г. Пинска по показателю жесткости.

**Материалы и методы.** С целью исследования были отобраны пробы питьевой воды в разных районах г. Пинска. Забор проб осуществлялся на следующих улицах: Северная, Телефонная, Шапошникова, Куликова, Гайдаенко, Центральная, Клещева, Железнодорожная, Парковая и Брестская (рисунок 1).

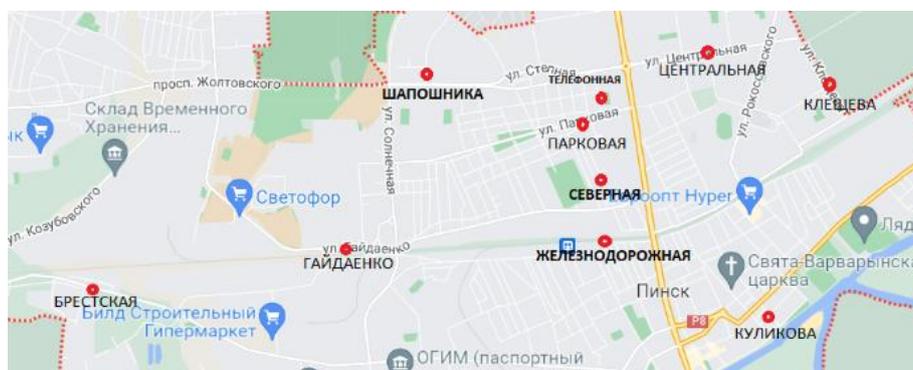


Рисунок 1 – Схема расположения точек отбора проб питьевой воды

Исследование выполнялось в аналитической лаборатории на кафедре химии БрГУ имени А. С. Пушкина комплексонометрическим методом анализа согласно стандартной методике.

**Результаты исследований.** Результаты титрования представлены на рисунках 2, 3, 4.

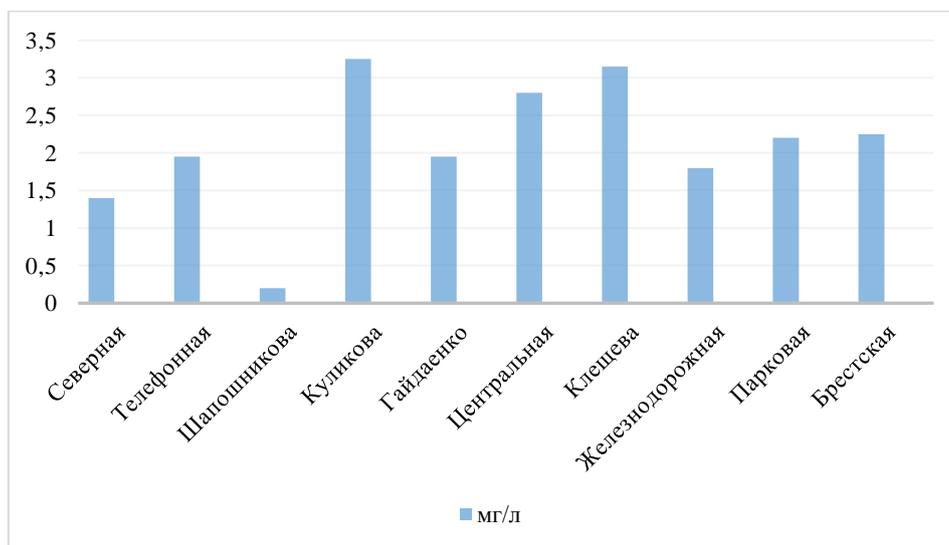


Рисунок 2 – Содержание ионов магния

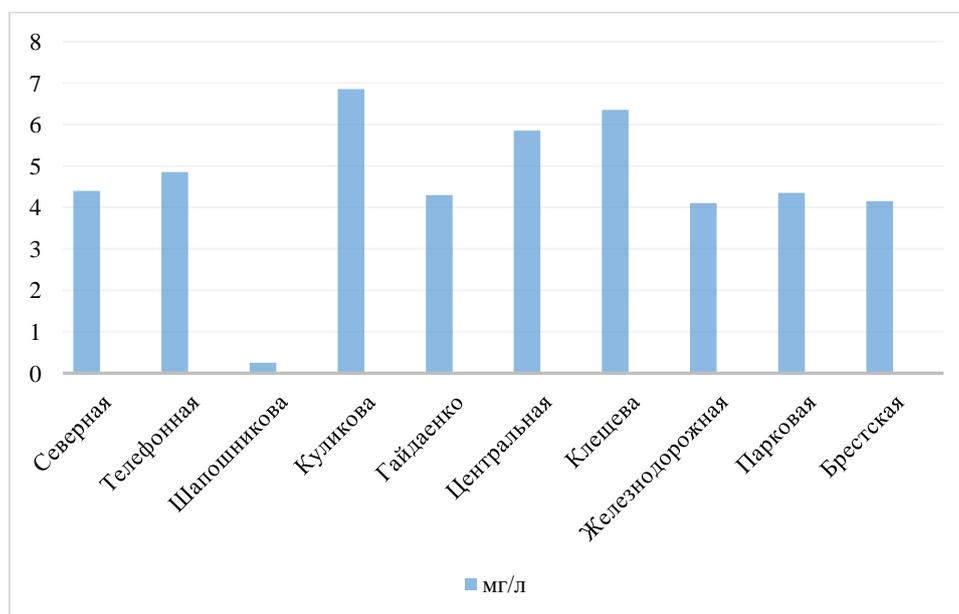


Рисунок 3 – Содержание ионов кальция

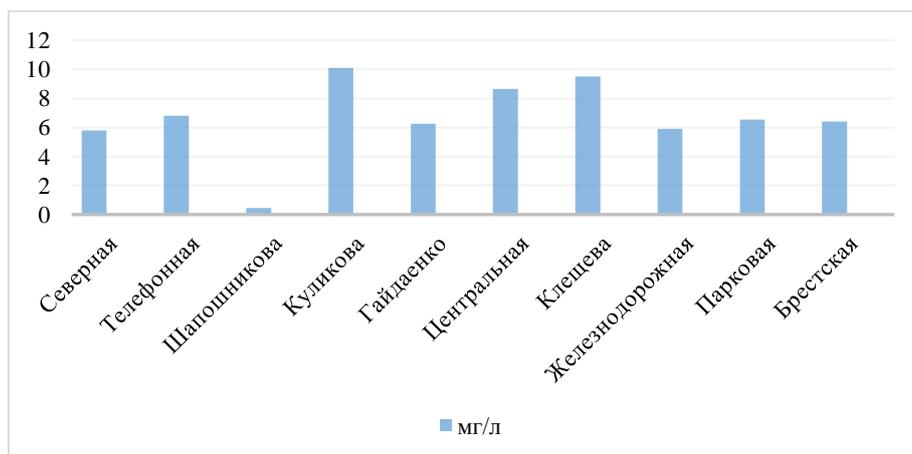


Рисунок 4 – Общая жесткость

Согласно общепринятой стандартной классификации воды, по показателю жесткости выделяют мягкую (до 4 мг-экв/л), умеренно-жесткую (от 4 до 8 мг-экв/л), жесткую (от 8 до 12 мг-экв/л) и очень жесткую (больше 12 мг-экв/л).

Анализ результатов исследования показал, что содержание ионов кальция и магния в питьевой воде не соответствует установленным нормам ПДК. Согласно нормативам СанПиН, общая жесткость воды в большинстве улиц г. Пинска не превышает предельно допустимой концентрации, за исключением проб воды, взятых на улицах Куликова (10,1 мг-экв/л), Центральной (8,65 мг-экв/л) и Клещева (9,5 мг-экв/л). Самой минимальной общей жесткостью характеризуется проба воды, взятая на улице Шапошникова, – 0,45 мг-экв/л. Это связано с наличием фильтра, установленного в водопроводную систему крана, вследствие чего снижается количество содержания в питьевой воде ионов кальция и магния.

**Заключение.** Анализ данных, полученных в результате исследования, позволяет сделать следующие выводы.

1. Общая жесткость питьевой воды находится в пределах допустимых концентраций.

2. Количество содержания ионов кальция и магния в исследованных пробах питьевой воды ниже предельно допустимых концентраций.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаева, В. А. Изучение сезонных изменений жесткости и щелочности питьевой воды / А. А. Ермолаева // Вода и экология: проблемы и решения. – 2019. – № 1 (77). – С. 44–53.

2. Егорова, Л. С. Тест-метод определения общей жесткости воды / Л. С. Егорова, М. И. Минин, А. Г. Алиева. – М., 2002.

**К содержанию**

УДК 574.24

**А. В. МЕЛЮХ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТА С КИСЛОТАМИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГОРОХА ПОСЕВНОГО К ИОНАМ СВИНЦА**

**Актуальность.** Горох – одна из самых распространенных зернобобовых культур, возделываемых в мире. Широкое распространение данной культуры обусловлено сбалансированностью его аминокислотного состава, хорошими вкусовыми качествами и усвояемостью. За последние годы сильно возросло его кормовое значение в виде зернофуража, зеленого корма, силоса, сена, сенажа. Но краткий анализ ситуации с возделыванием гороха в Республике Беларусь за последние годы показывает, что его посевные площади с каждым годом сокращаются [1]. В связи с этим возникла необходимость в поиске средств, которые позволили бы повысить урожайность и продуктивность культуры гороха к стресс-факторам. Одним из вариантов решения данной проблемы стало применение регуляторов роста растений на основе фитогормонов. К числу таких веществ относятся брассиностероиды. Брассиностероиды представляют собой особый класс растительных фитогормонов, встречающихся в растениях повсеместно. Предполагается, что регулярное использование брассиностероидов в сельском хозяйстве будет эффективно способствовать увеличению поставок продовольствия. Это связано с одним из характерных физиологических свойств вышеупомянутых растительных гормонов. При экзогенном применении брассиностероиды способны стимулировать рост и развитие растений.

**Цель** – оценка влияния 24-эпикастастерона (ЭК) и его конъюгата 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) на морфометрические параметры роста гороха посевного сорта Саламанка к ионам свинца в условиях лабораторного эксперимента.

**Материалы и методы.** Работа выполнена в рамках НИР «Оценка влияния природных брассиностероидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений» подпрограммы «Химические основы процессов жизнедеятельности» (Биооргхимия) ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» на 2021–2025 гг. (№ ГР 20211450 от 20.05.2021).

Исследование проводилось в лабораторных условиях на базе кафедры химии БрГУ имени А. С. Пушкина. Объекты исследования – растворы: ЭК с концентрацией  $10^{-9}$  М;  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  с концентрацией  $10^{-4}$  М; S23 с концентрацией  $10^{-11}$  М. Тест-объект – горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорта Саламанка. Контроль – дистиллированная вода. Повторность трехкратная [2]. Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием программы MSExcel2013. Критерии биологической активности – средняя длина и масса корней, средняя длина и масса побегов использованных вариантов опыта (на 10-е сутки, ГОСТ 12038-84).

**Результаты исследований.** Проведенные исследования показали, что ионы свинца в концентрации  $10^{-4}$  М приводили к уменьшению длины корня на 27,8 % и массы корня на 11 % по сравнению с контрольными растениями (таблица) и побега на 2,2 % и 9,3 % соответственно. Наибольшее увеличение длины корней гороха посевного наблюдается при воздействии ЭК в концентрации  $10^{-9}$  М. Так, длина корня увеличивалась на 38,8 %, побега – на 35,8 % по сравнению с контролем, соответственно увеличивались и их массы (на 91,9 % и 29,4 % соответственно). Воздействие S23 в концентрации  $10^{-11}$  М также вызывает незначительное увеличение длины корня гороха, что составляет 14,8 %, и длины побега – 18,4 % – по сравнению с контролем и значительное увеличение массы корня на 75 %, но при этом масса побега увеличилась только на 2,4 %.

Таблица – Влияние ЭК и его конъюгата S23 на морфометрические параметры гороха посевного сорта Саламанка при воздействии ионов свинца

| Вариант опыта  | Корень      |              | Побег       |              |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|
|  | Длина, мм   | Масса, г     | Длина, мм   | Масса, г     |
| Контроль   | 66,6 ± 2,19 | 0,12 ± 0,006 | 58,6 ± 2,38 | 0,17 ± 0,008 |
| ЭК <sup>-9</sup> М   | 88,4 ± 1,98 | 0,23 ± 0,005 | 79,6 ± 1,18 | 0,22 ± 0,005 |
| S23 <sup>-11</sup> М   | 76,4 ± 2,5  | 0,21 ± 0,013 | 69,4 ± 3,7  | 0,17 ± 0,013 |
| Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М                        | 48,1 ± 1,6  | 0,11 ± 0,006 | 57,4 ± 1,95 | 0,18 ± 0,006 |
| ЭК <sup>-9</sup> М + Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М   | 67,1 ± 3,03 | 0,18 ± 0,006 | 80,9 ± 2,13 | 0,21 ± 0,007 |
| S23 <sup>-11</sup> М + Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М | 58,3 ± 2,13 | 0,17 ± 0,004 | 74,7 ± 1,25 | 0,24 ± 0,033 |

При предварительной обработке семян ЭК в концентрации  $10^{-9}$  М и дальнейшем проращивании в среде с ионами свинца, у растений гороха посевного наблюдалось увеличение длины корня на 39,5 % и массы корня на 63,6 %, а также длины побега на 41,0 % и массы побега на 16,7 % (таблица, рисунок). При предварительном замачивании семян в растворе S 23 в концентрации  $10^{-11}$  М и дальнейшем проращивании в растворе с ионами

свинца у растений гороха посевного также наблюдалось увеличение длины корня на 21,2 % и массы корня на 54,5 % (таблица, рисунок) и побега на 30,1 % и 33,3 % соответственно.

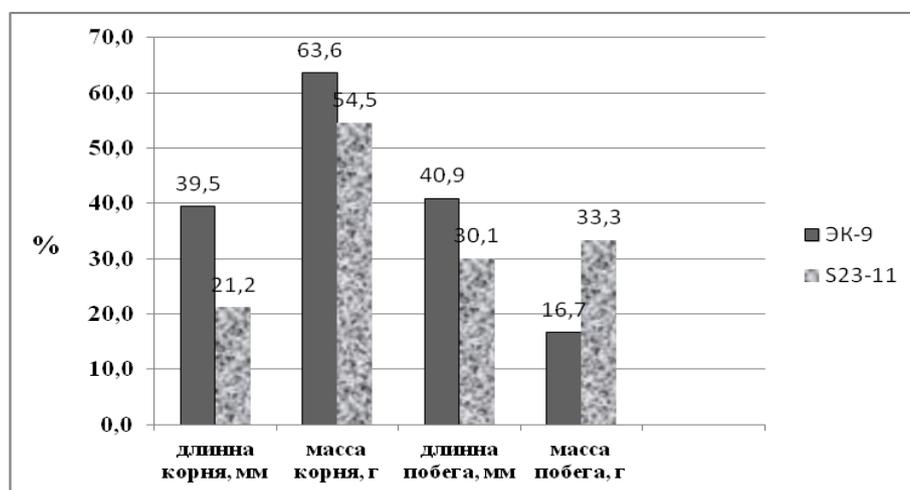


Рисунок – Влияние эпикастастерона и его конъюгата на морфометрические параметры гороха посевного, % относительно ионов свинца

Более высокий прирост по длине и массе корней и побегов отмечался при предварительном замачивании семян в растворе ЭК в концентрации  $10^{-9}$  М и дальнейшем проращивании в среде с ионами свинца.

**Заключение.** Таким образом, по результатам лабораторного опыта можно сделать вывод, что использование конъюгатов природных брассиностероидов с кислотами в оптимальных концентрациях позволяет повысить устойчивость гороха посевного сорта Саламанка к действию ионов свинца. Наиболее индикативным параметром, в связи с отзывчивостью на действие исследуемых веществ, при изучении воздействия эпикастастерона и его конъюгатов в лабораторных условиях является длина корня и соответственно его масса.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кукреш, Л. В. Горох (биология, агротехника, использование) / Л. В. Кукреш, Н. П. Лукашевич. – Минск : Ураджай, 1997. – 159 с.
2. Корзюк, О. В. Влияние конъюгатов природных брассиностероидов с кислотами на морфометрические параметры гороха посевного / О. В. Корзюк // Менделеевские чтения – 2022 : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию с междунар. участием, Брест, 25 февр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур, Е. Г. Артемук (отв. ред.), Н. С. Ступень. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 65–70.

[К содержанию](#)

УДК 54:504+678.742.21+771.523.4

**Д. И. МИСЮЛЯ**

Брест, средняя школа № 24 г. Бреста

## **ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

**Актуальность.** Растущие объемы полимерных отходов диктуют необходимость их переработки. Один из распространенных способов утилизации – термическая деструкция полимеров.

**Цель работы** – оценить фитотоксичность продуктов, образовавшихся при окислительной термической деструкции 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>). 40 см<sup>3</sup> полученного после окислительной термической деструкции раствора обрабатывали по 5 семян фасоли в каждой чашке Петри (всего на каждый вариант – 50 семян). Контроль – 40 см<sup>3</sup> водопроводной воды. Орошение 30 см<sup>3</sup> водопроводной воды проводили по мере необходимости. Продолжительность наблюдения за семенами – 18 суток. Адсорбцию проводили на активированном угле (500 мг на 250 см<sup>3</sup> раствора). Статистическая достоверность оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследований.** Полученные при пропускании газов (образовавшихся при термической деструкции полимеров) растворы визуально отличались друг от друга. В случае ПЭТ раствор имел нерастворимые в воде твердые новообразования, плотность которых была меньше воды (< 1 г/см<sup>3</sup>). В случае же раствора, полученного после термической деструкции ПНД, он имел лишь небольшое кольцо воскоподобных веществ выше уровня воды на стенках колбы. Также для оценки возможности очистки растворов был опробован подход, основанный на адсорбции загрязнителей на активированном угле.

При измерении электропроводности раствора газов от ПЭТ непосредственно после термической деструкции и после адсорбции было установлено, что в последнем случае показатель электропроводности достоверно снизился (таблица 1). Это может свидетельствовать о том, что часть веществ, образовавшихся при термической деструкции, была адсорбирована активированным углем.

Таблица 1 – Показатель электропроводности растворов газов от ПЭТ до и после адсорбции

| До адсорбции                               |  | После адсорбции |  |
|--|--|-----------------|--|
| Измерение                                  | Электропроводность,<br>мСм/см <sup>2</sup> | Измерение       | Электропроводность,<br>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                                     |
| <i>Среднее</i>                             | 0,9303 ± 0,0008*                           | <i>Среднее</i>  | 0,8991 ± 0,0009*                           |
| Примечание – * – достоверно при p = 0,001. |  |                 |  |

На первых порах наблюдения было отчетливо заметно, что контрольная группа семян демонстрирует несколько большие темпы прорастания (рисунок). К 7-м суткам эксперимента наметились некоторые интересные тенденции: с этого момента всхожесть семян, которые были обработаны раствором после адсорбции, начала расти и даже превзошла по этому показателю контрольную группу. К 18-м суткам эксперимента всхожесть у адсорбата составляла 68 %.

В случае ПНД-группы спад показателя всхожести, начавшийся на этапе 11-х суток эксперимента, связан с увеличением числа семян, пораженных инфекцией и вследствие этого погибших. Для ПЭТ-группы был характерен самый низкий показатель всхожести: максимум 30 % на заключительном этапе наблюдения.

Тем не менее сходство показателей всхожести для ПНД- и контрольной группы позволяет выдвинуть предположение, что неполярные молекулы, не растворяясь в воде (многие из которых остались на стенках сосуда в виде кольца), медленнее поглощались клетками семян фасоли. Однако на протяжении семи суток происходило падение индекса всхожести по сравнению с контролем, а число инфицированных семян увеличивалось (плесень и другие инфекции). Это может свидетельствовать лишь о замедлении онтогенетических процессов внутри клеток фасоли.

Другой показатель, по которому проводилась оценка влияния водных растворов газов, – показатель средней длины проростков семян (таблица 2).

По параметру длины проростков в случае ПНД, наоборот, имеются достоверно различимые данные, которые свидетельствуют о меньших значениях этого параметра, чем у контрольной группы. В случае же ПЭТ данные о длине проростков согласуются с показателем всхожести: они значительно короче, чем в контрольной группе. В прочих случаях не удалось выявить достоверных различий.

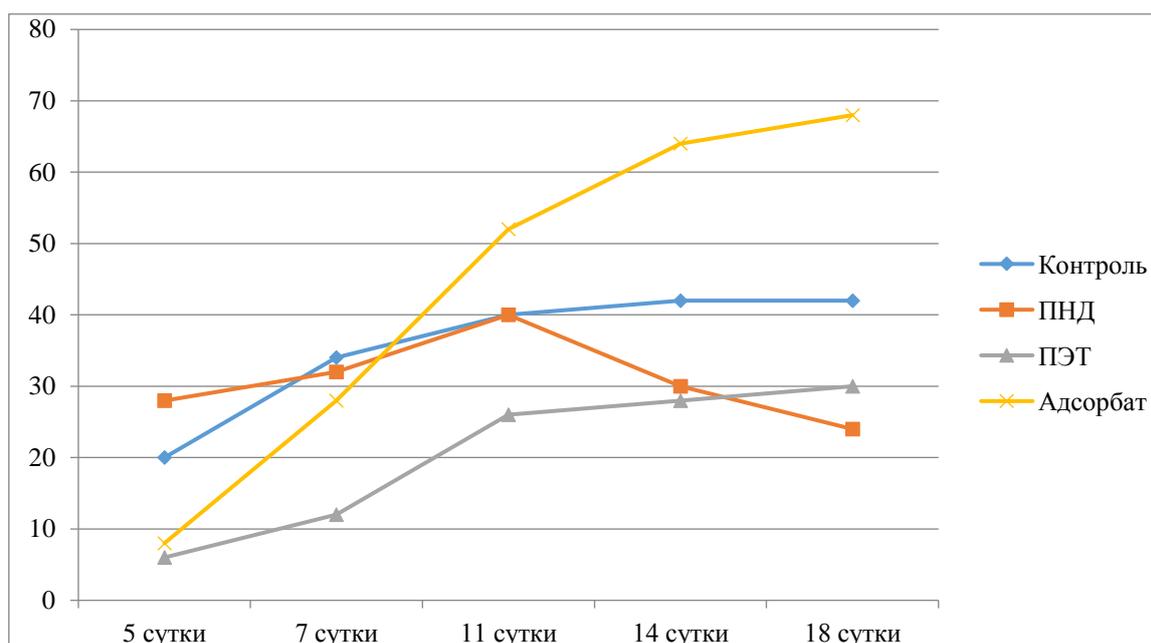


Рисунок – Показатель всхожести семян в четырех группах эксперимента

Таблица 2 – Средняя длина проростков семян фасоли на заключительной стадии эксперимента (18-е сутки)

| Средняя длина проростков семян фасоли на 18-е сутки эксперимента, см              |             |                          |                          |
|---|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Контроль  | ПНД         | ПЭТ                      | Адсорбат                 |
| 19,87 ± 5,13 <sup>*а</sup>  | 8,37 ± 4,46 | 3,51 ± 3,03 <sup>*</sup> | 5,31 ± 4,63 <sup>а</sup> |
| Примечание – * – достоверно при p = 0,01; <sup>а</sup> – достоверно при p = 0,05. |             |                          |                          |

**Закключение.** На основании вышеизложенного можно заключить следующее.

1. Продукты окислительной термической деструкции полиэтилентерефталата оказывают токсическое действие на семена фасоли, на что явно указывают и показатели всхожести семян, и средняя длина проростков.

2. Вопрос о влиянии продуктов термической деструкции ПНД на растительные объекты нуждается в более подробном изучении.

3. Очистка растворов, в которых содержались продукты термической деструкции, с помощью адсорбции на активированном угле показала, что часть загрязнителей можно удалить, используя такой подход.

**К содержанию**

УДК 581.6

## **П. О. МОСЕЙЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Ю. Ф. Рой, канд. биол. наук, доцент

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БЕЛАРУСИ РОДА *LINUM* L.**

**Актуальность.** Лен – это поистине уникальное создание природы. Лен известен человеку с глубокой древности, льняная ткань считается самой старинной. Семена льна содержат целый комплекс полезных для здоровья человека веществ.

**Цель** – изучить свойства и пользу льна, познакомиться с различными способами его применения.

**Результаты исследований.** Лен-долгунец – однолетнее растение с гладким тонким цилиндрическим стеблем высотой 70–125 см. На стебле поочередно расположены мелкие, сидячие, ланцетные, цельно, крайние листья. Растения в густом посеве одностебельные. При значительной площади питания могут развиваться боковые побеги, сильно уступающие по мощности главному. Стебель ветвится только на верхушке. В коровой паренхиме стебля расположены волокнистые пучки, состоящие из элементарных волокон, склеенных пектином [1].

Корень у льна-долгунца стержневой с густой сетью мелких ответвлений, расположенных в верхних слоях почвы [1].

Соцветие у льна промежуточное между зонтиком и кистью. Цветок пятерного типа, правильный. Чашечка имеет пять свободных чашелистиков, остающихся после созревания при плоде. Венчик свободнолепестный. Лепестки гладкие или гофрированные, голубые, но встречаются фиолетовые, розовые и белые. Тычинок пять. Пестик состоит из пятигнездной завязи с пятью столбиками и продолговато-линейными рыльцами. Плод – округлая коробочка, заостренная в верхней части, с десятью плоскими семенами яйцевидной формы. Семена могут иметь разнообразную окраску (коричневую, желто-коричневую, желтую и т. д.) [1].

Лен-долгунец влаголюбив. При засухе резко снижаются высота растений и выход волокна. Последнее связано с усиленным развитием ксилемы. Снижается также качество волокна. Тем не менее можно говорить об известных сортовых различиях в этом отношении. Не имея мощной корневой системы, лен особенно требователен к доступным формам элементов почвенного питания [2].

Лен довольно хорошо переносит кратковременные весенние заморозки. При этом всходы более чувствительны, чем растения несколько

более позднего возраста. В ранние фазы развития они выдерживают заморозки до  $-3^{\circ}\text{C}$ . Лен лучше развивается при умеренных температурах, чем в жаркую погоду. Выход волокна и его качество при этих условиях также повышаются. Лен-долгунец очень сильно полегает. Полегшие растения хуже развиваются и не поддаются механизированной уборке. Количество и качество волокна снижаются [2].

Волокна льна-долгунца захватывают разнообразные ткани – от грубых мешочных, технических, упаковочных до тонких батистов и кружев. Из волокна льна изготавливают брезенты, приводные ремни, шланги и др. Льняная пряжа крепче хлопчатобумажной и шерстяной. Льняные ткани (полотно, парусина, скатерти) отличаются большой прочностью.

Короткое льняное волокно – отходы (кудель, пакля) используют как обтирочный, упаковочный материал, льняную костру – для производства бумаги, изоляционных материалов. Льняные семена используют в медицине, ветеринарии. Льняной жмых – высококонцентрированный корм для животных, особенно для молодняка [2].

Семена масличных сортов содержат 35–45 % масла, которое применяют в пищевой, мыловаренной, лакокрасочной и других отраслях промышленности. Культура льна на волокно распространена в Нидерландах, Бельгии, Франции, Англии, Германии, Чехословакии и др. В нашей стране лен был известен еще в древности. В настоящее время по производству льняного волокна наша страна занимает первое место в мировом земледелии. Средний урожай льноволокна в стране 0,44 т/га. Лен-долгунец во многих хозяйствах является одной из экономически выгодных, высокопродуктивных культур.

Лен обладает антисептическим действием, полезен для кожи. Это свойство льна обнаружили еще целители далекого прошлого. Авиценна, например, широко применял лен и льняное масло для лечения больных. Сегодня ценность льна для здоровья доказана многочисленными медицинскими исследованиями. Люди, которые регулярно носят льняную одежду, не подвержены кожным заболеваниям и аллергии. Льняная ткань не подвержена атакам болезнетворных микробов и грибков. Лен содержит природные соединения фенолов, которые, в отличие от искусственных, опасны только для бактерий. Благодаря этому свойству льна, одежду из него рекомендуют носить тем, у кого имеются проблемы с кожей, из льняного волокна делают антисептические повязки и бинты [3].

Лен используют в медицине. Лен обыкновенный является лекарственным растением и с давних пор применяется в народной и традиционной медицине. Семена льна обладают высокой пищевой ценностью и богаты целебными веществами. Ежедневное употребление в пищу способствует сохранению молодости, замедляет процессы старения, защищает организм

от ряда заболеваний. Лен обладает антибактериальными, противовирусными, противогрибковыми, противовоспалительными, обволакивающими и слабительными свойствами. Из семян для лечения различных заболеваний готовят настои и отвары, кисели, муку, масло и настойку. Лен традиционно использовался на территории Беларуси в качестве утепления деревянных домов, материалом служила льняная пакля. Использование льняной костры также приобретает популярность и находит новые сферы применения, например плиты для мебельной и строительной промышленности. Лен используют для отделки автомобильных салонов [4].

**Заключение.** Ежедневное употребление семян поможет восстановить все потери полезных веществ для полноценной работы организма. Семена льна содержат большое количество клетчатки, которая выводит из организма токсины и шлаки. Одежда из льняных тканей обладает уникальными гигиеническими свойствами. Сегодня его используют в различных сферах жизни и деятельности человека.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шостаковский, С. А. Систематика высших растений / С. А. Шостаковский. – М. : Высш. шк., 1971. – 352 с.
2. Еленевский, А. Г. Ботаника: Систематика высших, или наземных, растений : учеб. для студентов высш. пед. учеб. заведений / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. – 3-е изд. – М. : Академия, 2004. – 432 с.
3. Лен: особенности растения, достоинства и применение ткани [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vce-tkani.ru/stati/len-osobenno-sti-rasteniya-dostoinstva-i-primeneniye-tkani?ysclid=la2cxm16tk268018815>. – Дата доступа: 03.11.2022.
4. Белорусский лен: традиции и современность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skarbnica.by/белорусский-лён>. – Дата доступа: 03.11.2022.

**К содержанию**

УДК 58.085

**А. А. МУХИНА**

Минск, БГУ

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

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КУЛЬТУРЫ  
МИКРОПОБЕГОВ РОЗМАРИНА ЛЕКАРСТВЕННОГО  
(*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.)**

**Актуальность.** Технологии, основанные на культивировании тканей и микроклональном размножении, активно используются в практике и становятся все более актуальными. Данные методы дают возможность: 1) освободить растения от вирусов за счет использования меристемной культуры; 2) получать генетически однородный посадочный материал с высоким коэффициентом размножения; 3) ускорять переход растений от ювенильной к репродуктивной фазе развития, таким образом сокращая продолжительность селекционного процесса; 4) размножать растения, которые трудно размножаются традиционными способами; 5) экономить площади, необходимые для выращивания посадочного материала, благодаря возможности проводить работы в течение всего года.

Разработка техник микроклонального размножения особенно применима для растений, имеющих практический интерес. Среди них значительное место занимают пряно-ароматические и лекарственные растения. Розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis* L.) относится к самым известным культивируемым растениям. Эфирное масло розмарина и лекарственные препараты на его основе проявляют явные противовоспалительные, антибактериальные, противогрибковые, цитостатические и антиоксидантные свойства [2].

Культура микропобегов – важный объект биотехнологии растений, основа для разработки подходов к микроклональному размножению. Она также является источником ценных биологически активных веществ благодаря генетической стабильности и способом длительного поддержания каллусных культур [1].

**Цель** – охарактеризовать морфологические особенности культуры микропобегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.).

**Материалы и методы.** Объектом изучения служила культура микропобегов розмарина лекарственного. Культуру выращивали на питательной среде, минеральной основой которой служила половинная среда Мурасиге и Скуга [3]. Среду дополняли 5 мг/л цитокинином 6-бензиламинопурином (6-БАП) и 30,0 г/л сахарозы. Уплотнитель – агар-агар в концентрации 8 г/л.

Морфологическое состояние микропобегов оценивали посредством визуального наблюдения с использованием микроскопа. Небольшой фрагмент каллусной ткани с микропобегами помещали на предметное стекло и рассматривали под микроскопом. Затем аккуратно разделяли ткани и изучали отдельные побеги.

**Результаты исследований.** Микропобеги имели различную высоту, степень сформированности листьев и стеблей, стадии развития. Но все они в основании имели каллусную ткань, корневая система полностью отсутствовала (рисунок 1).

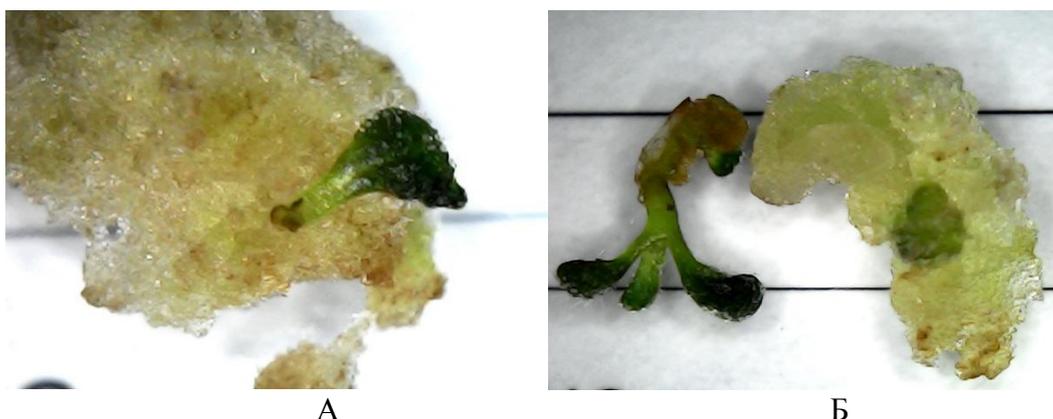


Рисунок 1 – Формирование микропобегов из каллусной ткани: А – побег с одним листом на начальном этапе развития; Б – развивающийся побег с тремя листьями (слева) и скопление светлой каллусной ткани с зелеными участками (справа). Верхняя линия на фоне соответствует 0,05 мм, нижняя – 0,03 мм

Были рассмотрены под микроскопом отдельные микропобеги (рисунок 2). Листовые пластинки у них небольшие, толстые, закругленные по краям, темно-зеленого цвета. На их поверхности удалось обнаружить большое количество трихом и железок, выделяющих беловатую жидкость (рисунок 3).



Рисунок 2 – Сформированные микропобеги культуры розмарина лекарственного

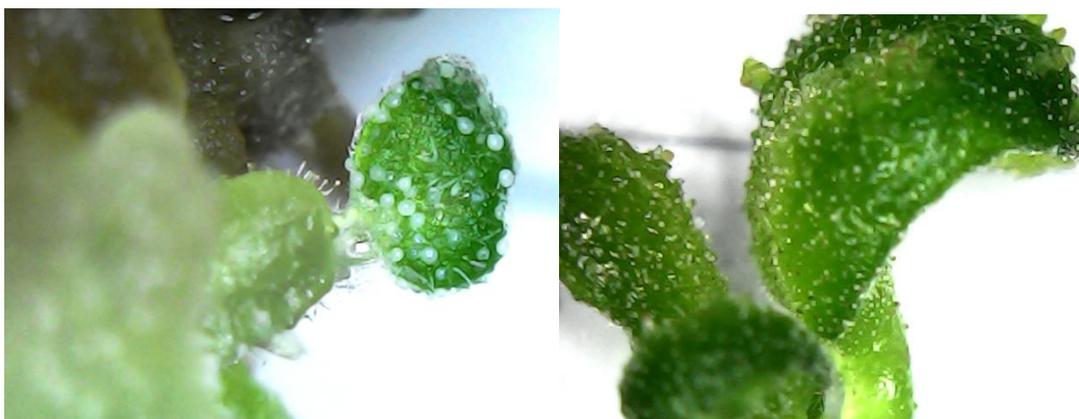


Рисунок 3 – Трихомы и железки на поверхности листьев микропобегов розмарина лекарственного

**Заключение.** Проведена морфологическая оценка микропобегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логвина, А. О. 6-БАП-индуцированная культура микропобегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) / А. О. Логвина // European research forum : сб. ст. V Междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 22 нояб. 2021 г. – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2021. – С. 127–132.
2. Никитина, А. С. Элементный состав побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.), интродуцированного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института / А. С. Никитина, З. М. Тохсырова, О. И. Попова // Фармация и фармакология. – 2017. – Т. 5, № 6. – С. 581–588.
3. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1968. – Vol. 15, iss. 13. – P. 473–497.

**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 КАРПОВЫХ РЫБ – ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS* (LINNAEUS, 1758) И ГУСТЕРЫ *Blicca bjoerkna* (LINNAEUS, 1758) – В Р. ДНЕПР (В ПРЕДЕЛАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Актуальность.** Плотва и густера относятся к семейству Карповые *Cyprinidae* и являются одними из наиболее массовых видов рыб водоемов Европы [1–3]. Согласно данным П. И. Жукова и Л. С. Берга, плотва обыкновенная широко распространена в пресных водах Европы к востоку от Пиренеев и к северу от Альп, в бассейне Дуная и повсеместна в Восточной Европе. Типичная плотва встречается в бассейне верхней Волги [1; 2]. По данным швейцарского ихтиолога М. Коттела [3], плотва живет до 13 лет. Питается в основном бентосными беспозвоночными, зоопланктоном, растительным материалом и детритом [3].

Густера распространена в Европе к востоку от Пиренеев и к югу от Альп. Встречается в Восточной Англии, на юге Швеции и в Финляндии; в бассейне Балтийского моря – повсеместно до Финского залива и озер Ладожского и Онежского; в бассейне Черного моря – от Дуная до Кубани. Имеется в реках Кавказа, в бассейне Волги, Урала, Эмбы, Терека, Кумы. В бассейне Северного Ледовитого океана и в Средней Азии отсутствует [1; 2]. Живет более 10 лет. Питается донными беспозвоночными [3].

Густера образует помеси с плотвой, красноперкой, уклейкой, лещом, рыбцом [1; 2]. Так, нами [4] в нижнем течении р. Припяти (в пределах Беларуси) в сентябре 2021 г. обнаружен природный гибрид красноперки *Scardinius erythrophthalmus* (L.) и густеры *Blicca bjoerkna* (L.) со следующими меристическими признаками: D III 8; A III 17; l.l. – 42; число чешуй над l.l. – 9; число чешуй под l.l. – 5, жаберных тычинок на первой жаберной дужке – 12. Формула глоточных зубов – 3.5–5.3. Гибрид имел сходство с красноперкой в строении глоточных зубов и по количеству жаберных тычинок. По количеству чешуй в боковой линии, количеству ветвистых лучей в анальном плавнике занимал промежуточное положение по сравнению с родительскими видами [4].

Исследования морфометрических особенностей плотвы и густеры в р. Днепр (в пределах Гомельской области) проведены более 60 лет назад [1]. За этот период времени в р. Днепр произошли температурные

и гидрологические изменения, усилилась антропогенная нагрузка на водоемы, в том числе со стороны рыболовов-любителей. В этой связи исследование меристических признаков плотвы и густеры в р. Днепр в изменившихся условиях существования имеет не только теоретический, но и практический интерес.

**Цель** – определение меристических признаков плотвы *Rutilus rutilus* и густеры *Blicca bjoerkna* в р. Днепр (в пределах Гомельской области).

**Материалы и методы.** Отловы особей плотвы проведены в июле-августе 2022 г. в р. Днепр (в пределах Гомельской области), отловы густеры – в сентябре 2021 г. Всего было отловлено 26 особей плотвы и 24 особи густеры. Определение меристических признаков проведено по общепринятым в ихтиологии методикам [5]. Статистическая обработка собранных данных осуществлялась по стандартной методике в программе Microsoft Excel 2019.

**Результаты исследований.** По данным Л. С. Берга [2], меристические признаки для плотвы – D III 9–11 (наичаще 10), A III 10–11 (наичаще 10), боковая линия  $41\frac{7-8}{3-4}46$  (47) (48) (наичаще 44–45); для густеры – D III 8 (9), A III 19–23 (наичаще 21–22), боковая линия  $43\frac{9-10}{4-6}51$  (наичаще 45–48) [2].

По данным М. Коттела [3], для плотвы характерны следующие меристические признаки: число чешуй в боковой линии 39–41 + 2–3 (всего 41–44), количество ветвистых лучей в D  $10\frac{1}{2}$ , количество ветвистых лучей в A  $10\frac{1}{2}$ ; для густеры – число чешуй в боковой линии 43–46 + 2–3, количество ветвистых лучей в A 19–23 [3].

Наши данные по меристическим признакам плотвы *Rutilus rutilus* и густеры *Blicca bjoerkna* представлены в таблице.

Таблица – Меристические признаки плотвы обыкновенной *Rutilus rutilus* и густеры *Blicca bjoerkna* в р. Днепр (в пределах Гомельской области)

| Плотва <i>Rutilus rutilus</i> , Linnaeus, 1758 |   |         |             |     |       |   |              |              |
|--|---|---------|-------------|-----|-------|---|--------------|--------------|
| Признак  | Данные авторов, р. Днепр, июль-август 2022 г. |         |             |     |       | Данные П. И. Жукова, бассейн Днепра [1] |              |              |
|  | n   | min-max | M ± m       | σ   | Cv, % | n                                       | min-max      | M ± m        |
| Меристические признаки                         |   |         |             |     |       |   |              |              |
| Количество ветвистых лучей в D                 | 26  | 10–11   | 10,85 ± 0,1 | 0,4 | 3,7   | 317                                     | 8–11         | 9,92 ± 0,03  |
| Количество ветвистых лучей в A                 | 26  | 9–12    | 10,85 ± 0,1 | 0,6 | 5,5   | 315                                     | 8–12<br>(13) | 10,45 ± 0,06 |
| Количество ветвистых лучей в P                 | 26  | 12–15   | 13,46 ± 0,2 | 1,0 | 7,4   | 96                                      | 12–16        | 15,12 ± 0,09 |
| Количество ветвистых лучей в V                 | 26  | 8–9     | 8,69 ± 0,1  | 0,5 | 5,8   | 96                                      | 7–9          | 8,01 ± 0,02  |

## Продолжение таблицы

|   |   |             |             |     |          |  |               |              |
|---|---|-------------|-------------|-----|----------|--|---------------|--------------|
| Число чешуй<br>в боковой линии                        | 26  | 7–10        | 7,65 ± 0,1  | 0,7 | 9,2      | –  | 7–10          | –            |
|   | 26  | 39–45       | 42,08 ± 0,3 | 1,5 | 3,6      | 307  | 39–48         | 42,45 ± 0,09 |
|   | 26  | 3–4         | 3,46 ± 0,1  | 0,5 | 14,5     | –  | 3–4           | –            |
| <b>Густера <i>Blicca bjoerkna</i>, Linnaeus, 1758</b> |   |             |             |     |          |  |               |              |
| Признак   | Данные авторов, р. Днепр,<br>сентябрь 2021 г. |             |             |     |          | Данные П. И. Жукова,<br>бассейн Днепра [1] |               |              |
|   | n   | min-<br>max | M ± m       | σ   | Cv,<br>% | n  | min-<br>max   | M ± m        |
| Меристические признаки                                |   |             |             |     |          |  |               |              |
| Количество ветви-<br>стых лучей в D                   | 24  | 8–9         | 9,0 ± 0,04  | 0,2 | 2,2      | 129  | (7)<br>8–9    | 8,51 ± 0,05  |
| Количество ветви-<br>стых лучей в A                   | 24  | 19–24       | 21,5 ± 0,3  | 1,3 | 6,0      | 129  | 19–24<br>(25) | 21,99 ± 0,09 |
| Число чешуй<br>в боковой линии                        | 24  | 9–10        | 9,7 ± 0,1   | 0,5 | 5,1      | –  | 9–10          | –            |
|   |   | 43–50       | 46,4 ± 0,4  | 2,0 | 4,3      | 126  | 43–51         | 46,67 ± 0,18 |
|   |   | 6–8         | 7,0 ± 1,0   | 0,5 | 7,1      | –  | 5–6           | –            |

Из таблицы следует, что меристические признаки для плотвы и густеры, обитающих в р. Днепр (в пределах Гомельской области), не изменились и в целом соответствуют данным П. И. Жукова и Л. С. Берга [1; 2].

**Заключение.** Плотва обыкновенная в р. Днепр (в пределах Гомельской области) характеризуется следующими меристическими признаками: количество ветвистых лучей в D 10–11 (в среднем 10,85 ± 0,1), в A 9–12 (в среднем 10,85 ± 0,1), в P 12–15 (в среднем 13,46 ± 0,2), в V 8–9 (в среднем 8,69 ± 0,1); боковая линия  $39\frac{7-10}{3-4}45$  (в среднем 42,08 ± 0,3).

В основном меристические признаки плотвы, обитающей в р. Днепр, соответствуют данным, установленным П. И. Жуковым [1].

Густера в р. Днепр (в пределах Гомельской области) характеризуется следующими меристическими признаками: количество ветвистых лучей в D 8–9 (в среднем 9,0 ± 0,04), в A 19–24 (в среднем 21,5 ± 0,3); боковая линия  $43\frac{9-10}{6-8}50$  (в среднем 46,4 ± 0,4).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.
2. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2 / Л. С. Берг. – 4-е изд., испр. и доп. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1949. – С. 592–928.
3. Kottelat, M. Handbook of European Freshwater Fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. – Berlin, 2007. – 646 p.

4. Лебедев, Н. А. Случай естественной гибридизации красноперки *Scardinius erythrophthalmus* (L.) и густеры *Blicca bjoerkna* (L.) в нижнем течении р. Припять (в пределах Беларуси) / Н. А. Лебедев, Н. С. Науменко // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды [Электронный ресурс] : VI Междунар. науч.-практ. конф., Гомель 2–4 июня 2022 г. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – С. 162–166. – Электрон. текст. дан. (объем 8,23 Мб).

5. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.

### **К содержанию**

УДК 574.4; 631.45; 632.8

**В. С. НЕСТЕРУК, О. Н. ФРАНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СМЕСЕЙ ДРЕВЕСНОЙ ЗОЛЫ И ТОРФА НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФЕСТУЛОЛИУМА**

**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 [1].

Функциональное значение торфа очень обширно, и прежде всего в сельском хозяйстве в качестве гумуса и органического удобрения.

**Цель** – оценить влияние смесей золы и торфа на морфологические параметры фестулолиума.

**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 (таблица).

Таблица – Состав почвенных смесей и кодировка

| № п/п | Код     | Состав смеси              |
|-------|---------|---------------------------|
| 1     | К       | Контроль                  |
| 2     | T10     | Торф (10 %)               |
| 3     | З       | Зола (10 %)               |
| 4     | З + T10 | Зола (10 %) и торф (10 %) |
| 5     | З + T20 | Зола (10 %) и торф (20 %) |

В качестве добавок использовался торф (10 и 20 % по массе – T10 и T20 соответственно). В качестве тест-объекта была выбрана культура *Festulolium* Asch. & Graebn. Вегетативный опыт был осуществлен в лаборатории Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина.

Для проведения анализа по 25 семян высевали в каждый горшок в четырехкратной повторности. Затем горшки помещали в климатизированное помещение Зимнего сада Центра экологии со следующими условиями: световой режим – 14 ч, освещение –  $150 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , температура 25 °С (день) / 22 °С (ночь), относительная влажность – 65 % [2]. Горшки были расставлены в случайном порядке и поливались водопроводной водой. Растения были собраны через три недели на стадии двух-трех настоящих листьев. Побеги и корни каждого растения были промыты, взвешены и измерены.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel. Степень достоверности определяли с помощью t-критерия Стьюдента (\* – достоверно при  $P \leq 0,05$ ).

**Результаты исследований.** Анализ длины побегов и корней фестулолиума (рисунок 1) показал прирост длины побега и достоверное увеличение длины корня (30 % и 84 % соответственно) при добавлении торфа.

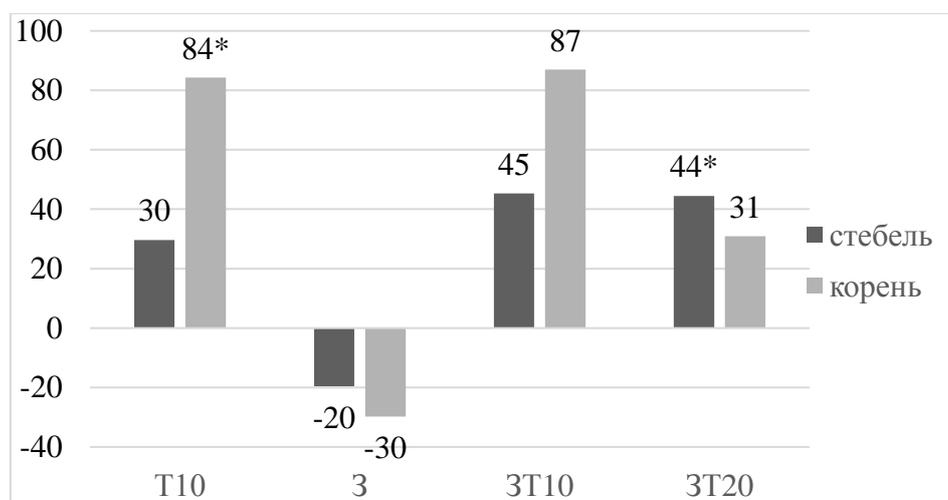


Рисунок 1 – Оценка влияния почвенных добавок на длины надземных и подземных органов фестулолиума (в % к контролю) (коды вариантов опыта приводятся в таблице)

При добавлении золы наблюдается уменьшение длины побега и корня (на 20 % и 30 % соответственно). Совместное добавление золы и торфа в варианте ЗТ10 показало наилучшие результаты по увеличению длины побега и корня, увеличив данные показатели на 45 % и 87 % соответственно, однако увеличение содержания торфа до 20 % в варианте ЗТ20 ухудшило увеличение длины корня до 31 %, не повлияв значительно на увеличение длины побега по отношению к ЗТ10, показав достоверное увеличение на 44 %.

Анализ массы побегов и корней фестулолиума (рисунок 2) показал, что совместное применение золы и торфа значительно улучшает рост, причем повышение концентрации торфа нецелесообразно. Внесение только золы ведет к снижению массы побега и корня на 48 % и 38 % соответственно, применение только торфа ведет к повышению массы вегетативных органов (49 % и 15 % соответственно).

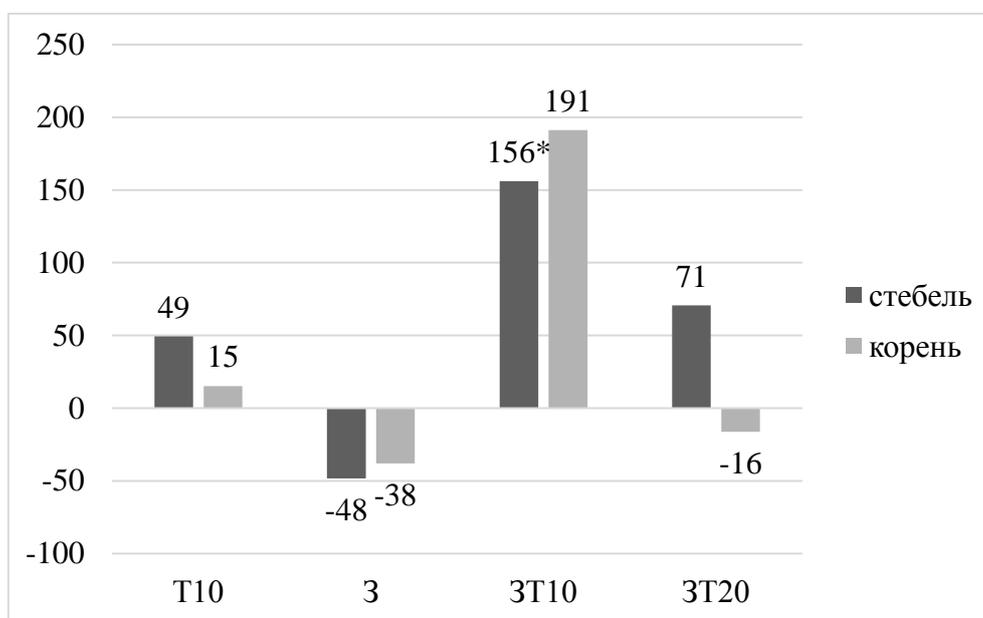


Рисунок 2 – Оценка влияния почвенных добавок на массы надземных и подземных органов фестулолиума (в % к контролю) (коды вариантов опыта в таблице)

**Заключение.** Анализ морфологических параметров показал, что совместное внесение золы (10 %) и торфа (10 %) имеет положительный эффект на морфологические параметры фестулолиума. Увеличение содержания торфа до 20 % в смеси является биологически и экономически нецелесообразным.

#### 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. 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 595.763.79/574.34

**В. Д. ОКОТЧИК**

Минск, БГУ

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

## **СООТНОШЕНИЕ ВИДОВ В СТРУКТУРЕ СООБЩЕСТВ КОКЦИНЕЛЛИД В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. БАРАНОВИЧИ**

**Актуальность.** Божьи коровки (Coccinellidae) имеют важное значение в лесном и сельском хозяйстве, так как большинство из них являются эффективными энтомофагами. Они способны снижать численность многих вредителей декоративных и сельскохозяйственных культур, таких как тли, листоблошки, трипсы, червецы и щитовки, клещи [1].

В последние десятилетия фауна Беларуси пополнилась большим числом чужеродных видов наземных беспозвоночных животных [2], в том числе азиатской изменчивой коровкой (*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)) – инвайдером восточноазиатского происхождения, принадлежащим к числу 100 наиболее опасных инвазивных видов Европы [3]. Распространение данного высоко адаптивного вида кокцинеллид обуславливает ряд негативных последствий. В первую очередь это связано со снижением биологического разнообразия местной фауны насекомых. Обладая экологической пластичностью, высокой плодовитостью и прожорливостью, *H. axyridis* может вытеснять аборигенные виды коровок в результате эксплуативной конкуренции и каннибализма [4; 5].

**Цель** – изучение соотношения видов в структуре сообществ кокцинеллид в условиях зеленых насаждений г. Барановичи.

**Материалы и методы.** Сбор кокцинеллид осуществлялся преимущественно с липы сердцелистной (*Tilia cordata*), а также алычи (*Prunus cerasifera*) в центральной части г. Барановичи со следующих участков: 1 – старый городской парк (ул. Комсомольская) 22.07.2021, 10.07.2022; 2 – ул. Ленина, окрестности кинотеатра «Октябрь» 22.07.2021; 3 – вдоль автомобильной трассы по ул. Комсомольской, д. 14, 16, 20, 10.07.2022.

Проводился учет имаго, личинок и куколок кокцинелл. Для идентификации видовой принадлежности применялись определительные таблицы [6; 7].

**Результаты исследований.** В результате проведенных учетов в зеленых насаждениях центральной части г. Барановичи в 2021 г. всего было зарегистрировано семь, а в 2022 г. – шесть видов кокцинелл (таблица). Наибольшее видовое разнообразие было характерно для старого городского парка, всего по три вида было отмечено на липах по ул. Ленина и ул. Комсомольской.

Таблица – Соотношение видов кокцинелл в зеленых насаждениях г. Барановичи

| Виды  | Доля от общего объема выборки, % (экз.) |               |               |                |
|---|---|---------------|---------------|----------------|
|   | 1 (2021)                                | 1 (2022)      | 2 (2021)      | 3 (2022)       |
| <i>Harmonia axyridis</i>                      | 86,67<br>(104)                          | 75,00<br>(72) | 86,00<br>(43) | 89,33<br>(159) |
| <i>Adalia bipunctata</i>                      | 0,83<br>(1)                             | 7,29<br>(7)   | 12,00<br>(6)  | 10,11<br>(18)  |
| <i>Adalia decempunctata</i>                   | 0,83<br>(1)                             | 3,12<br>(3)   | 0             | 0              |
| <i>Adalia</i> sp. (личинки младшего возраста) | 0                                       | 3,12<br>(3)   | 0             | 0              |
| <i>Oenopia conglobata</i>                     | 0                                       | 0             | 2,00<br>(1)   | 0,56<br>(1)    |
| <i>Calvia decemguttata</i>                    | 7,50<br>(9)                             | 10,42<br>(10) | 0             | 0              |
| <i>Propylea quatuordecimpunctata</i>          | 1,67<br>(2)                             | 1,05<br>(1)   | 0             | 0              |
| <i>Calvia quatuordecimguttata</i>             | 2,50<br>(3)                             | 0             | 0             | 0              |
| Всего, экз.                                   | 120                                     | 96            | 50            | 178            |

Как видно из таблицы, *H. axyridis* и *A. bipunctata* присутствовали во всех выборках. Доминирующим видом на всех участках была азиатская коровка, ее доля варьировала от 75 до 89,33 %. Второе место по доле в сборах занимали: в старом парке – *C. decemguttata*, на остальных участках – двуточечная коровка. Только в парке были зарегистрированы *C. decemguttata*, *C. quatuordecimguttata* и *P. quatuordecimpunctata*, однако в отличие от сквера возле кинотеатра и ул. Комсомольской здесь отсутствовала *O. conglobata*.

Анализ межгодовой динамики соотношения кокцинелл в старом городском парке позволил выявить снижение доли *H. axyridis*. При этом увеличилась более чем в семь раз доля *A. bipunctata* (таблица). По всей видимости, это объясняется различием в погодных условиях лета 2021

и 2022 гг., что могло повлиять на сроки и скорость развития этих видов, а также на плотность агрегаций липовой тли [8]. Поскольку азиатская коровка является прожорливым хищником, при снижении численности жертв имаго перелетают на другие виды растений с высокой численностью добычи [9]. Большая доля *H. axyridis* в сборах с участка № 3 по ул. Комсомольской по сравнению со старым парком (сборы 2022 г.), который расположен приблизительно в 500 м, вероятно, связана с различиями в температурных условиях. У коровок, живущих на липах в окружении нагретых солнцем домов и автодороги, пики сезонной численности, вероятно, происходят раньше, чем в затененном парке со старыми деревьями [9].

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных исследований установлено доминирование *H. axyridis* в сообществах кокцинеллид, населяющих древесные насаждения в центральной части г. Барановичи. Обнаруженные различия в доле азиатских коровок, учтенных на липах вдоль автотрассы по ул. Комсомольской и в старом парке, вероятно, связаны с особенностями мезоклимата данных участков.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hodek, I. Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae) / I. Hodek, H. F. van Emden, A. Honěk. – Chichester, West Sussex; Hoboken, NJ : Wiley-Blackwell, 2012. – 561 p.
2. Буга, С. В. Проблема инвазий беспозвоночных-фитофагов – вредителей растений в Беларуси: современное состояние и перспективы исследований / С. В. Буга, Ж. Е. Мелешко // Актуальные проблемы биоэкологии : материалы междунар. науч. конф., Минск, 23–25 окт. 2014 г. – БГУ, 2014. – С. 30–32.
3. Handbook of alien species in Europe: Invading nature: Springer series in invasion ecology / eds. P. E. Hulme & DAISIE. – Dordrecht, Netherlands : Springer, 2009. – Vol. 3. – 399 p.
4. Intraguild predation between the invasive ladybird *Harmonia axyridis* and non-target European coccinellid species / A. Katsanis [et al.] // BioControl. – 2013. – № 58. – P. 73–83.
5. Koch, R. L. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts / R. L. Koch // Journal of Insect Science. – 2003. – Vol. 3, № 32. – P. 1–16.
6. 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.
7. Хабибуллин, В. Ф. Жуки-коровки (Coleoptera: Coccinellidae) Республики Башкортостан : учеб. пособие / В. Ф. Хабибуллин, Р. К. Степанова, А. Ф. Хабибуллин. – Уфа : РИО БашГУ, 2004. – 126 с.

8. Архив погоды в Барановичах [Электронный ресурс] // Погода и климат. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/26941.htm?ysclid=la1k4w5gpb214205809>. – Дата доступа: 01.11.2022.

9. Warm mesoclimate advances the seasonal dynamics of *Harmonia axyridis* in urban habitats [Electronic resource] / A. Honek [et al.] // *Frontiers in Ecology and Evolution*. – 2021. – Vol. 9. – Mode of access: doi: 10.3389/fevo.2021.725397.

### К содержанию

УДК 91:504; 910.1

**Ю. С. ОНУФРИЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. В. Окоронко, старший преподаватель

## **АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ВОДОСБОРЫ МАЛЫХ РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ (НА ПРИМЕРЕ Р. ПИНЫ)**

**Актуальность.** Развитие народного хозяйства в Республике Беларусь в значительной степени зависит от наличия водных ресурсов, в том числе местного стока, аккумулированного в озерах, водохранилищах и реках. В свою очередь, отрасли народного хозяйства в настоящее время оказывают неблагоприятное действие на состояние и качество рек Белорусского Полесья. Актуальность рассматриваемой проблемы возрастает в связи с прогнозируемым изменением климата.

**Цель** – обобщение имеющихся сведений о малых реках Белорусского Полесья, анализ и оценка антропогенных факторов, вызывающих множественные неблагоприятные изменения в режимах рек и возможные пути решения проблем, вызванных антропогенной нагрузкой на водосборы рек на примере р. Пины.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являются поверхностные воды рек исследуемой территории, преимущественно р. Пина. Предмет исследования – гидроэкологическое состояние малых рек за последние годы, приведенные в сводках гидрохимических центров Полесья, а также антропогенные факторы, влияющие на малые водосборы рек.

В исследовании применялись следующие методы: картографический, сравнительно-географический, математико-статистический, гидрологического моделирования, геоэкологического районирования. Использовались специализированные программные средства ESRI ArcGIS 10, Statistica 7.1.

**Результаты исследований.** Антропогенные воздействия по гидрологическим последствиям, методам их учета и оценки многообразия их видов

можно разделить на две большие группы: прямые и косвенные. К первой группе относят инженерные мероприятия в руслах рек, ко второй – деятельность на поверхности водосборов. В первую группу включают создание водохранилищ, территориальное перераспределение стока из одного водосбора в другой, устройство водозаборов и т. п. Все изменения водных ресурсов, связанные с непосредственными заборами или сбросами воды, поддаются инженерному расчету и легко могут быть учтены в практике водохозяйственного проектирования.

Во вторую группу включают такие виды деятельности, как интенсификация богарного земледелия, мелиорация земель, агролесомелиоративные мероприятия, сказывающиеся на водных ресурсах косвенно. Определить непосредственным расчетом характер и размеры такого влияния обычно невозможно, так как задача отличается большой сложностью и недостаточной изученностью. Поэтому оценку влияния этих видов деятельности делают обычно приближенно по результатам специальных исследований [1].

Водосбор р. Пины характеризуется высокой степенью антропогенной и хозяйственной освоенности. Средняя плотность населения составляет 80 человек на 1 км<sup>2</sup> при среднем показателе для Беларуси 45 чел/км<sup>2</sup> и для Брестской области 42 чел/км<sup>2</sup>. В настоящее время в г. Пинске насчитывается 138,0 тыс. человек, в г. Иваново – 16,4 тыс. человек. На р. Пине с 1948 г. обустроен водозабор «Пина-1» и с 1965 г. ведется обустройство водозабора «Пина-2» для водоснабжения города.

По течению реки возведены плотины и шлюзы, что обуславливает нарушение непрерывности тока воды. Река считается сильно измененным водным объектом. Таким образом, антропогенное воздействие на реку проявляется в значительной степени.

Влияние косвенных воздействий на речной сток, осуществляемых через рельеф, почву и биоту, достаточно очевидно. Хозяйственная деятельность человека к концу XX в. привела к изменению естественных ландшафтов в среднем по Беларуси на 75 %. К настоящему времени этот показатель только поднимается [2].

Хозяйственная деятельность на водосборах малых рек нарушает естественный круговорот веществ, изменяет потоки биогенных элементов, что приводит к снижению их концентрации в одних местах и накоплению в других. Избыточное поступление биогенных элементов (особенно азота и фосфора) в водоемы и водотоки вызывает их эвтрофирование [2].

Интенсификация производства продукции животноводства привела к возникновению нового класса загрязняющих веществ: антибиотиков, вакцин и гормонов – стимуляторов роста, которые попадают в водные экосистемы.

Крупными сельскохозяйственными предприятиями, оказывающими негативное влияние на экосистему р. Пины, являются СПК «Осовецкий»,

ОАО «Горбаха», УП «Ляховичское-Агро», ОАО «Пинский мясокомбинат», ОАО «Заря-Агро».

В растениеводстве активно используются минеральные и органические удобрения. В отдельных хозяйствах они вносятся в большом количестве. Так, свыше 10 т органических удобрений на 1 га пахотных угодий вносят СПК «Осовецкий», ОАО «Снитово-Агро», КСУП «Племенной завод Закозельский», ОАО «Оснежицкое», ОАО «Машеровский». Более 200 кг действующего вещества на 1 га сельхозугодий минеральных удобрений (азотные, фосфорные и калийные) вносят в УП «Ляховичское-Агро», СПК «Осовецкий», ОАО «Пинский мясокомбинат», ОАО «Машеровский», ОАО «Оснежицкое».

Анализ данных гидрологических наблюдений за период 2007–2016 гг. свидетельствует об очевидном преобладании периодов с низкими уровнями воды в результате уменьшения стока в период летне-осенней межени. На пинском гидрологическом посту наблюдались опасные низкие уровни воды для судоходства. Минимальные уровни воды с 2010 по 2016 г. составляли соответственно 113, 100, 90, 107, 99, 52, 87 см над нулевой отметкой. Продолжительность стояния опасных низких уровней воды на реках для судоходства составила от 19 до 183 дней (минимальная в 2010 г., максимальная в 2016 г.) [3]. Изменение объема речного стока р. Пины составило 10 %.

**Заключение.** Современные климатические изменения привели к уменьшению величины дождевого паводочного стока. Сельскохозяйственное производство и активное животноводство негативно влияют на состояние воды в реке посредством поступления загрязняющих веществ через сточные воды и в качестве диффузного стока. Таким образом, в воду поступает большое количество органических и минеральных удобрений и других загрязняющих веществ. Существует возможность риска диффузного загрязнения реки соединениями азота и фосфора. Изменения паводочного стока являются следствием проведения широкомасштабной осушительной мелиорации. Река считается сильно измененным водным объектом.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волчек, А. А. Водные ресурсы Брестской области / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин. – Минск : Изд. центр БГУ, 2002. – 436 с.
2. Современные антропогенные воздействия на водные ресурсы / Н. И. Коронкевич [и др.] // Изв. Рос. акад. наук. Сер. геогр. – 1998. – № 5. – С. 55–68.
3. Окоронко, И. В. Антропогенная нагрузка на водосборы малых рек Белорусского Полесья (на примере р. Пина) / И. В. Окоронко // VI Международный водный форум «Родники Беларуси», 3–4 июня 2021 г. : тез. докл. / РУП «ЦНИИКИВР» ; редкол.: А. Д. Гриб [и др.]. – Минск, 2021. – С. 216–220.

**К содержанию**

УДК 581.526

**Н. Г. ПАВЛЮКОВЕЦ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ В ФИТОЦЕНОЗАХ ИВАНОВСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Инвазионные виды в настоящее время являются объектом комплексного изучения и мониторинга. Внедрение и распространение чужеродных видов в естественные экосистемы является важной частью глобальных природных изменений в современном мире. Биологические инвазии влияют на биоразнообразие природных сообществ, приводят к изменению функционирования естественных экосистем, меняют состав региональной флоры и растительности, преобразуют ландшафты целых регионов. Распространение чужеродных видов и особенности инвазионных процессов в разных регионах могут существенно различаться, что вызывает необходимость проведения сравнительного анализа поведения и последствий внедрения чужеродных видов в природные экосистемы для выработки оптимальных рекомендаций по профилактике и преодолению негативных последствий инвазионных процессов [1].

Центральным объектом изучения на ценоотическом уровне является растительное сообщество. В качестве основных его элементов можно рассматривать совокупность особей одного вида растений, существующих на территории, занятой ценозом, т. е. ценопопуляцию.

**Цель** – систематизация сведений о распространении некоторых инвазионных видов растений и выявление их фитоценоотических связей как показателя их воздействия на естественный растительный покров на примере растительных сообществ Ивановского района.

**Материалы и методы.** Поскольку любой вид растений в природе обычно представлен большим числом особей, отличающихся друг от друга по ряду показателей и составляющих популяции, для оценки пространственного распределения инвазионных видов растений использовали показатель встречаемости, обилие и степень доминирования видов на пробных площадках. Серии пробных площадок в ценопопуляциях закладывали в случайном порядке. Исследования проводили в антропогенно трансформированных экотопах в окрестностях д. Мохро Ивановского района.

**Результаты исследований.** В Государственном кадастре растительного мира на территории Ивановского района отмечено 649 видов дикорас-

тущих растений и грибов. По видовому разнообразию растений район занимает 14-е место в Брестской области. Также приводится 13 видов инвазионных видов растений из 11 семейств, в том числе: *Aceraceae* (*Acer negundo* L.), *Apiaceae* (*Heracleum sibiricum* L., *Archangelia officinalis* L.), *Asteraceae* (*Ambrosia artemisiifolia* L.), *Acoraceae* (*Acorus calamus* L.), *Caprifoliaceae* (*Sambucus racemosa* L., *Sambucus nigra* L.), *Crassulaceae* (*Euphorbia cyparissias* L.), *Cucurbitaceae* (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray), *Fabaceae* (*Robinia pseudoacacia* L.), *Fagaceae* (*Quercus rubra* L.), *Onagraceae* (*Oenothera biennis* L.), *Polygonaceae* (*Rumex confertus* Willd.) [1].

По данным проведенного нами учета видов в 2021–2022 гг., в Ивановском районе зарегистрировано 15 видов инвазионных растений, в том числе *Robinia pseudoacacia* L., *Helianthus tuberosus* L., *Rumex confertus* Willd.

Виды *Robinia pseudoacacia* L. и *Helianthus tuberosus* L. относятся к первой категории статуса инвазионности, т. е. являются высокоинвазионными видами, угрожающими экологической безопасности региона. У *Rumex confertus* Willd. – вторая категория статуса инвазионности [2].

На исследованной территории *Robinia pseudoacacia* L., как и по всей южной части территории республики, внедрилась в естественные растительные сообщества на песчаных и супесчаных почвах. Фитоценотип вида можно определить как виолент, т. е. вид, который проявляет агрессивные свойства и довольно быстро и коренным образом изменяет сложившиеся исторически местные экосистемы [3]. *Robinia pseudoacacia* L. – агрофит, эргазиофитофит, неофит, распространившийся из культуры в конце XVIII в. в качестве декоративного и медоносного растения [4].

В флористическом отношении основу исследованных травянистых фитоценотонов в окрестностях д. Мохро составляют представители семейств *Asteraceae* (семь видов) и *Poaceae* (четыре вида). Для сравнительного анализа сопоставили показатели характеристик на пробных площадках в ценопопуляциях *Helianthus tuberosus* L. и *Rumex confertus* Willd. Эти виды зарегистрированы нами преимущественно в сообществах, подвергшихся воздействию человека (например, луг, где осуществляется выпас скота или укос и т. п.).

*Helianthus tuberosus* L. (*Asteraceae*) заселяет пески вдоль проселочных дорог, заброшенные песчаные отвалы и другие нарушенные местообитания. Вид следует считать апофитом, эргазиофитофитом, неофитом, вышедшим из приусадебной декоративной культуры в XIX в. [4]. На пробных площадках вид довольно обилен (сор 1), степень доминирования на пробных площадках достигает 14,10 %, а частота встречаемости вида в ценопопуляциях – до 10 %.

*Rumex confertus* Willd. (*Polygonaceae*) засоряет луговые местообитания, лесные опушки, вырубки, пустыри. Вид относится к числу ксенофитов,

поскольку на территорию Беларуси они попали случайно в результате естественной миграции. *Rumex confertus* Willd. агриофит, супернеофит, известный из различных фитоценозов восточных и южных регионов с 1960-х гг. [4].

*Rumex confertus* Willd. обилён, но сплошного покрова не образует (sp), степень доминирования на пробных площадках достигает 0,85 %, а частота встречаемости вида в ценопопуляциях – до 25 %.

В исследованных травянистых сообществах *Helianthus tuberosus* L. и *Rumex confertus* Willd. следует рассматривать как *эксплеренты*, т. е. как типичные рудералы, быстро реагирующие на нарушение целостности субстрата [3].

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы / И. В. Бордок [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский, А. В. Судник ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 491 с.

2. Майоров, С. Р. Натурализация растений в ботанических садах г. Москвы / С. Р. Майоров, Ю. К. Виноградова // Вестн. Удмурт. ун-та. – 2013. – Вып. 2. – С. 12–16.

3. Сцепановіч, І. М. Інвазіяны патэнцыял сінантропнага кампанента хваёвых лясоў Беларусі / І. М. Сцепановіч // Труды БГТУ. Сер. 1. – 2019. – № 2. – С. 90–98.

4. 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.

**К содержанию**

УДК 57.044

**Е. С. ПЕТРУЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ КОМБИНАЦИИ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ ТАРТРАЗИНА С ВИТАМИНОМ С НА СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ В ПОКОЛЕНИЯХ I<sub>1</sub>–I<sub>5</sub> *DROSOPHILA MELANOGASTER* L.**

**Актуальность.** В последнее время появляется все больше информации о негативном влиянии синтетических пищевых добавок на организм как животных, так и человека. Анализ научной информации показал, что одной

из добавок с негативными последствиями для здоровья является тартразин (Е102) – пищевой краситель желтого цвета, который используется при изготовлении конфет, напитков, кондитерских изделий, мороженого и т. п., а также фармакологических препаратов, косметических средств и т. д. Установлено, что употребление Е102 изменяет фагоцитарную активность лейкоцитов человека, приводит к снижению иммунитета и развитию аллергических реакций (Н. Д. Титова, 2011) [1], может вызывать изменения в опорно-двигательном аппарате крыс (Г. В. Лукьянцева, 2019) [2], угнетать численность искусственных популяций дрозофил при добавлении в питательную среду (Е. С. Петручик, 2020) [3]. У детей была установлена особая восприимчивость к тартразину, в том числе гиперактивность, раздражительность, беспокойный сон, изменения в почках (В. А. Головачева, 2012) [4].

Антиоксидантные свойства витамина С послужили основанием для оценки его корректирующего действия при совместном использовании с тартразином. Интегральная оценка действия пищевых добавок на живые организмы может быть получена при помощи приемов биотестирования. Удобным тест-объектом для этих целей является дрозофила.

**Цель** – оценка корректирующего воздействия витамина С для снижения негативного воздействия пищевого красителя тартразина на соотношение полов *Drosophila melanogaster* L. на протяжении пяти поколений.

**Материалы и методы.** Научно-исследовательская работа проводилась на базе кафедры зоологии и генетики Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина. В качестве объектов исследования были использованы витамин С и синтетический пищевой краситель тартразин (Е102). Тест-объектом являлась *Drosophila melanogaster* L., представленная линией дикого типа Berlin генетической коллекции дрозофилы кафедры.

Материалами исследования являлись раствор пищевого красителя тартразина в концентрации 1 % (0,01 ПДК), что соответствовало технологической концентрации при производстве пищевых продуктов, а также раствор витамина С в концентрации 0,07 % (фармакологическая доза). Исследуемые растворы готовились путем растворения витамина С и порошкообразного красителя Е102 в дистиллированной воде.

Мушки выращивались на стандартной питательной среде (по методике Н. М. Медведева) в пенициллиновых флаконах с объемом среды 4 мл. В ходе эксперимента пищевые добавки и антиоксидант вводились непосредственно в пищевой субстрат: 1 мл раствора тщательно смешивался с 3 мл питательной среды. Варианты питательных сред: 1) с Е102; 2) с витамином С; 3) с Е102 + витамин С. Контрольная среда не имела красителя и витамина С. В каждый флакон на среду помещали по две пары родительских особей. Растворы красителя, витамина С и их смеси вводились в среду для питания дрозофил на протяжении пяти поколений. Повторность опытов пятикратная.

Критерий оценки – соотношение полов дрозофилы в линиях I<sub>1</sub>–I<sub>5</sub>. Статистический анализ проводился с использованием метода  $\chi^2$ .

**Результаты исследований.** Антиоксидантные свойства витамина С послужили основанием для оценки его корректирующего действия на соотношение полов на протяжении пяти поколений линии Berlin при условии регулярного введения витамина в питательную среду. В таблице представлены результаты данного исследования.

Таблица – Изменение соотношения полов инбредных линий Berlin при различных вариантах введения раствора тартразина в концентрации 1 % и витамина С в концентрации 0,07 % в питательную среду в потомствах I<sub>1</sub>–I<sub>5</sub>

| Поклоение:     | Вариант опыта, количество, шт. |              |          |                                 |              |          |                            |              |          |                                     |                |          |
|----------------|--------------------------------|--------------|----------|---------------------------------|--------------|----------|----------------------------|--------------|----------|-------------------------------------|----------------|----------|
|                | Контроль,<br>$\bar{X} \pm S_x$ |              |          | Витамин С,<br>$\bar{X} \pm S_x$ |              |          | E102,<br>$\bar{X} \pm S_x$ |              |          | E102 + вит. С,<br>$\bar{X} \pm S_x$ |                |          |
|                | ♂                              | ♀            | $\chi^2$ | ♂                               | ♀            | $\chi^2$ | ♂                          | ♀            | $\chi^2$ | ♂                                   | ♀              | $\chi^2$ |
| I <sub>1</sub> | 42 ±<br>3,06                   | 42 ±<br>2,65 | 0        | 41 ±<br>3,72                    | 34 ±<br>3,18 | 1,98     | 14 ±<br>2,06               | 20 ±<br>3,39 | 2,86     | 33 ±<br>3,67                        | 38 ±<br>1,67   | 1,06     |
| I <sub>2</sub> | 36 ±<br>2,41                   | 29 ±<br>3,72 | 1,84     | 26 ±<br>2,08                    | 32 ±<br>1,17 | 2,06     | 17 ±<br>2,84               | 21 ±<br>3,79 | 1,46     | 15 ±<br>1,64**                      | 24 ±<br>2,85** | 7,18     |
| I <sub>3</sub> | 32 ±<br>2,46                   | 31 ±<br>3,29 | 0,04     | 28 ±<br>2,52                    | 28 ±<br>1,0  | 0        | 17 ±<br>2,52               | 22 ±<br>2,41 | 2,16     | 22 ±<br>1,0                         | 25 ±<br>2,38   | 0,58     |
| I <sub>4</sub> | 37 ±<br>3,57                   | 38 ±<br>2,35 | 0,004    | 39 ±<br>1,85                    | 31 ±<br>1,66 | 3,2      | 18 ±<br>1,33               | 23 ±<br>0,88 | 1,86     | 19 ±<br>0,58**                      | 29 ±<br>0,97** | 6,25     |
| I <sub>5</sub> | 34 ±<br>2,78                   | 32 ±<br>2,52 | 0,24     | 31 ±<br>1,06                    | 30 ±<br>2,09 | 0,006    | 21 ±<br>1,20               | 21 ±<br>1,46 | 0        | 21 ±<br>0,62**                      | 31 ±<br>3,38** | 5,42     |

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

Как видно из таблицы, в контрольном варианте на протяжении пяти поколений наблюдалось соотношение полов, близкое к теоретическому, за исключением второго поколения ( $\chi^2 = 1,84$ ). Анализ результатов в опытах с введением витамина С показал, что данное соединение изменяет соотношение полов в I<sub>1</sub> и I<sub>4</sub> в сторону увеличения доли самцов, а в I<sub>2</sub> – доли самок (при увеличении количества самцов в контроле). И лишь в I<sub>3</sub> и I<sub>5</sub> поколениях соотношение соответствовало теоретически ожидаемому расщеплению.

Анализ результатов опыта с введением смеси E102 + витамин С показал, что присутствие в питательной среде данного витамина неоднозначно повлияло на соотношение полов. Во всех вариантах опытов наблюдалось увеличение доли самок. Однако при сопоставлении результатов с опытом, где питательная среда содержала только E102 и где наблюдалось увеличение доли самок, было замечено, что через поколение имела место следующая закономерность: в I<sub>1</sub> и I<sub>3</sub> потомствах витамин С снижал долю самок, а в I<sub>2</sub> и I<sub>4</sub> – достоверно увеличивал ( $\chi^2 = 7,18$  и  $\chi^2 = 6,25$  соответственно).

Если в опыте с E102 в I<sub>5</sub> наблюдалось соотношение 1 : 1, то добавление витамина С приводило к значительному увеличению числа самок ( $\chi^2 = 5,42$ ).

**Заключение.** Таким образом, в отношении показателя «соотношение полов» совместное введение тартразина и витамина С в питательную среду приводило к увеличению доли самок во втором, четвертом и пятом поколениях, что указывает о негативном влиянии данной смеси, так как в опытах с E102 и витамином С распределение по полу соответствовало теоретическому (1 : 1).

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титова, Н. Д. Модуляция фагоцитоза под влиянием пищевых красителей / Н. Д. Титова // Рос. иммунол. журн. – 2011. – Т. 5 (14), № 2. – С. 156–162.

2. Лукьянцева, Г. В. Изменение химического состава плечевой кости крыс под влиянием желтого красителя тартразина / Г. В. Лукьянцева, В. А. Пастухова // Свет медицины и биологии. – 2019. – № 4 (70). – С. 203–208.

3. Петручик, Е. С. Изменения плодовитости потомства *Drosophila melanogaster* L. при введении в питательную среду пищевого красителя тартразина (E102) / Е. С. Петручик // Культурная и дикорастущая флора Белорусского Полесья : сб. материалов Респ. студен. науч.-практ. конф., Брест, 18 нояб. 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. В. Шкуратова, Н. М. Матусевич, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2020. – С. 68–70.

4. Головачева, В. А. Влияние пищевых красителей на развитие болезней почек у детей / В. А. Головачева // Бюл. мед. интернет-конференций. – 2012. – № 1. – С. 7–14.

### К содержанию

УДК 581.1

**Н. С. ПРОХОЦКАЯ**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

### ОСОБЕННОСТИ РОСТА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРОИЗРАСТАНИИ

**Актуальность.** Как известно, организмы, находящиеся в непосредственном контакте, взаимодействуют между собой, а результат взаимовлияния может быть различен – угнетение или стимуляция соседа или нейтральная реакция. Взаимодействия между растениями проявляются на всех этапах онтогенеза – от прорастания до полного усыхания [1]. Практически

в любой среде, в которой произрастают растения, выделяются органические вещества в воздух и (или) почву. Вещества эти и их роль в жизни растений составляют суть аллелопатии – влияния растений друг на друга за счет различных выделений в окружающую среду [2]. Поэтому актуальным будет исследование, направленное на выявление характера взаимодействия трех цветочно-декоративных растений, таких как лобелия (Л) (*Lobelia erinus*), петуния (П) (*Petunia atkinsiana*), агератум (А) (*Ageratum houstonianum*), украшающих многие цветочные композиции в парках, скверах и приусадебных участках.

**Цель** – выявление характера взаимодействия между тремя декоративными растениями: лобелией (*Lobelia erinus*) сорта Хрустальный дворец, петунией (*Petunia atkinsiana*) сорта Нана и агератумом (*Ageratum houstonianum*) сорта Голубая норка.

**Материалы и методы.** Семена петунии, лобелии и агератума по 30 штук проращивались в модельной системе на фильтровальной бумаге в чашках Петри при комнатной температуре и естественном освещении и служили контролем. Кроме того, были заложены варианты совместного произрастания семян данных растений в парах петуния – лобелия (П(Л)), лобелия – агератум (Л(А)), агератум – петуния (А(П)) и все три культуры вместе – А + П + Л. Полив производился дистиллированной водой по мере необходимости. В ходе лабораторного эксперимента оценивались такие показатели, как всхожесть, средняя длина проростков и корней на 10-й день произрастания. Повторность опыта трехкратная. Результаты опыта обработаны статистически с помощью программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** По результатам исследования было установлено, что при совместном произрастании агератума с лобелией всхожесть агератума уменьшилась на 20 %, А(П) – у агератума снизилась на 6,7 % (рисунок 1). Отмечено, что при совместном произрастании (А + П + Л) всхожесть агератума увеличилась на 6,7 %. В паре П(А) всхожесть у петунии возросла на 43,3 %, в паре П(Л) у петунии уменьшилась на 3,3 % относительно контроля, тогда как при совместном произрастании с Л и А у петунии всхожесть увеличивается на 30 %. Что касается лобелии, то в паре Л(П) и Л(А) и в варианте с П + А всхожесть увеличивается на 6,7 % по сравнению с контролем.

Следующим этапом была оценка влияния декоративных растений на ростовые процессы друг друга. Было выявлено, что петуния и лобелия активизировали рост проростков агератума и в паре А(П) длина проростка возросла у агератума на 14 %, а в паре А(Л) – на 68,2 %, в случае А + П + Л – на 47,1 % относительно контроля (рисунок 2, а). В случае пар П(Л) и П(А) длина проростка увеличилась в 2,2 и 1,8 раза соответственно, т. е. соседи лобелия и агератум благоприятствовали росту побегов петунии,

а в варианте А + П + Л у петунии длина проростков выросла на 63,3 %. Однако во всех вариантах с лобелией отмечено торможение роста проростков: в паре Л(П) длина проростка уменьшилась на 14,6 %, в паре Л(А) – на 10,9 %, в случае Л + П + А длина проростка снизилась на 14,6 % относительно контрольных значений.

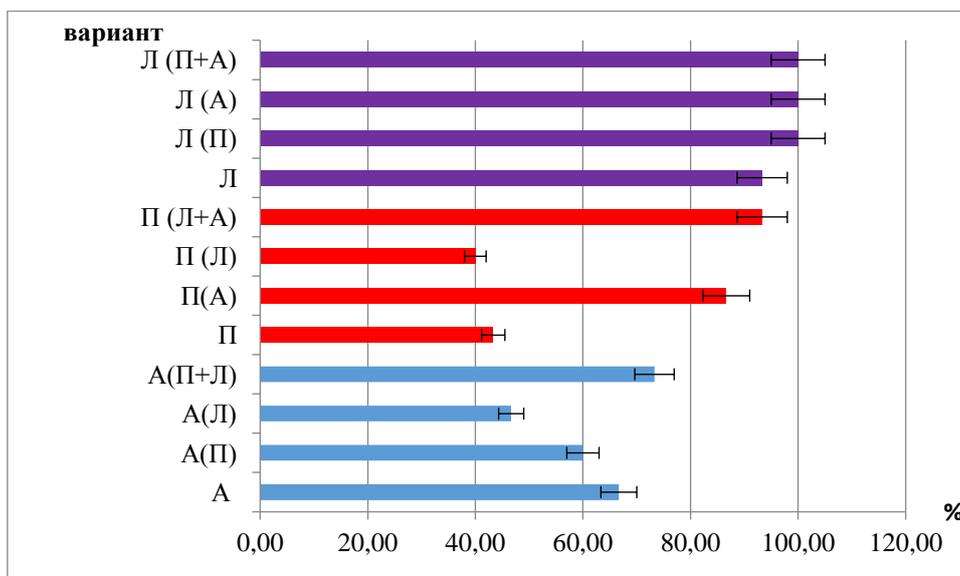


Рисунок 1 – Всхожесть лобелии, петунии и агератума при отдельном и смешанном произрастании

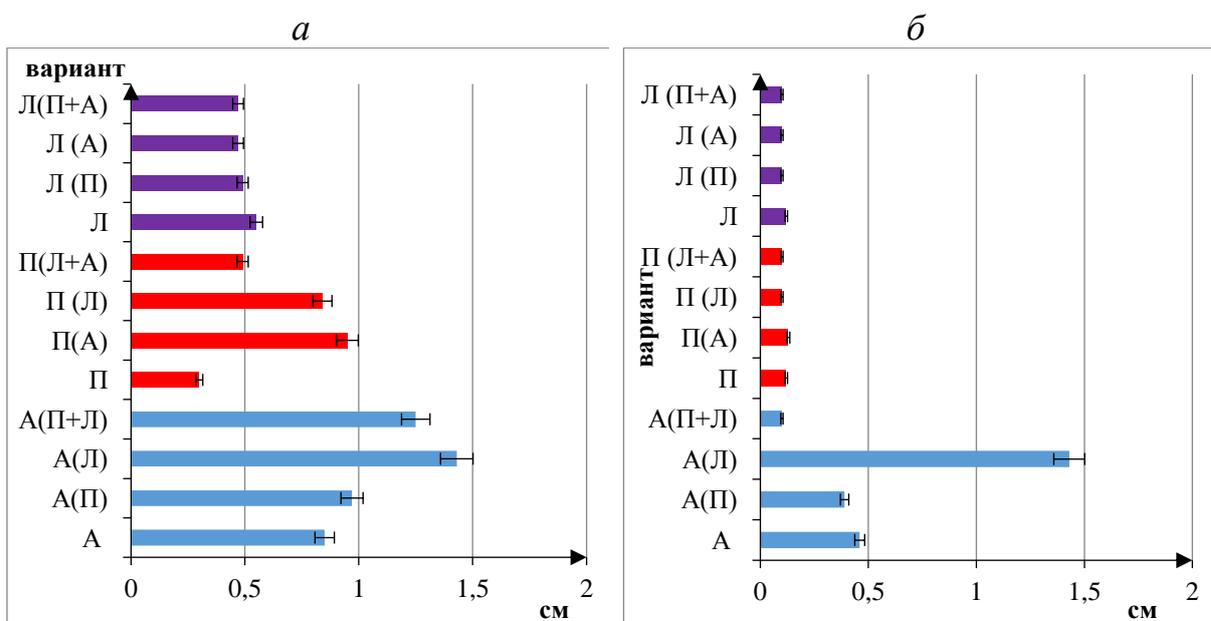


Рисунок 2 – Длина проростка (а) и корня (б) лобелии, петунии и агератума при отдельном, совместном и смешанном произрастании

В ходе анализа влияния выделений декоративных растений на корневую систему отмечена разнонаправленная реакция на длину корней агератума в зависимости от вида соседнего растения (рисунок 2, б). Так, длина корней у А в паре с П и Л уменьшалась на 15,2 % и 60,9 % соответственно относительно контроля, а в варианте А + П + Л длина корней снижалась на 78,3 % относительно контроля. В случае П(А) и П + А + Л длина корней увеличивалась на 8,3 % и 16,7 % соответственно относительно контроля, а в паре П(Л) снижалась на 16,7 %. У лобелии во всех вариантах опыта тормозился рост корневой системы – в паре с петунией, с агератумом, в случае Л + А + П длина корней снижалась на 16,7 % относительно контроля.

**Заключение.** По результатам исследования были выявлены влияние декоративных растений на посевные качества семян и ростовые процессы друг друга. Можно отметить, что самой удачной парой является петуния – агератум, так как и ростовые процессы, и посевные качества значительно увеличиваются. Что касается совместного произрастания трех растений (агератума, петунии и лобелии), то выявлено повышение посевных качеств семян и разнонаправленное влияние на формирование корней и проростков. В связи с этим при необходимости получения более низко- или высокорослых побегов можно использовать попарные композиции изучаемых растений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлова, И. А. Особенности проектирования городских общественных пространств / И. А. Орлова, В. С. Селихов, Н. Н. Чесноков // Наука и образование. – 2019. – Т. 2, № 1. – С. 58.
2. Гродзинский, А. М. Аллелопатия растений и почвоутомление / А. М. Гродзинский. – Киев : Наук. думка, 1991. – 23 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 ПРИДОРОЖНОЙ ПОЧВЫ УЛ. ДЗЕРЖИНСКОГО Г. П. ЛОГИШИН**

**Актуальность.** В настоящее время наблюдается значительное усиление антропогенного воздействия на окружающую среду, где автотранспорт является одним из основных загрязнителей. 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. Изучение данной проблемы необходимо в связи с увеличением на почвы техногенного воздействия, а лабораторные опыты играют важную роль в том, чтобы правильно понимать процессы, происходящие в природе [1].

**Цель** – изучить влияние почв придорожных территорий по ул. Дзержинского 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. Дзержинского на глубину 0–20 см. Точки отбора образцов находились на расстоянии 1–2 м от дорожного покрытия (в зависимости от конкретных условий местности). В результате было отобрано девять образцов почвы (рисунок 1). 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 учитывались: 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 проводили в трехкратной повторности.



Рисунок 1 – Точки отбора почвенных образцов

**Результаты исследований.** Энергия прорастания овса посевного в целом была ниже таковой кресс-салата (10,5 % и 20,0 % соответственно). Выявлено, что наиболее неблагоприятные условия для прорастания семян овса на 7-й день были в варианте Д-5 – всего 6,0 %. Энергия прорастания менее 10 % также зафиксирована в почвенных образцах Д-2, Д-4 и Д-9.

В целом показатель всхожести обеих тест-культур был низким. При этом средний показатель всхожести овса посевного был выше, чем у кресс-салата, на 17,8 %. Наиболее неблагоприятные условия для кресс-салата выявлены нами в почвенном образце Д-2, где значение всхожести составило всего 24,4 %. При этом в наиболее благоприятных условиях для данной территории показатель всхожести двудольной культуры не превышал 50 % (рисунок 2).

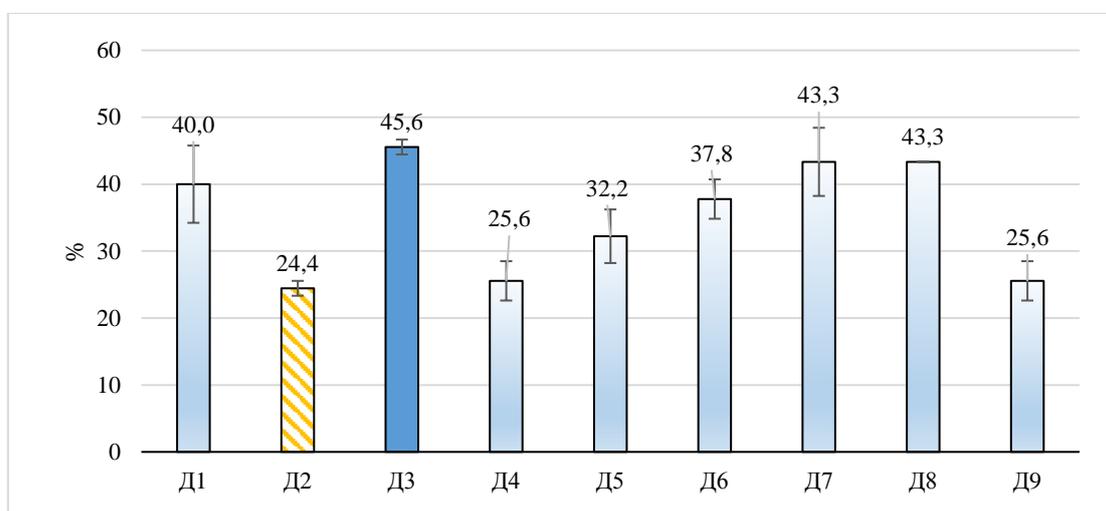


Рисунок 2 – Всхожесть семян кресс-салата

Наиболее высокое значение данного показателя у злаковой культуры было в варианте Д-1 – 57,8 %, несколько ниже была всхожесть в варианте Д-3 – 53,3 % (рисунок 3). Почти в половине почвенных образцов количество нормально проросших семян овса не превышало 10–12 штук, что выразилось в очень низком показателе всхожести – менее 40 % (Д-2, Д-4, Д-5, Д-9). При этом наиболее неблагоприятные условия для прорастания семян однодольного растения были в варианте Д-5 – всего 30 %.

Почвенные образцы, способствовавшие наибольшей всхожести тест-культур (Д-1 и Д-3), были отобраны рядом с частным сектором, тогда как почвенные образцы, характеризующиеся наиболее низкими показателями посевных качеств семян, были отобраны в местах с повышенной антропогенной нагрузкой. Так, точка отбора образца Д-2 находится рядом со скоп-

лением общественных объектов (автостанция, автобусная остановка, стоянка для автомобилей, магазин «Мясная лавка» и кафе «Ясельда»). Образец Д-4 был отобран рядом с мусорным баком в частном секторе, а почва в точке Д-5 находится в зоне влияния хлебопекарни ЧУП «КООПРОМ».

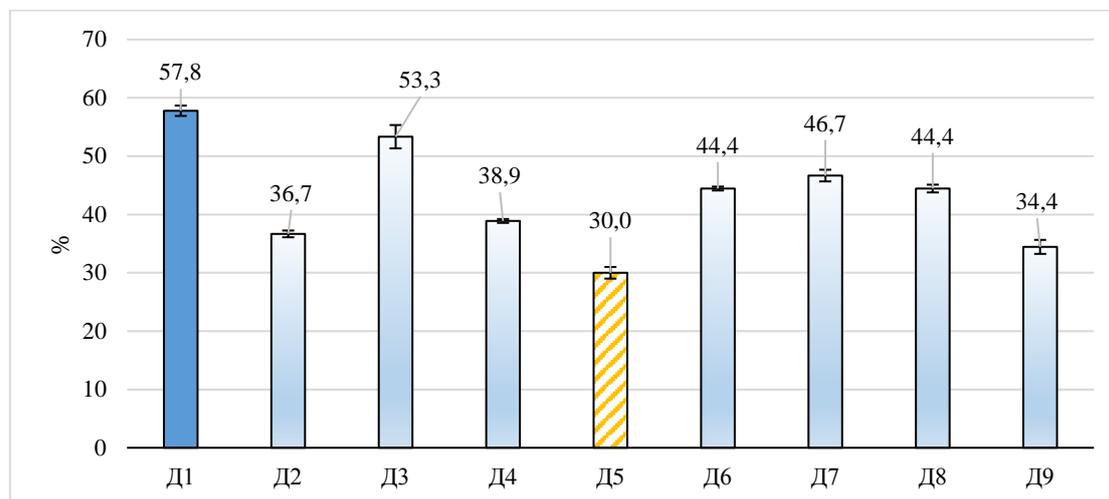


Рисунок 3 – Всхожесть семян овса посевного

**Заключение.** Таким образом, почвы придорожных территорий вдоль ул. Дзержинского г. п. Логишин характеризовались низкими показателями посевных качеств семян. Наиболее неблагоприятные, полученные в результате эксперимента показатели обусловлены повышенной антропогенной и техногенной нагрузкой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяков, А. Б. Экологическая безопасность транспортных потоков / А. Б. Дьяков. – М. : Транспорт, 1989. – 126 с.
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 631.46

**М. Г. РАХУБА, М. А. КОЛЯДИЧ, М. О. КАЙДАЛОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

## **ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Г. БРЕСТА**

**Актуальность.** Почвенный микробиоценоз является одним из самых чувствительных индикаторов состояния любых почвенных экосистем, которые находятся под влиянием антропогенных и техногенных факторов. Одним из важнейших показателей биологической активности почвы служит ее целлюлозоразрушающая способность, свидетельствующая о темпах превращения растительных остатков в почве.

Многие методы дают информацию на данный момент исследования и не раскрывают специфику функционирования микробиоты в пространстве и во времени. Этого недостатка лишены аппликационные методы диагностики почв, позволяющие учитывать консциляционное влияние антропогенной среды и проследить состояние живого компонента почв на определенном отрезке времени.

**Материалы и методы.** Отбор почвенных образцов производился в 2021 г. методом конверта. Смешанный образец составлялся из пяти точечных проб, взятых на глубину 0–20 см. В ходе исследования нами была проанализирована биологическая активность почв территорий, относящихся к таким техногенным объектам, как автозаправочная станция, котельная и пункт ручной мойки автомобильного транспорта. Для исследования биологической активности было отобрано три почвенных образца. В качестве контроля использовалась огородная почва. Собранные почвенные образцы помещали в балконные цветочные горшки 60×15×20 см. Подготовленную пластинку (10×5 см) из неотбеленной льняной ткани помещали вертикально в почвенный образец так, чтобы льняная пластинка была полностью покрыта почвой. Ткань предварительно взвешивали. Повторность опыта трехкратная. Время аппликации составило один месяц. Интенсивность процесса разрушения целлюлозы оценивали по убыли в весе.

Для оценки биологической активности почв по интенсивности разрушения клетчатки использовалась шкала, предложенная Д. Г. Звягинцевым.

**Результаты и их обсуждение.** Целлюлозолитическая способность исследуемых почв варьировала в довольно широком диапазоне в зависимости от вида техногенного воздействия. Наибольшая убыль органической массы была выявлена в варианте почвы, взятой в пределах автозаправочной станции в микрорайоне Южный. Интенсивность разложения целлюлозы

здесь определялась как сильная, а процент убыли льняной пластинки составил 70,07 %, что было всего на 12,5 % ниже значения в контроле. Это указывает на достаточно благоприятные условия для существования целлюлозолитической микрофлоры, следовательно, на относительно слабое негативное техногенное воздействие на данную территорию.

Сильная интенсивность разложения целлюлозы была определена и в почвенном образце, относящемся к территории котельной по ул. ГОБК, где убыль массы льняной пластинки составила 54,21 %, что было выше средней по всем исследованным почвам г. Бреста на 15,5 %. При этом следует отметить очень сильное варьирование результатов по данному варианту. Так, снижение массы льняной пластинки здесь составило от 23 до 93 %.

Наиболее неблагоприятное воздействие на деятельность целлюлозолитического комплекса выявлено в почве автомойки в микрорайоне Южный (рисунок). Убыль массы льняной пластинки варьировала от 16 до 47 % со средним значением 34,95 %. Данный образец относится к почвам со средней интенсивностью разложения целлюлозы согласно градации Д. Г. Звягинцева.

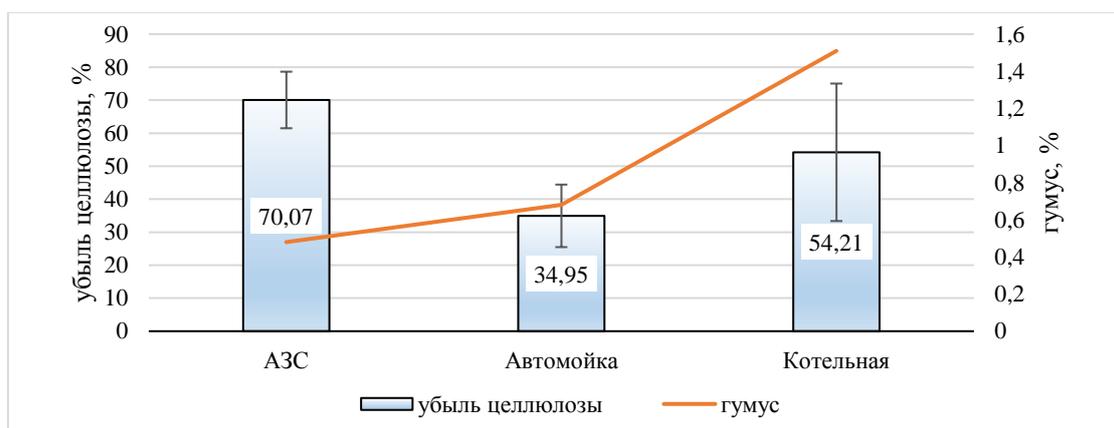


Рисунок – Целлюлозолитическая способность и обеспеченность гумусом почв некоторых техногенных объектов г. Бреста

Почвенный образец с наибольшим средним значением убыли органической массы при невысоких гумусовых показателях данных почв отличался наиболее низким содержанием гумуса. Тем не менее целлюлозолитическая способность почв данных территорий в целом не зависела от содержания гумуса ( $r = -0,13$ ).

*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**

УДК 581.55

**А. Н. РОКИЦКАЯ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СОСНЯКОВ МШИСТЫХ  
СОШНЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
ГЛХУ «ПИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

**Актуальность.** Белорусское Полесье играет важную биоресурсную и экологосберегающую функцию в системе растительных комплексов страны. Здесь сосредоточены значительные водные, почвенные и флористические ресурсы [1]. Важным фактором, определяющим современное формирование и развитие растительного покрова, является антропогенное воздействие на природные экосистемы. Изучение ценотического разнообразия сосновых лесов Беларуси с учетом их антропогенной трансформации на основе флористической и лесотипологической классификации несомненно представляет не только фундаментальный научный, но и практический интерес [2].

**Цель** – установить эколого-фитоценотические особенности растительного покрова сосняков мшистых Сошненского лесничества.

**Материалы и методы исследования.** Для изучения эколого-флористического анализа сосняков мшистых (*Pinetum pleuroziosum*) по общепринятым в геоботанике методикам в 2021 г. в сосняках мшистых на территории Сошненского лесничества государственного лесохозяйственного учреждения «Пинский лесхоз» было заложено пять пробных площадью 0,25 га [3–6].

**Результаты исследований.** В результате флористического анализа на исследованной территории выявлено 37 видов сосудистых растений, относящихся к 21 семейству. Наиболее обширными по количеству видов являются семейства *Asteraceae* (6 видов) и *Poaceae* (6 видов).

В формировании древостоя сосняков мшистых Сошненского лесничества состава 10С, 10С+Б принимает участие *Pinus sylvestris* L. (*Pinaceae*), но есть небольшая примесь *Betula pendula* Roth (*Betulaceae*), средний возраст насаждений 40–45 лет. Подрост представлен преимущественно *Pinus sylvestris* L., реже в его составе встречаются *Quercus robur* L. (*Fagaceae*) и *Betula pendula* Roth (*Betulaceae*). В подлеске встречаются преимущественно *Juniperus communis* L. (*Cupressaceae*), *Sorbus aucuparia* L. (*Rosaceae*) и *Frangula alnus* Mill. (*Rhamnaceae*). Характер распределения видов на пробных площадках случайный.

Экологический анализ растительного покрова является важнейшим способом, позволяющим объяснить взаимосвязь растений со средой их обитания.

Немаловажным экологическим фактором, влияющим на биоценозы, является солнечный свет. На территории исследования наиболее многочисленной группой являются светолюбивые растения – 50 % (*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Tussilago farfara* L., *Pilosella officinarum* F. Schultz и др.). Теневыносливые виды составляют только 13,3 %, типичными из которых являются *Vaccinium vitis-idaea* L., *Frangula alnus* Mill., *Solidago virgaurea* L. Сциофиты составляют 36,7 % (*Maianthemum bifolium* L., *Chelidonium majus* L.). Преобладание группы гелиофитов в целом характерно для умеренной зоны, особенно для формации сосновых лесов.

По отношению к влажности почвы в составе флоры наиболее многочисленны мезофиты (57,1 %), поскольку для изучаемой территории наиболее характерны умеренно увлажненные экотопы. Типичными представителями мезофитов являются: *Vaccinium myrtillus* L., *Pleurozium schreberi* (Willd.) Mitt, *Dicranum polysetum* Sw. Ксерофиты – *Pilosella officinarum* F. Schultz., *Agrostis tenuis* L., *Thymus serpyllum* L. (21,4 %).

Большое влияние на жизнь растений оказывает трофность почвы местообитаний. Она обуславливает биологическую продуктивность и зависит от количества биогенных элементов, находящихся в почве. Сосна имеет широкий экологический диапазон. Из описанных видов наиболее многочисленными оказались олиготрофы (43,5 %), среди которых *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Juniperus communis* L. Доля мезотрофов и эутрофов составляет соответственно 34,8 % и 21,7 %.

Проективное покрытие живого напочвенного покрова в среднем составляет 20–25 %. В составе травяно-кустарничкового яруса доминируют ценопопуляции с высокой частотой встречаемости и обилием 2–3 балла: *Tussilago farfara* L., *Calamagrostis epigejos* L., *Chelidonium majus* L., *Carex ericetorum* Poll., *Pilosella officinarum* F. Schultz., *Achillea millefolium* L. Единично встречаются *Vaccinium vitis-idaea* L. (*Ericaceae*), *Festuca rubra* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth., *Agrostis tenuis* Sibth. (*Poaceae*), *Hieracium pilosella* L., *Mycelis muralis* (L.) Dumort. (*Asteraceae*), *Viola canina* L. (*Violaceae*), *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. (*Euphorbiaceae*), *Chelidonium majus* L. (*Papaveraceae*).

В мохово-лишайниковом ярусе живого напочвенного покрова сосняков мшистых на пробных площадях доминируют зеленые мхи *Pleurozium schreberi* (Willd.) Mitt., проективное покрытие достигает 70–75 %. С разным постоянством присутствуют *Dicranum polysetum* Sw., *Dicranum scoparium* Herdweg., *Hylocomium splendens* Hedw., *Polytrichum commune* L. Bryoid. Rbh. Отдельными куртинами встречается лишайник *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. (*Cladoniaceae*).

**Заключение.** Таким образом, в экологической структуре флоры исследованных сосняков мшистых преобладают гелиофиты (50 %), мезофиты (57,1 %), олиготрофы (43,5 %). В целом флористический состав и экологическая структура растений исследованных растительных сообществ отражают доминирующее положение сосняков мшистых в структуре Сошненского лесничества.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуминская, Е. Ю. Эколого-фитоценотические исследования растительного покрова юго-западной части ландшафтного заказника «Стрельский» / Е. Ю. Гуминская, Л. А. Букиневич, В. А. Кравченко // Весн. МГПУ имени И. П. Шамякина. – 2020. – № 1 (55). – С. 37–42.
2. Цвирко, Р. В. Синтаксономическая и типологическая структура сосновых лесов Беларуси : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.01 ; 03.02.08 / Р. В. Цвирко ; Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2018. – 24 с.
3. Лемеза, Н. А. Геоботаника: Учебная практика : учеб. пособие / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск : Выш. шк., 2008. – 255 с.
4. Основы лесного хозяйства и таксация леса : учеб. пособие / А. Н. Мартынов [и др.]. – 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2010. – 392 с.
5. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Минск : БГУ, 1976. – 224 с.
6. Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 120 с.

**К содержанию**

УДК 581.821

**Д. А. РОМАНОВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

#### **АНАЛИЗ МЕТАЛЛОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТИ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ НА ПРИМЕРЕ 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 полноцен-

ных 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 brassиностероиды, 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, также являющимися гормонами, и их металлопротекторная активность требует изучения.

**Цель** – определить на овсе посевном препараты с наиболее выраженной металлопротекторной активностью по отношению к ионам свинца.

**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 нитрата свинца в концентрации  $10^{-3}$  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 предоставлены сотрудниками лаборатории химии стероидов ИБОХ НАН Беларуси. Математическую обработку полученных результатов проводили по П. Ф. Рокицкому с использованием программы Excel с вычислением стандартных статистических характеристик [6].

**Результаты исследований.** Энергия прорастания в варианте с водным контролем была достаточно высокой и составляла около 80 % (рисунок 1). Действие раствора нитрата свинца в концентрации  $10^{-3}$  М значительно снизило его значение (до 66,75 %). Из используемых соединений максимальное стимулирующее влияние на этот показатель оказала обработка семян раствором ЭК в концентрации  $10^{-8}$  М. Также положительное, но менее выраженное влияние оказало применение растворов S23 и S31, но в концентрации  $10^{-9}$  М. В остальных вариантах результаты были незначительно выше контроля, а в варианте с S31 в концентрации  $10^{-10}$  М даже слегка ниже.

Высоту проростков ионы свинца уменьшали с 15,37 до 13,51 см, т. е. слабее, чем энергию прорастания. Достаточно сильно, практически до уровня контроля с водой, повысило это значение воздействие ЭК во всех трех концентрациях, но наиболее сильно (до 15,66 см) в варианте с концентра-

цией  $10^{-9}$  М. В вариантах с обработкой семян растворами S23 и S31 во всех концентрациях высота проростков вопреки ожиданиям была даже достоверно меньше, чем в контроле с раствором  $Pb(NO_3)_2$ .



Рисунок 1 – Совместное влияние растворов  $Pb(NO_3)_2$  с 24-эпикастастероном и его конъюгатами с кислотами на энергию прорастания, %

Наиболее сильное влияние ионы свинца, как и ожидалось, оказали на корневую систему, особенно на массу корней (рисунок 2). Увеличило это значение влияние S23 и ЭК в двух концентрациях. Несколько более слабое, но схожее влияние оказали препараты на длину корешков.

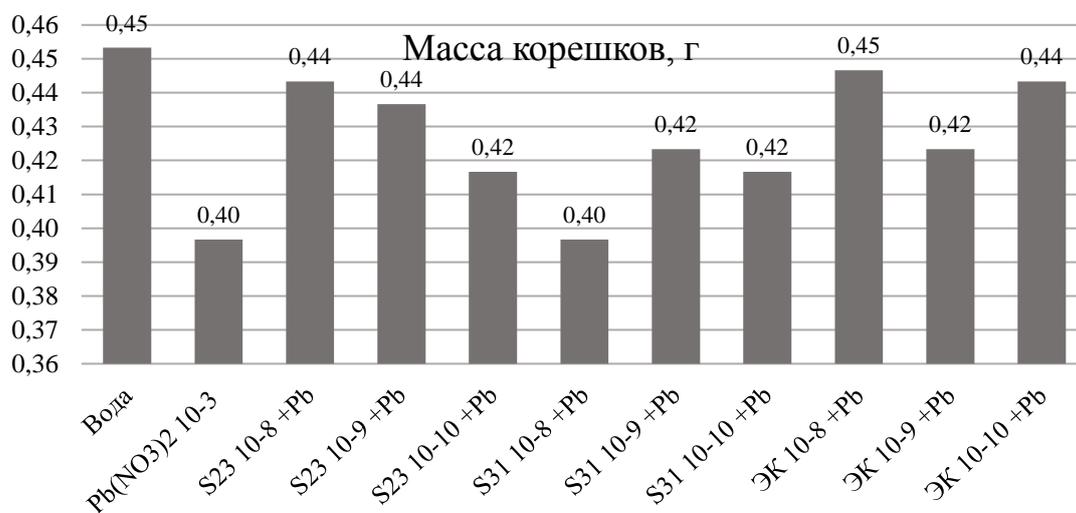


Рисунок 2 – Совместное влияние растворов  $Pb(NO_3)_2$  с 24-эпикастастероном и его конъюгатами с кислотами на массу 10 корешков, г

**Заключение.** Таким образом, действие эпикастастерона и его конъюгатов частично нивелировало отрицательное влияние ионов свинца, наиболее сильно выраженное при применении самого ЭК и S23, но это влияние на разные показатели не полностью совпадало.

#### 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-belorussoj-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**

УДК 581.543.2:630\*272(476.7)

**Д. И. РОХАЦЕВИЧ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

#### **ДИНАМИКА ЦВЕТЕНИЯ ВЕСЕННЕЙ ДЕНДРОФЛОРЫ САДА НЕПРЕРЫВНОГО ЦВЕТЕНИЯ ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ**

**Актуальность.** В зависимости от погодных условий года могут наблюдаться значительные колебания в сроках наступления и продолжительности цветения видов [5; 7]. Для практических целей зеленого строительства необходимо составлять графики цветения на основании многолетних фенологических наблюдений сезонного развития древесных пород [5].

**Цель** – проанализировать взаимосвязь сроков наступления фенофазы цветения декоративных древесных растений сада непрерывного цветения с изменением хода среднесуточной температуры воздуха.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в ландшафтно-ботанической экспозиции «Сад непрерывного цветения» Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

Декоративный сад создавали с учетом многообразия жизненных форм, сменяемости красок цветения и декоративности листвы растений с ранней весны до поздней осени [3]. Фенологические наблюдения за весеннецветущими декоративными древесными растениями сада непрерывного цветения проводили по общепринятой методике [2] в течение 2021 г. с регистрацией (два дня) сроков наступления и продолжительности фенофазы цветения.

**Результаты исследований.** Группа весеннецветущих декоративных древесных растений в коллекции сада непрерывного цветения БрГУ имени А. С. Пушкина включает 24 представителя (без учета сортов), относящихся к 13 родам 8 семейств покрытосеменных растений. Цветение *Rhododendron dauricum* в период исследований не зарегистрировано в связи с угнетением.

Фенологические наблюдения осуществляют параллельно с метеонаблюдениями, что дает возможность правильно объяснить закономерности в росте и развитии растений [1]. С целью сравнения фенодат цветения были использованы данные за период 2019–2020 гг., предоставленные сотрудниками Центра экологии. Результаты фенологических исследований были сопоставлены с изменениями температуры в данный период. Последовательность наступления цветения у объектов исследования в 2021 г. представлена на рисунке.

При анализе среднемесячных температур за 2019–2021 гг. [6] необходимо отметить следующие закономерности (рисунок). В феврале 2019 г. температура достигала +4 °С днем и +1 °С ночью; в 2020 г. – +5 °С днем и +2 °С ночью, в то время как средняя температура февраля в 2021 г. составила –1 °С (днем) и –5 °С (ночью). В 2019 г. среднесуточная температура первой половины апреля составила +8 °С, третьей декады апреля – +16 °С; в первой декаде мая +10 °С, во второй и третьей декадах мая температура воздуха поднялась до +16 °С и +18 °С соответственно. В 2020 г. среднемесячная температура апреля составила +8,7 °С, мая – +13 °С; в 2021 г. – +7,7 °С и +13,7 °С.

Для ряда видов было проведено сравнение фенодат с данными в естественном ареале произрастания видов. Как раноцветущие описаны в доступной литературе листопадные восточноазиатские виды *Magnolia stellata*, *Magnolia liliflora*, *Magnolia* × *soulangiana*, *Forsythia* × *intermedia*; позднее начинается цветение р. *Syringa* [4].

Фенодата бутонизации у видов р. *Magnolia* в 2021 г. нами зарегистрирована во второй декаде апреля, в то время как в предыдущие годы в более ранние сроки. Начало цветения *Magnolia stellata*, *Magnolia* × *loebneri* в 2019 г. приходится на вторую-третью декаду марта, *Magnolia liliflora*,

*Magnolia* × *soulangiana* – на первую половину апреля, в 2020 г. в третьей декаде марта зацвела *Magnolia* × *loebneri*, остальные магнолии – во второй-третьей декадах апреля.

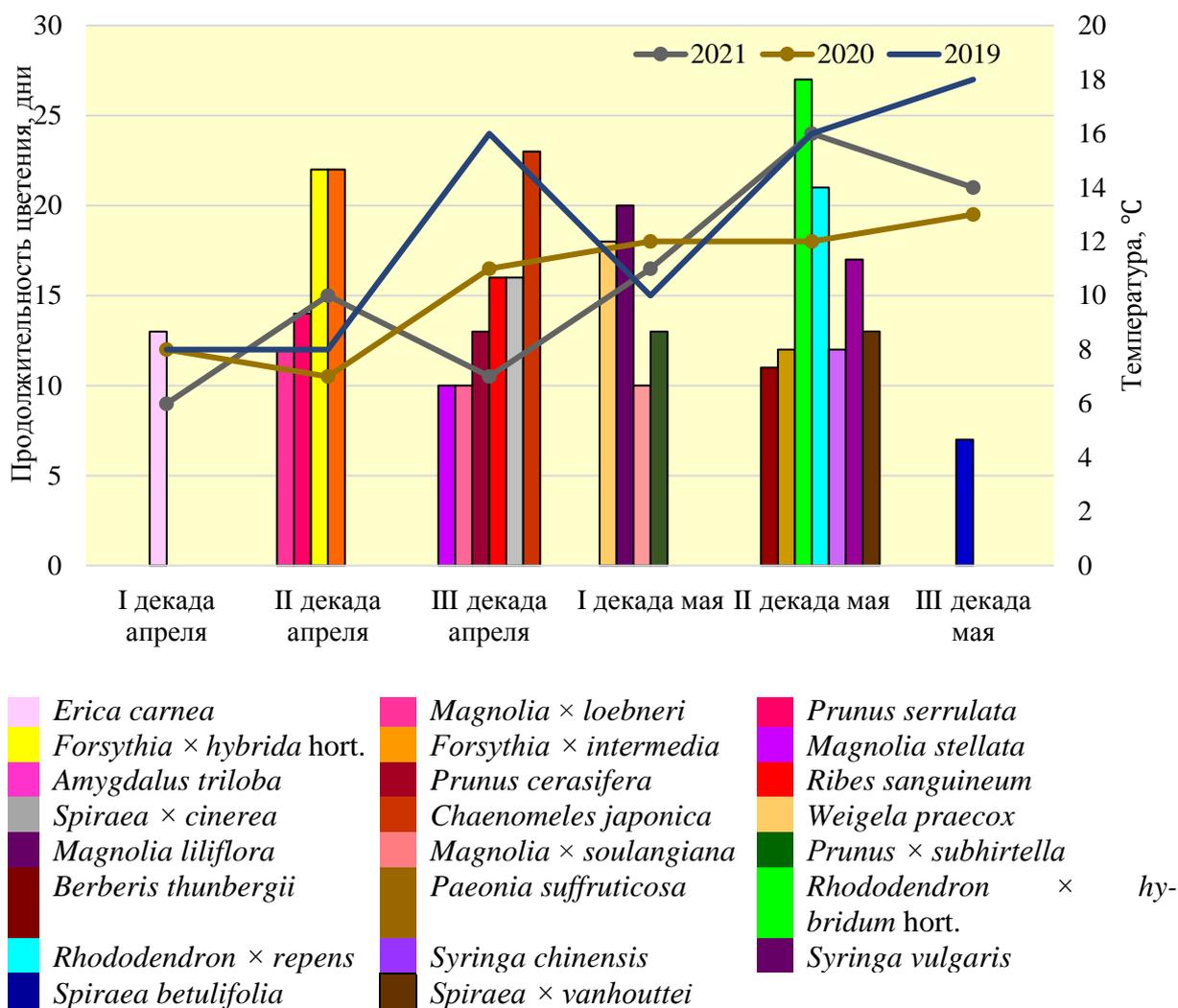


Рисунок – Зависимость фенодаты цветения (2021) от температуры

По результатам фенологических наблюдений за 2021 г. в г. Бресте начало цветения у р. *Forsythia* зарегистрировано с 12 апреля, *Amygdalus triloba* – с 26 апреля, *Syringa vulgaris* – с 15 мая, *Spiraea* × *vanhouttei* – с 19 мая, *Spiraea betulifolia* – с 28 мая. По данным А. А. Чаховского, цветение р. *Forsythia* описано в конце апреля – начале мая, *Amygdalus triloba* – первой половине мая, *Syringa vulgaris* – в третьей декаде мая – первой половине июня, р. *Spiraea* – во второй-третьей декадах июня [7].

Проведем анализ дат наступления цветения вышеперечисленных видов в 2019–2020 гг. Фенодата цветения у *Forsythia* × *intermedia* в 2019–2020 гг.

зарегистрирована в третьей декаде марта, *Amygdalus triloba* – первой декаде апреля, *Syringa vulgaris* – первой декаде мая, *Spiraea* × *cinereal* – второй декаде апреля, *Spiraea* × *vanhouttei* – первой-второй декадах мая соответственно. Начало цветения *Spiraea betulifolia* описано в 2019 г. с третьей декады мая, в 2020 г. – первой декады июня.

Фенофаза цветения *Ribes sanguineum* зарегистрирована на протяжении трех лет в разные декады апреля. Сдвиг в сроках начала цветения следует отметить для следующих видов. Появление бутонов у *Chaenomeles japonica* описано в третьей декаде апреля 2021 г., во второй декаде марта 2020 г. Во второй декаде мая 2021 г. зацвели *Berberis thunbergii*, *Paeonia suffruticosa*. Начало цветения *Berberis thunbergii* в 2019 г. зафиксировано во второй декаде апреля, *Paeonia suffruticosa* – первой декаде мая, в 2020 г. – первой и второй декадах мая. Цветение *Rhododendron* × *repens* зарегистрировано в третьей декаде апреля 2019 г., во второй декаде мая 2020–2021 гг.

**Заключение.** В условиях г. Бреста обобщены наблюдения динамики фенодат цветения древесных интродуцентов сада непрерывного цветения за период 2019–2021 гг. Сроки наступления фенофазы цветения коррелируют с изменением температур.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаимов, В. Ф. Дендрология : учеб. и практикум для вузов / В. Ф. Абаимов. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2021. – 474 с.
2. Бейдеман, И. Н. Изучение фенологии растений / И. Н. Бейдеман // Полевая геоботаника : в 5 т. / под общ. ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1960. – Т. 2. – С. 333–366.
3. Веремчук, О. Н. Сад непрерывного цветения : фотоальбом / О. Н. Веремчук, А. Т. Жуковский, Н. К. Якимович. – Брест : БрГУ, 2011. – 100 с.
4. Жизнь растений : в 6 т. / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1980–1981. – Т. 5 : Цветковые растения : в 2 ч. – 2 ч.
5. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – М. : Лесная пром-сть, 1974. – 704 с.
6. Погода в Бресте сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://world-weather.ru/pogoda/belarus/brest/>. – Дата доступа: 06.03.2022.
7. Чаховский, А. А. Декоративная дендрология Белоруссии / А. А. Чаховский, Н. В. Шутко. – Минск : Ураджай, 1979. – 216 с.

**К содержанию**

УДК 581.5:57.063:633.88(476.7)

**Г. Н. СЕЛИХ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

## **ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОКРЕСТНОСТЕЙ Д. ПРИЛУКИ БРЕСТСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** Сохранение и рациональное использование биологических ресурсов, среди которых растительные ресурсы, как основной источник лекарственного и технического сырья, занимают особое положение, является необходимым условием устойчивого развития окружающей среды [4].

**Цель** – установить эколого-таксономическую структуру лекарственных растений окрестностей д. Прилуки Брестского района.

**Материалы и методы.** С мая по август 2020–2021 гг. маршрутно-рекогносцировочным методом определяли места произрастания дикорастущих хозяйственно полезных растений, лекарственное сырье которых разрешено Государственной фармакопеей Республики Беларусь [1], в различных типах растительных сообществ окрестностей д. Прилуки Брестского района. Общая протяженность маршрута исследований составила 4 км.

**Результаты исследований.** В ходе полевых исследований в различных типах фитоценозов в окрестностях д. Прилуки Брестского района были зарегистрированы 25 видов лекарственных растений, которые относятся к 24 родам, 16 семействам четырех классов отделов *Equisetophyta*, *Pinophyta* и *Magnoliophyta*. Наиболее многочисленно представлены семейства *Asteraceae* – 6 видов, *Rosaceae* – 4 вида. В семействах *Equisetaceae*, *Pinaceae*, *Cupressaceae*, *Urticaceae*, *Betulaceae*, *Hypericaceae*, *Cruciferae*, *Ericaceae*, *Tiliaceae*, *Rhamnaceae*, *Plantaginaceae*, *Araceae*, *Liliaceae* зарегистрировано по одному виду (таблица).

Результаты экологического анализа [5] и распределение видов лекарственных растений по экологическим группам на исследуемой территории в окрестностях д. Прилуки Брестского района следующие:

– по отношению к свету лекарственные растения представлены гелиофитами и факультативными гелиофитами в равном соотношении – по 12 видов (48 %). К сциофитам можно отнести один вид – чернику (*Vaccinium myrtillus*);

– по отношению к плодородию почвы 13 видов являются мезотрофами (52 %), 7 видов (28 %) – олиготрофами, 5 видов (20 %) – мегатрофами;

– по отношению к влажности почвы выявлены мезофиты (13 видов), ксерофиты (3 вида), ксеромезофиты (3 вида), мезоксерофиты (2 вида), гигрофиты (2 вида), гигромезофит (1 вид), мезогигрофит (1 вид).

Таблица – Таксономическая структура лекарственных растений окрестностей д. Прилуки [2; 3]

| № п/п                      | Вид растения                                  | Семейство                        | Место произрастания                |
|----------------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|
| Отдел <i>Equisetophyta</i> |   |                                  |                                    |
| Класс <i>Equisetopsida</i> |   |                                  |                                    |
| 1                          | <i>Equisetum arvense</i> L.                   | <i>Equisetaceae</i> Rich. ex DC. | Луг                                |
| Отдел <i>Pinophyta</i>     |   |                                  |                                    |
| Класс <i>Pinopsida</i>     |   |                                  |                                    |
| 2                          | <i>Pinus sylvestris</i> L.                    | <i>Pinaceae</i> Lindl.           | Лес                                |
| 3                          | <i>Juniperus communis</i> L.                  | <i>Cupressaceae</i> Bartl.       | Лес                                |
| Отдел <i>Magnoliophyta</i> |   |                                  |                                    |
| Класс <i>Magnoliopsida</i> |   |                                  |                                    |
| 4                          | <i>Urtica dioica</i> L.                       | <i>Urticaceae</i> Juss.          | Берег водоема,<br>обочина дороги   |
| 5                          | <i>Betula pendula</i> Roth                    | <i>Betulaceae</i> S.F. Gray      | Лес                                |
| 6                          | <i>Hypericum perforatum</i> L.                | <i>Hypericaceae</i> Juss.        | Суходольный луг, лес               |
| 7                          | <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)<br>Medik. | <i>Cruciferae</i> Juss.          | Поле                               |
| 8                          | <i>Ledum palustre</i> L.                      | <i>Ericaceae</i> Juss.           | Лес                                |
| 9                          | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.               | <i>Vacciniaceae</i> S.F. Gray    | Лес                                |
| 10                         | <i>Vaccinium myrtillus</i> L.                 | <i>Vacciniaceae</i> S.F. Gray    | Лес                                |
| 11                         | <i>Tilia cordata</i> Mill.                    | <i>Tiliaceae</i> Juss.           | Лес                                |
| 12                         | <i>Padus avium</i> Mill.                      | <i>Rosaceae</i> Juss.            | Берег водоема                      |
| 13                         | <i>Rosa majalis</i> Herrm.                    | <i>Rosaceae</i> Juss.            | Опушка леса                        |
| 14                         | <i>Rubus idaeus</i> L.                        | <i>Rosaceae</i> Juss.            | Лес                                |
| 15                         | <i>Sorbus aucuparia</i> L.                    | <i>Rosaceae</i> Juss.            | Лес                                |
| 16                         | <i>Frangula alnus</i> Mill.                   | <i>Rhamnaceae</i> Juss.          | Лес                                |
| 17                         | <i>Plantago major</i> L.                      | <i>Plantaginaceae</i> Juss.      | Луг, обочина дороги                |
| 18                         | <i>Achillea millefolium</i> L.                | <i>Asteraceae</i> Dumort.        | Суходольный луг                    |
| 19                         | <i>Artemisia absinthium</i> L.                | <i>Asteraceae</i> Dumort.        | Обочина дороги, луг                |
| 20                         | <i>Centaurea cyanus</i> L.                    | <i>Asteraceae</i> Dumort.        | Поле                               |
| 21                         | <i>Helichrysum arenarium</i> (L.)<br>Moench   | <i>Asteraceae</i> Dumort.        | Опушка леса                        |
| 22                         | <i>Tanacetum vulgare</i> L.                   | <i>Asteraceae</i> Dumort.        | Поле, обочина дороги               |
| 23                         | <i>Taraxacum officinale</i> Web.              | <i>Asteraceae</i> Dumort.        | Суходольный луг,<br>обочина дороги |
| Класс <i>Liliopsida</i>    |   |                                  |                                    |
| 24                         | <i>Acorus calamus</i> L.                      | <i>Araceae</i> Juss.             | Берег реки                         |
| 25                         | <i>Convallaria majalis</i> L.                 | <i>Liliaceae</i> Juss.           | Лес                                |

**Заключение.** В различных типах растительных сообществ окрестностей д. Прилуки Брестского района зарегистрировано 25 видов лекарственных растений, относящихся к 16 семействам. Среди выявленных видов растений доминируют светолюбивые (48 %) и теневыносливые (48 %) виды, которые средне требовательны к плодородию (52 %) и влажности (52 %) почвы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Определитель растений Белоруссии / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Минск : Выш. шк., 1967. – 872 с.
4. Созинов, О. В. Фитоиндикация в ботаническом ресурсоведении: качественные и количественные характеристики лекарственных растений на эколого-ценотических градиентах : дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.08, 03.02.01 / О. В. Созинов. – СПб., 2018. – 268 л.
5. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Минск : БГУ, 1976. – 224 с.

**К содержанию**

УДК 581.1

**Д. П. СЕМЕРНИК**

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

#### **ВЛИЯНИЕ ЭКОСИЛА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ РАСТЕНИЙ *CALENDULA OFFICINALIS* L. НА РАННИХ ЭТАПАХ ПРОРАСТАНИЯ**

**Актуальность.** Календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.) является как декоративным, так и лекарственным растением, хорошим медоносом. В декоративных целях применяется для оформления бордюров, клумб, миксбордеров, для создания массивов и цветочных пятен, для декорирования газонов. В качестве лекарственного сырья используются цветочные корзинки и краевые язычковые цветки. Календула лекарственная широко применяется в медицине и косметологии, обладает антисептическим, успокаивающим, желчегонным действием [1]. Однако в зависимости от

направления выращивания имеется необходимость корректировать высоту растений: для декоративности требуются низкорослые растения, а для облегчения сбора соцветий для получения фармпрепаратов – более высокорослые формы. Поэтому актуален поиск способов воздействия на семена и растения в целом, позволяющих повышать посевные качества растений и регулировать характер их роста [2]. Среди возможных методов регуляции ростовых процессов растений – использование физиологически активных веществ (ФАВ). Однако необходимо учитывать, что ФАВ будут применяться на лекарственном растении и, следовательно, должны отвечать определенным требованиям: экологичности, быстро разлагаться в растении и использоваться в низких концентрациях [3]. Таким требованиям отвечает препарат «Экосил» (ЭК) – экологически чистый экзогенный регулятор роста растений, производимый на основе компонентов пихты сибирской [4].

**Цель** – оценить влияние экосила на посевные качества семян и ростовые процессы растений *Calendula officinalis* L. на ранних этапах прорастания.

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования была выбрана календула лекарственная сорта Пацифик. Семена календулы лекарственной были замочены на 3 часа в дистиллированной воде (контроль) и растворах экосила – ЭК1 (0,2 мл/л); ЭК2 ( $0,2 \times 10^{-2}$  мл/л); ЭК3 ( $0,2 \times 10^{-10}$  мл/л); ЭК4 ( $0,2 \times 10^{-4}$  мл/л); ЭК5 ( $0,2 \times 10^{-6}$  мл/л); ЭК6 ( $0,2 \times 10^{-8}$  мл/л). Затем проращивались в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 22 °С и естественном освещении. Повторность опыта трехкратная. В ходе опыта учитывали влияние ЭК на энергию прорастания, всхожесть и морфометрические показатели корней и проростков на 9-й день прорастания. Результаты были обработаны статистически с помощью программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** В ходе исследований отмечено, что высокие концентрации ЭК от ЭК1 до ЭК4 снижали энергию прорастания от 66,7 % (ЭК3 и ЭК4) до 90,5 % (ЭК1) и аналогично всхожесть растений календулы относительно контрольных значений, тогда как самая малая концентрация ЭК6 повысила энергию прорастания и всхожесть на 13,7 % и 15,4 % соответственно (рисунок 1).

Анализ влияния экосила на формирование корневой системы растений календулы показал, что самая высокая концентрация ЭК1 существенно угнетала рост корней относительно контроля и снижала ее на 59,6 %, тогда как остальные выбранные концентрации стимулировали рост корней и увеличивали их длину по сравнению с контролем от 2,3 раза (ЭК5) до 2,6 раза (ЭК6) (рисунок 2, а). Выявлен также аналогичный эффект на девяти дневных проростках календулы – в случае максимальной концентрации угнетение ростовых процессов проростков на 50 % относительно контроля и активизация роста надземных побегов под влиянием остальных концентраций экосила от 2,9 (ЭК3) до 4,9 (ЭК6) (рисунок 2, б).

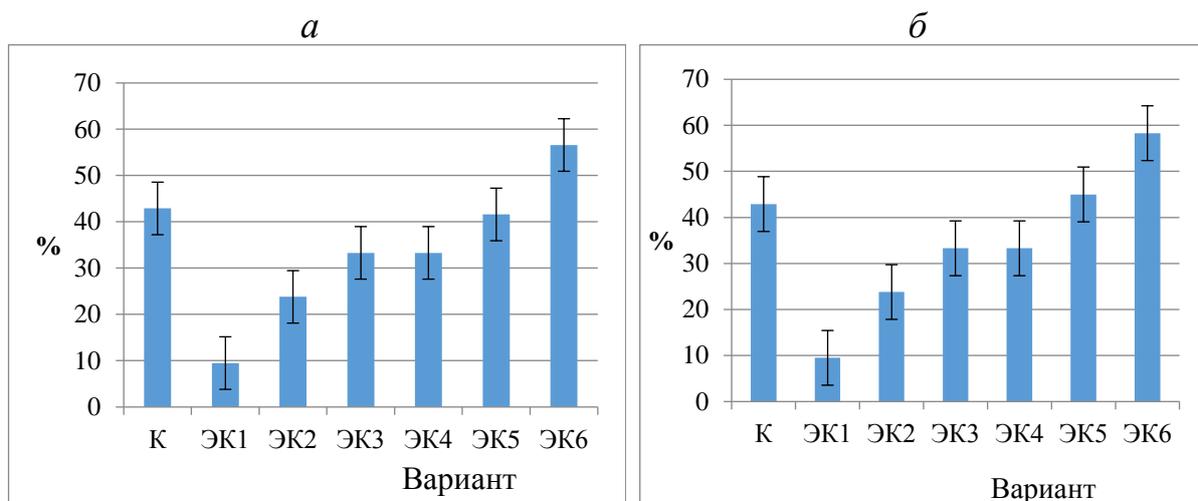


Рисунок 1 – Влияние экосила на энергию прорастания (а) и всхожесть (б) растений *Calendula officinalis* L.

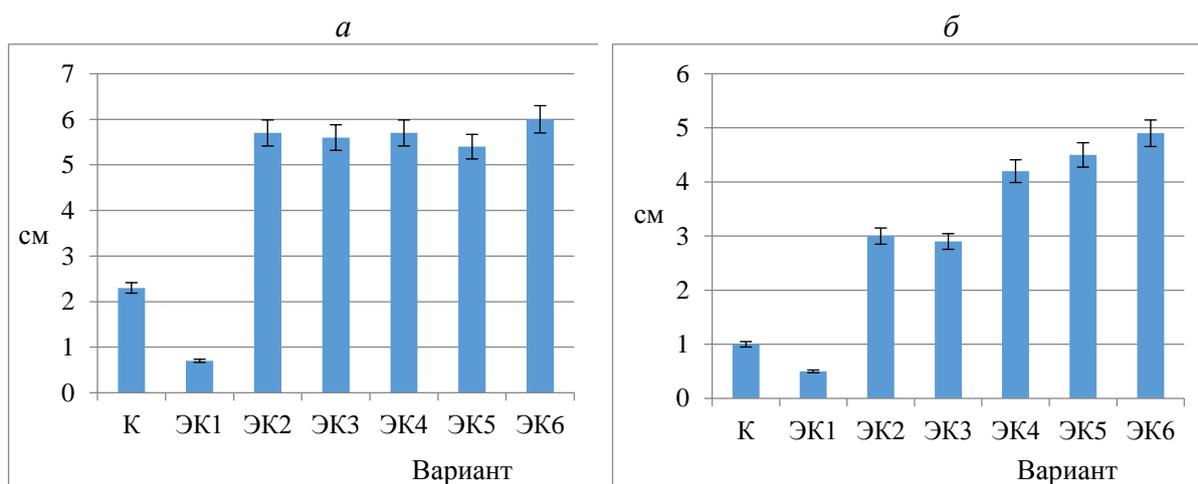


Рисунок 2 – Влияние Экосила на длину корней (а) и проростков (б) девятидневных растений *Calendula officinalis* L.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что минимальная концентрация экосила  $0,2 \times 10^{-8}$  мл/л оказала наиболее благоприятное воздействие на посевные качества семян (энергию прорастания и всхожесть), а также на ростовые процессы растений календулы лекарственной сорта Пацифик, и ее можно предложить в технологию выращивания данного сорта на пришкольных, приусадебных участках и для промышленного выращивания с целью получения фитопрепаратов. Что касается концентраций ЭК2–ЭК5, то они также могут использоваться, но необходимо учесть, что они снижают посевные качества семян при активизации ростовых процессов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Календула – популярное лекарственное и декоративное растение [Электронный ресурс] // Открытая наука. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kalendula-populyarnoe-lekarstvennoe-i-dekorativnoe-rastenie>. – Дата доступа: 19.10.2022.

2. Регуляторы роста растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universityagro.ru/агрохимия/регуляторы-роста-растений/>. – Дата доступа: 18.10.2022.

3. Князева, Т. В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае : монография / Т. В. Князева. – Краснодар : ЭДВИ, 2013. – 128 с.

4. Экосил [Электронный ресурс] // Экосил. – Режим доступа: <https://ecosil.by/>. – Дата доступа: 01.11.2021.

**К содержанию**

УДК 57.044

**А. А. СЕРГЕЕВА**

Минск, БГУ

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

**ВЛИЯНИЕ АУКСИНОВ И ЦИТОКИНИНОВ НА КУЛЬТУРУ  
*IN VITRO* ГРАНАТА ОБЫКНОВЕННОГО**

**Актуальность.** Содержание регуляторов роста обычно является определяющим фактором для успешного поддержания большинства культур *in vitro* растений. Из фитогормонов в составе сред наиболее часто используют ауксины и цитокинины. Поскольку различные клетки и ткани в культуре резко отличаются по способности к автономному синтезу и метаболизму отдельных групп фитогормонов, то их рост в различной степени зависит от снабжения регуляторами роста.

Различия в потребностях в экзогенных ауксинах и цитокининах позволяют выделить несколько групп тканей:

- ткани, растущие на средах только с ауксинами;
- ткани, требующие для роста введения в среду только цитокининов;
- ткани, для роста которых необходимы и ауксины, и цитокинины;
- ткани, растущие на средах с растительными экстрактами сложного состава;
- опухолевые ткани, способные расти на средах без регуляторов роста.

Определить потребности культуры *in vitro* в отношении фитогормонов можно лишь эмпирическим путем. Кроме этого, при проведении экспериментов с культурой асептических проростков внесение в состав среды

фитогормонов дает возможность осуществлять регуляцию органогенеза, а также инициировать процессы образования каллусной ткани на поверхности органов проростков *in vitro* [1–3].

**Цель** – провести изучение характера влияния отдельного добавления в среду фитогормонов ауксиновой и цитокининовой природы на асептические проростки граната обыкновенного.

**Материалы и методы.** Минеральная основа питательной среды соответствовала половинной среде Мурасиге и Скуга (МС) [4]. Для приготовления плотной среды был использован агар в концентрации 8 г/л. Величина рН питательных сред до стерилизации составляла 5,6–5,8. Для изучения влияния экзогенных ауксинов среды дополняли 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой (2,4-Д) или индолил-3-уксусной кислотой (ИУК) в концентрациях 5, 10, 15 и 20 мг/л. Из цитокининов тестировали 6-бензил-аминопурин (6-БАП) в тех же концентрациях.

**Результаты исследований.** Было показано, что дополнение питательной среды МС фитогормонами ауксиновой природы (2,4-Д или ИУК) независимо от концентрации привело к потемнению проростков и формированию на их поверхности каллусной ткани, окрашенной в коричневый цвет (рисунок 1, 2), несмотря на то что объекты постоянно выращивались в условиях света. На непродолжительный период времени в присутствии ИУК в наиболее высокой концентрации наблюдалось появление адвентивных корней на поверхности листьев проростка, которые в дальнейшем деградировали по мере разрастания каллусной ткани.

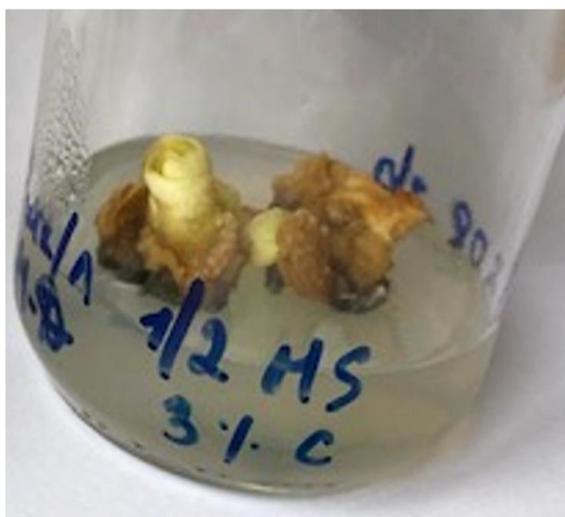


Рисунок 1 – Проростки граната обыкновенного на питательной среде с добавлением 2,4-Д



Рисунок 2 – Проростки граната обыкновенного на питательной среде с добавлением ИУК

Проростки, выращиваемые в присутствии цитокинина 6-БАП, также характеризовались образованием каллусной ткани в основании побегов (рисунок 3). При этом в отличие от сред с ауксинами каллусная ткань была ярко-зеленой. Сами проростки не деградировали.

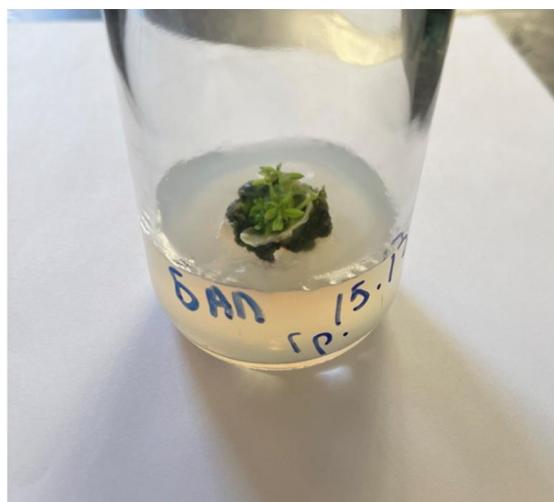


Рисунок 3 – Проростки граната обыкновенного на питательной среде с добавлением цитокинина 6-БАП

**Заключение.** Таким образом, под действием фитогормонов разной природы (ауксинов и цитокинина) были получены две каллусные линии. Фитогормоны независимо от их природы стимулировали формирование каллусов, различающихся морфологически.

Дальнейшая работа будет направлена на оптимизацию роста полученных линий каллусов и проведение их биохимического анализа, а также на изучение гормональной индукции органогенеза.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутенко, Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р. Г. Бутенко. – М. : Наука, 1964. – 272 с.
2. Дитченко, Т. И. Культура клеток, тканей и органов растений : курс лекций / Т. И. Дитченко. – Минск : БГУ, 2007. – 114 с.
3. Калинин, Ф. Л. Методы культуры ткани в физиологии и биохимии растений / Ф. Л. Калинин, В. В. Сарнацкая, В. Е. Полищук. – Киев : Наук. думка, 1980. – 488 с.
4. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1968. – Vol. 15, iss. 13. – P. 473–497.

**К содержанию**

УДК 58.084

**А. А. СЕРГЕЕВА**

Минск, БГУ

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

**ПОЛУЧЕНИЕ АСЕПТИЧЕСКИХ ПРОРОСТКОВ ГРАНАТА ОБЫКНОВЕННОГО (*PUNICA GRANATUM* L.)**

**Актуальность.** Гранат, или гранатовое дерево, – это род многолетних кустарников и невысоких деревьев, относящихся к семейству Дербенниковые (*Lythraceae*), раньше – Гранатовые (*Punicaceae*).

В гранате содержится ряд биологически активных веществ: фолиевая, яблочная, лимонная, аскорбиновая кислоты, фруктоза, витамины группы В, Р, фолацин, танин, пектиновые соединения, кальций, калий, фосфор, железо, фитонциды и другие элементы. В корнях дерева и коре присутствуют алкалоиды пельтверин и изопельтверин, которые обладают противоглистным действием.

Благодаря противовоспалительным, антисептическим и мочегонным свойствам, плоды граната используют с целью профилактики и терапии острых циститов и других воспалительных заболеваний мочеполовой системы. Полифенолы в составе граната способны укрепить иммунную систему. Высокое содержание антиокислительных и противовоспалительных веществ в составе препаратов на основе граната эффективно для предупреждения и комплексного лечения онкологии простаты.

**Цель** – провести стерилизацию семян граната обыкновенного (*Punica granatum* L.) с определением эффективности режима стерилизации и получить из семян асептически выращенные проростки.

**Материалы и методы.** Минеральная основа питательной среды соответствовала половинной среде Мурасиге и Скуга (МС) [1]. Для приготовления плотной среды был использован агар в концентрации 8 г/л. Величина рН питательных сред до стерилизации составляла 5,6–5,8. При получении асептически выращенных проростков граната обыкновенного применяли безгормональную среду, содержащую 3 % сахарозы. Проращивание семян осуществлялось в чашках Петри в условиях термостата при 24 °С в темноте. После получения этиолированные проростки переносили в высокие флаконы и выращивали их в условиях естественного освещения. Эффективность подхода к стерилизации оценивали следующим образом: рассчитывали процент неинфицированных чашек Петри с питательной средой после переноса на них семян к общему количеству засаженных семенами чашек Петри, используемых в эксперименте. Было протестировано 20 чашек Петри с семенами.

**Результаты исследований.** На первом этапе работы стерилизовали семена граната обыкновенного. Источником семян служил плод (гранатина). Плод для забора семян выбирался спелый, без видимых повреждений.

Стерилизация семян включала три этапа: предварительный этап, собственно стерилизацию и постстерилизацию. В ходе предварительной стерилизации осуществляли очищение семян и промывание их в проточной воде, после чего семена обрабатывали раствором  $\text{KMnO}_4$  (розового цвета) в течение 10 минут. Далее семена погружали в 70 %-й этиловый спирт.

В ходе собственно стерилизации, проводимой в ламинар-боксе, семена погружали в стерилизующий раствор на 10 минут. В качестве последнего было использовано 25 %-е дезинфицирующее средство Domestos.

Постстерилизация включала отмывание объекта от стерилизующего раствора пятью порциями стерильной дистиллированной воды. Каждую порцию воды заменяли на новую каждые 10–15 минут.

Простерилизованные семена переносили в чашки Петри, содержащие стерильную безгормональную питательную среду МС. Семена в чашках Петри помещали в термостат для прорастания.

Эффективность описанного режима стерилизации составила 100 %. Однако семена начали темнеть и не прорастали. Для стимулирования прорастания семян в состав питательной среды добавили цитокинин 6-бензиламинопуридин в концентрации 3 мг/л [2; 3]. В результате семена начали прорастать. Полученные этиолированные проростки переносили в стеклянные флаконы с половинной средой МС, дополненной 3 % сахарозы, и помещали их на свет (рисунок 1). Проростки граната на свету сразу позеленели, однако не росли в высоту, на них формировалось несколько коротких побегов (рисунок 2).

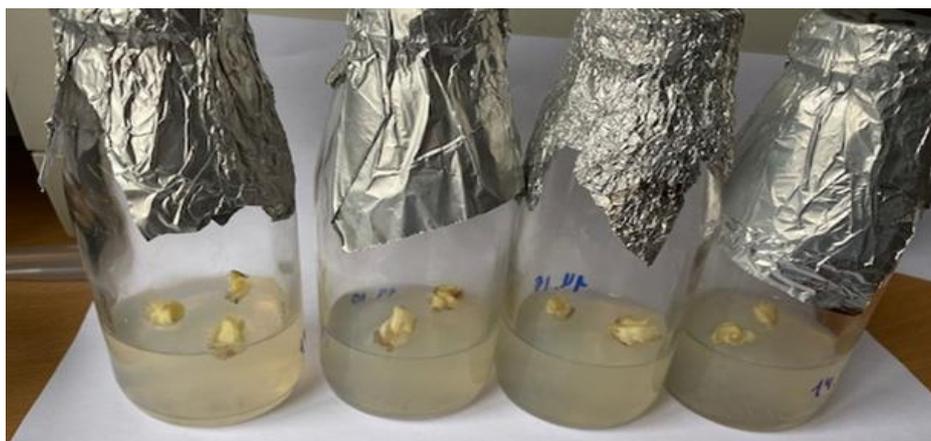


Рисунок 1 – Этиолированные проростки граната сразу после их переноса на свет



Рисунок 2 – Проростки граната через месяц выращивания на свету

**Заключение.** Таким образом, в ходе работы была проведена стерилизация семян граната обыкновенного и оценена эффективность использованного режима стерилизации, включающего три этапа: обработка семян раствором  $KMnO_4$  (розового цвета), погружение в 70 %-й этиловый спирт и дезинфекция семян 25 %-м Domestos. Показано, что данный режим стерилизации оказался эффективным в отношении обеззараживания семян (100 %-я эффективность стерилизации), однако привел к их частичному потемнению. Добавление в состав питательной среды 6-БАП в концентрации 3 мг/л стимулировало прорастание семян, в результате чего были получены асептические этиолированные проростки. Перенос проростков на свет привел к их позеленению. Дальнейшая работа будет направлена на изучение влияния фитогормонального состава среды на эффективность органогенеза в культуре *in vitro* граната обыкновенного.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1968. – Vol. 15, iss. 13. – P. 473–497.
2. Khan, A. A. Cytokinins: Permissive Role in Seed Germination / A. A. Khan // *Science.* – 1971. – Vol. 171 (3974). – P. 853–859.
3. Логвина, А. О. 6-БАП-индуцированная культура микропобегов розмарины лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) / А. О. Логвина // *European research forum* : сб. ст. V Междунар. науч.-практ. конф., Петрозаводск, 22 нояб. 2021 г. – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2021. – С. 127–132.

**К содержанию**

УДК 632.8+661.248+661.98

**Д. А. СИНИЦЫНА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ МАРГАНЦА И ЕГО  
СОЕДИНЕНИЙ ФИЛИАЛОМ «ЗАВОД “ЭНЕРГОДЕТАЛЬ”»  
ОАО «БЕЛСЕЛЬЭЛЕКТРОСЕТЬСТРОЙ»  
ЗА ПЕРИОД 2016–2021 гг.**

**Актуальность.** Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов стали актуальной проблемой современности. Мониторинг окружающей среды является важным методом диагностики и прогнозирования воздействия человека на окружающую среду.

Превышение концентрации марганца и его соединений в окружающей среде в первую очередь влияет на работу центральной нервной системы. Также он поражает легкие, сердечно-сосудистую и гепатобилиарную системы, может вызывать аллергические реакции и мутагенный эффект в организме. В основном попадает в организм через желудочно-кишечный тракт и частично респираторным путем. Марганец входит в перечень веществ второго класса опасности.

Филиал «Завод “Энергодеталь”» ОАО «Белсельэлектросетьстрой» является лидером рынка железобетонных опор для строительства линий электропередач в Республике Беларусь. Это современное предприятие, представляющее собой сложный производственный организм и состоящее из основных и вспомогательных цехов. Предприятие производит железобетонные панели для возведения закрытых трансформаторных подстанций, опор линий электропередач и другие железобетонные изделия для электро-

энергетики. Годовая производственная мощность предприятия составляет 55 000 кубометров железобетонных изделий.

**Цель** – провести мониторинг и выявить общую динамику данных по выбросам марганца и его соединений, предоставленных филиалом «Завод “Энергодеталь”» ОАО «Белсельэлектросетьстрой» за период 2016–2021 гг.

**Материалы и методы.** В качестве материала исследования использовались данные по выбросам загрязняющих веществ, предоставленные филиалом «Завод “Энергодеталь”» ОАО «Белсельэлектросетьстрой», а также литературные источники. В качестве методов исследования применяли анализ литературных данных по проблеме, данных филиала «Завод “Энергодеталь”» ОАО «Белсельэлектросетьстрой», а также провели статистическую обработку данных.

**Результаты исследований.** В результате проведенного исследования удалось выявить общую динамику количества выбросов марганца и его соединений. В 2016 г. количество выбросов составило 0,015 т/год. В период с 2016 г. до 2019 г. наблюдалось ежегодное снижение выбросов. В 2017-м и 2018 гг. количество выбросов марганца и его соединений сокращалось на 9,1 %, в 2019 г. – на 12,9 % по сравнению с предыдущим годом соответственно. В 2019 г. количество выбросов составляло 0,010 т/год, что является минимумом в изучаемом периоде. В 2020 г. можно наблюдать резкий скачок количества выбросов, что предположительно можно связать с увеличением производственных мощностей и запуском серийного выпуска железобетонных колец. Также в 2020 г. было освоено и запущено производство железобетонных стояков. В 2020 г. количество выбросов достигло лимита, но не превысило его. В 2021 г. количество выбросов марганца и его соединений незначительно уменьшилось. В период с 2016-го по 2021 г. наблюдается динамика увеличения количества выбросов на 24,5 %.

Динамика выбросов марганца и его соединений за исследуемый период представлена на рисунке.



Рисунок – Динамика выбросов марганца и его соединений в 2016–2021 гг.

Также была изучена сезонная динамика выбросов марганца и его соединений за период 2016–2021 гг. Сезоны различных годов имеют несхожие показатели и не имеют четкой динамики изменения выбросов. Такие результаты могут быть обоснованы различными субъективными причинами, которые в данный момент сложно будет отследить.

**Заключение.** В результате выполненного анализа литературных источников и статистической обработки данных можно сделать следующие выводы.

1. Изменение количества выбросов марганца и его соединений филиалом «Завод “Энергодеталь”» ОАО «Белсельэлектросетьстрой» за период 2016–2021 гг. имеет тенденцию на увеличение.

2. В 2019 г. зафиксировано минимальное количество выбросов. Это может быть связано с уменьшением валового выброса по республике. В 2019 г. зафиксирован наименьший валовый выброс в г. Барановичи в масштабах Республики Беларусь.

3. Максимальное количество выбросов наблюдалось в 2020 г. Резкое увеличение количества выбросов, по нашему мнению, связано с увеличением производственных мощностей и началом производства новой продукции.

4. Была изучена сезонная динамика выбросов в 2016–2021 гг. Определенные закономерности по сезонам за изучаемый период не выявлены.

5. Количество выбросов в изучаемый период не превышало допустимых норм.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кольца железобетонные [Электронный ресурс] // Завод Энергодеталь. – Режим доступа: <https://oporyler.com/кольца-железобетонные/>. – Дата доступа: 20.10.2022.

2. Стойки железобетонные СВ 164-12 [Электронный ресурс] // Завод Энергодеталь. – Режим доступа: <https://oporyler.com/стойки-железобетонные-св-164-12/>. – Дата доступа: 20.10.2022.

3. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/a-zagryaznenie-atmosfernogo-vozdusha-i-razrushenie-ozonovogo-sloya/a-1-vybrosy-zagryaznyayuschih-veschestv-v-atmosferny-vozduh/>. – Дата доступа: 20.10.2022.

**К содержанию**

УДК 504.31

**В. М. ТАРАСЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ  
УГАРНОГО ГАЗА ПРЕДПРИЯТИЕМ ОАО «ПРУЖАНСКИЙ  
ЛЬНОЗАВОД» ЗА ПЕРИОД 2017–2021 ГГ.**

**Актуальность.** В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды особенно актуальна. Одной из причин этого служит ежегодное увеличение количества промышленных предприятий, а также увеличение мощностей этих предприятий, что обусловлено потребностями современного общества. Однако это приводит к неизбежному повышению концентрации загрязняющих веществ в атмосфере.

Одним из опасных видов загрязняющих атмосферу веществ являются газы. Состав газообразных выбросов зависит от типа предприятия, вида топлива, которое использует предприятие. С развитием индустриализации сильно растет потребление углеводородных топлив, в состав продуктов сгорания которых входят такие вредные и ядовитые вещества, как оксид углерода (СО), различные углеводороды, в том числе неметановые летучие органические соединения, оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), серная кислота, соединения свинца и др. Оксид углерода СО и оксиды азота (в основном при горении образуется NO, превращающийся при взаимодействии с воздухом в  $\text{NO}_2$ ) токсичны сами по себе и еще более опасны при совместном присутствии в атмосфере, так как являются причиной образования ядовитого фотохимического смога. Кроме того, в продуктах сгорания углеводородного топлива содержатся канцерогенные вещества, например бензпирен [2].

Нами был проведен анализ динамики количества выбросов загрязняющих веществ Пружанским льнозаводом (Брестская область).

ОАО «Пружанский льнозавод» был введен в эксплуатацию в июле 1973 г. Как акционерное общество 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. До 85–90 % всей заготавливаемой льнотресты выращивается мехотрядом льнозавода. Для повышения качества льноволокна была проведена реконструкция предприятия [1].

**Цель** – провести анализ и сделать статистическую обработку данных о валовых выбросах угарного газа за период 2017–2021 гг. Пружанским льнозаводом, выявить общую динамику выбросов угарного газа в атмосферу.

**Материалы и методы.** В качестве материала исследования использовался отчет о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, предоставленный ОАО «Пружанский льнозавод», за период 2017–2021 гг., а также литературные источники и нормативные документы, находящиеся в открытом доступе. В качестве методов исследования применяли статистическую обработку данных.

**Результаты исследований.** Угарный газ, или монооксид углерода (СО), – бесцветный газ, не имеющий запаха, немного легче воздуха, плохо растворим в воде. Относится к четвертому классу опасности. Монооксид углерода входит в состав атмосферы (около 10 %). В атмосферу угарный газ попадает в составе вулканических и болотных газов, в результате лесных и степных пожаров, выделения микроорганизмами, растениями, животными и человеком. Угарный газ попадает в атмосферу в том числе и от промышленных предприятий, а также выбросов автомобильного транспорта.

Уменьшение количества оксида углерода в окружающей среде происходит за счет его разложения почвенными грибами. Кроме того, при избытке кислорода в почвах тяжелого механического состава, богатых органическими веществами, имеет место переход СО в СО<sub>2</sub>. В свою очередь, высокая концентрация СО<sub>2</sub> является причиной роста средней температуры на планете и ускорения глобального потепления [3].

Проанализировав данные выбросов СО, мы получили следующие результаты. Ежегодно количество выбросов угарного газа уменьшается. В период 2017–2020 гг. уменьшение количества выбросов составляло в среднем 9,37 % (в 2017 г. – 8,619 т, в 2018 г. – 7,797 т, в 2019 г. – 7,124 т, в 2020 г. – 7,021 т). Однако в конце 2020 г. была проведена замена устаревшего оборудования и реконструкция производства, что повлекло за собой существенные изменения. Количество выбросов угарного газа в 2021 г. уменьшилось по сравнению с 2020 г. на 38,64 % и составило 4,308 т. Это свидетельствует о принятии мер предприятием по уменьшению количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (рисунок).

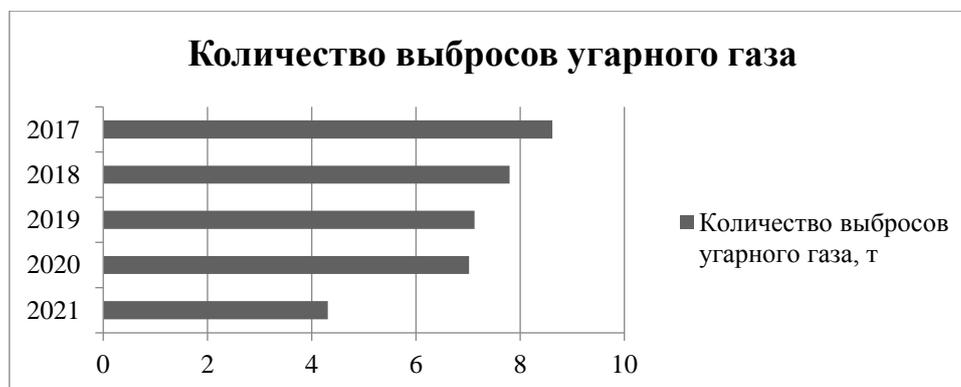


Рисунок – Количество выбросов угарного газа в период 2017–2021 гг.

Также в ходе работы было выявлено, что в среднем 99,85 % от общего количества выбросов угарного газа ежегодно выделяется от сжигания топлива. Остальное количество выбросов (в среднем 0,15 %) выделяется от технологических и других процессов.

**Заключение.** На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Наблюдается тенденция уменьшения количества ежегодных выбросов угарного газа предприятием «Пружанский льнозавод» в 2017–2021 гг.

2. Около 99,85 % от общего количества выбросов угарного газа за период 2017–2021 гг. поступало в атмосферу от сжигания топлива.

3. Общее количество выбросов угарного газа в атмосферу Пружанским льнозаводом 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\\_predpritiya\\_effektivnost\\_ispolzovaniya](https://studbooks.net/2116376/ekonomika/resursy_predpritiya_effektivnost_ispolzovaniya). – Дата доступа: 15.10.2022.

2. Справочник химика 21 века [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem21.info/page/229241025189218129170221198061181080101157194087/>. – Дата доступа: 15.10.2022.

3. Челябинский ЦГМС – филиал ФГБУ «Уральское УГМС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chelpogoda.ru/pages/610.php>. – Дата доступа: 15.10.2022.

**К содержанию**

УДК 574.24

**П. С. ТЕРЕХИНА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

#### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТА ТЕТРАИНДОЛИЛАЦЕТАТ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГОРОХА ПОСЕВНОГО К ИОНАМ СВИНЦА**

**Актуальность.** Брассиностероиды (БС) представляют собой класс растительных гормонов, необходимых для роста, развития и адаптации растений в окружающей среде. Растения, обработанные брассиностероидами, оказываются более устойчивыми к засухе, экстремальным температурным

условиям и засоленности почвы. Развитие сельского хозяйства в значительной степени определяется необходимостью постоянного увеличения объемов выращиваемой продукции и сокращения потерь в процессе уборки, переработки и хранения. Поэтому в сельском хозяйстве широко используются различные биорегуляторы, и особый интерес могут представлять brassinостероиды (БС), как экологически безопасные биологически активные соединения, сочетающие в себе ростостимулирующее и антистрессовое действие по отношению к разным по природе неблагоприятным факторам среды.

**Цель** – оценка влияния 24-эпикастастерона (ЭК) и его конъюгата тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) на морфометрические параметры роста гороха посевного сорта Саламанка к ионам свинца в условиях лабораторного эксперимента.

**Материалы и методы.** Работа выполнена в рамках НИР «Оценка влияния природных brassinостероидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений» подпрограммы «Химические основы процессов жизнедеятельности» (Биооргхимия) ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» на 2021–2025 гг. (№ ГР 20211450 от 20.05.2021) [2].

Исследование проводилось в лабораторных условиях на базе кафедры химии БрГУ имени А. С. Пушкина. Объекты исследования – растворы ЭК с концентрацией  $10^{-9}$  М,  $Pb(NO_3)_2$  с концентрацией  $10^{-4}$  М, S31 с концентрацией  $10^{-9}$  М. Тест-объект – горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорта Саламанка. Контроль – дистиллированная вода. Повторность трехкратная. Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием программы MSExcel2013. Критерии биологической активности – средняя длина и масса корней, средняя длина и масса побегов использованных вариантов опыта (на 10-е сутки, ГОСТ 12038-84).

**Результаты исследований.** Проведенные исследования показали, что ионы свинца в концентрации  $10^{-4}$  М приводили к уменьшению длины корня на 27,8 % и массы корня на 11 % по сравнению с контрольными растениями (таблица) и побега на 2,2 % и 9,3 % соответственно. При воздействии ЭК в концентрации  $10^{-9}$  М наблюдается наибольшее увеличение длины корней гороха посевного (на 38,8 %) и побега (на 35,8 %) по сравнению с контролем, соответственно увеличивались и их массы (на 91,9 % и 29,4 % соответственно). Воздействие S31 в концентрации  $10^{-9}$  М также вызывает увеличение длины корня гороха, что составляет 26 %, и длины побега – 39 % по сравнению с контролем, соответственно увеличивались и их массы (таблица).

Таблица – Влияние ЭК и его конъюгата S31 на морфометрические параметры гороха посевного сорта Саламанка при воздействии ионов свинца

| Вариант опыта   | Корень      |              | Побег       |              |
|---|-------------|--------------|-------------|--------------|
|   | длина, мм   | масса, г     | длина, мм   | масса, г     |
| Контроль  | 66,6 ± 2,19 | 0,12 ± 0,006 | 58,6 ± 2,38 | 0,17 ± 0,008 |
| ЭК <sup>-9</sup> М  | 88,4 ± 1,98 | 0,23 ± 0,005 | 79,6 ± 1,18 | 0,22 ± 0,005 |
| S31 <sup>-9</sup> М   | 84,0 ± 11,2 | 0,16 ± 0,011 | 81,5 ± 10,7 | 0,17 ± 0,011 |
| Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М                       | 48,1 ± 1,6  | 0,11 ± 0,006 | 57,4 ± 1,95 | 0,18 ± 0,006 |
| ЭК <sup>-9</sup> М + Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М  | 67,1 ± 3,03 | 0,18 ± 0,006 | 80,9 ± 2,13 | 0,21 ± 0,007 |
| S31 <sup>-9</sup> М + Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М | 44,6 ± 1,71 | 0,12 ± 0,004 | 59,3 ± 2,21 | 0,20 ± 0,007 |

При предварительной обработке семян ЭК в концентрации 10<sup>-9</sup> М и дальнейшем проращивании в среде с ионами свинца у растений гороха посевного наблюдалось увеличение длины корня на 39,5 % и массы корня на 63,6 %, а также длины побега на 41 % и массы побега на 16,7 % (рисунок). При предварительном замачивании семян в растворе S 31 в концентрации 10<sup>-9</sup> М и дальнейшем проращивании в растворе с ионами свинца у растений гороха посевного наблюдалось незначительное ингибирование длины корня на 7,7 %, но при этом масса корня увеличивалась на 9,1 % (рисунок). Длина побега незначительно увеличивалась на 3,3 %, масса увеличивалась на 11,1 %.

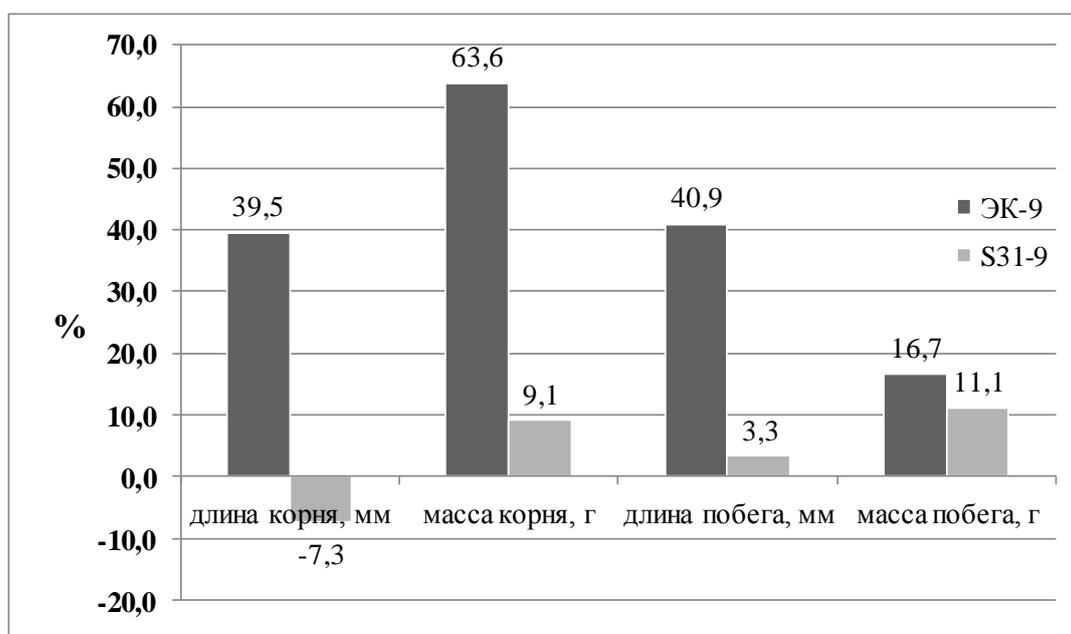


Рисунок – Влияние эпикастастерона и его конъюгата на морфометрические параметры гороха посевного, % относительно ионов свинца

Из данных опыта видно, что более высокий прирост по длине и массе корней и побегов отмечался при предварительном замачивании семян в растворе ЭК в концентрации  $10^{-9}$  М и дальнейшем проращивании их в среде с ионами свинца.

**Заключение.** Таким образом, по результатам лабораторного опыта можно сделать вывод, что использование конъюгатов природных brassinosteroidов с кислотами в оптимальных концентрациях позволяет повысить устойчивость гороха посевного сорта Саламанка к действию ионов свинца. Наиболее индикативным параметром, в связи с отзывчивостью на действие исследуемых веществ, при изучении воздействия эпикастастерона и его конъюгатов в лабораторных условиях является длина корня и его масса.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Temmem, O. Efficient dehydrocyanation of hindered 1-substituted olefins / O. Temmem, D. Uguen, A. De Cian // Tetrahedron Lett. – 2002. – Vol. 43, № 17. – P. 3175–3179.

2. Корзюк, О. В. Влияние конъюгатов природных brassinosteroidов с кислотами на морфометрические параметры гороха посевного / О. В. Корзюк // Менделеевские чтения – 2022 : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию с междунар. участием, Брест, 25 февр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур, Е. Г. Артемук (отв. ред.), Н. С. Ступень. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 65–70.

**К содержанию**

УДК 630\*18:582.711.71(476.7)

**А. В. ТРЕТЬЯКОВА**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА *RUBUS SAXATILIS* L. В ОКРЕСТНОСТЯХ АГ. ЛЕСНАЯ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА**

**Актуальность.** В настоящее время объем заготовки дикорастущего растительного сырья составляет 1–2 % от биологического запаса хозяйственно полезных растений и грибов в Республике Беларусь в связи с отсутствием полных данных о географическом распространении и запасах сырья [1, с. 136].

**Цель** – описать эколого-ценотические особенности костяники (*Rubus saxatilis* L.) на территории Леснянского лесничества ГЛХУ «Барановичский лесхоз».

**Материалы и методы.** В августе 2022 г. на территории Леснянского лесничества Барановичского лесхоза маршрутным методом зарегистрирована ценопопуляция костяники (*Rubus saxatilis* L.). Проведено геоботаническое описание места произрастания вида. На пробной площади для объекта исследования определены общее количество особей, плотность, средняя высота, обилие, жизненность по трехбалльной шкале, характер размещения особей в ценопопуляции [2; 6].

**Результаты исследований.** Костяника (*Rubus saxatilis* L.) семейства розоцветных (*Rosaceae* Juss.) относится к дикорастущим хозяйственно полезным растениям среди 32 видов пищевых растений (в том числе ягод, грибов, пряно-ароматических), учет которых ведется в Республике Беларусь [1, с. 137].

Костяника (*Rubus saxatilis* L.) – многолетнее травянистое растение высотой 15–30 см, с ползучим корневищем, от которого отходят прямостоячие травянистые стебли. Стебель покрыт тонкими прямыми шипами и оттопыренными волосками. Листья тройчатые с прилистниками, редко 5-пальчатые. Белые цветки собраны по 3–6 в верхушечные щитковидные соцветия. Плоды состоят из 1–6 гладких красных костянок, слабо соединенных между собой. Цветет в мае-июне [3–5].

Костяника (*Rubus saxatilis* L.) выносит затенение, по отношению к влажности почвы – мезогигрофит, к плодородию почвы – мегатроф.

Ценопопуляция костяники (*Rubus saxatilis* L.) общую площадь 4 м<sup>2</sup> обнаружена в сосняке мшистом III класса возраста (состав древостоя 10С) в окрестностях аг. Лесная.

Средняя высота сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) равна 20 м, средний диаметр – 14,8 см. Подрост образует сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) средней высотой 0,33 м. В подлеске произрастает рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) средней высотой 0,46 м. Доминантами живого напочвенного покрова являются плеврозиум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.) и черника (*Vaccinium myrtillus* L.).

Общее количество костяники (*Rubus saxatilis* L.) на пробной площади в сосняке мшистом составило 12 особей, высота которых варьирует от 12 до 16 см, средняя высота равна  $13,58 \pm 0,45$  см. Растения в период исследований находились в фенологической фазе плодоношения. Жизненность костяники по шкале А. Г. Воронова – 3б. Обилие по шкале Друде – сор<sub>2</sub>. Распределение особей костяники в ценопопуляции – случайное. Общая плотность растений составила 3 экз/м<sup>2</sup>. Урожайность костяники (*Rubus saxatilis* L.) на исследуемом участке равна 60 кг/га.

**Заключение.** В сосняке мшистом в окрестностях аг. Лесная выявлена и описана ценопопуляция костяники (*Rubus saxatilis* L.) площадью 4 м<sup>2</sup>, с общим количеством зарегистрированных особей 12.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.
2. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева [и др]. – СПб. : НИИ химии СПбГУ, 2002. – 240 с.
3. Нейштадт, М. И. Определитель растений средней полосы Европейской части СССР / М. И. Нейштадт. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Учпедгиз, 1963. – 640 с.
4. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
5. Определитель растений Белоруссии / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Минск : Выш. шк., 1967. – 872 с.
6. Федорук, А. Т. Ботаническая география. Полевая практика / А. Т. Федорук. – Минск : БГУ, 1976. – 224 с.

**К содержанию**

УДК 631.42

**К. В. ТУНЧИК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ ПОЧВЫ ПРИДОРОЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ  
УЛ. НОВОЙ 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 и 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 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Точки отбора почвенных образцов по ул. Новой

Отобранные образцы почв поместили в одинаковые пластиковые емкости и посеяли в них 30 семян двух тест-культур, относящихся к разным классам, – кресс-салата и овса посевного. Дальнейшее проведение опыта осуществлялось по ГОСТ 12038-84 [2].

**Результаты исследований.** Наиболее высокая способность семян давать дружные и ровные всходы на самом раннем этапе развития была зафиксирована нами в почвенном образце Н1. Так, среднее значение показателя энергии прорастания здесь составило 43,3 %, что на 34,4 % было выше среднего значения по всем исследуемым почвенным образцам.

Наименьшее же количество нормально проросших семян кресс-салата на 3-й день эксперимента отмечено нами в образце почвы Н3 (20 %). Также низким значением данного показателя характеризовался почвенный образец Н2 (23,3 %) (рисунок 2, а).

У овса посевного показатель энергии прорастания фиксировался на 7-й день эксперимента и в среднем был на 14,7 % выше аналогичного показателя у кресс-салата. При этом наиболее высокие его значения снова фиксировались в условиях почвенного образца Н1 – 56,7 %, что было на 41 % выше среднего значения по данному тест-объекту (рисунок 2, б). Наиболее неблагоприятные условия для прорастания семян овса складывались в вариантах Н3 и Н4 (17,8 % и 22,2 % соответственно). В целом лишь в одном варианте значение данного показателя превышало 50 %, что является очень низким результатом.

На 5-й день эксперимента количество нормально проросших семян кресс-салата увеличилось на 16–33 % в зависимости от варианта. Наибольший прирост отмечен для варианта Н3, при этом показатель всхожести, тем не менее, был наименьшим – 30 %. В прочих почвенных образцах,

за исключением варианта Н1, данный показатель был лишь несколько выше (рисунок 2, а). В условиях почвенного образца Н1 доля взошедших на 5-й день семян составила 52,2 %, что было выше среднего значения в 1,4 раза.

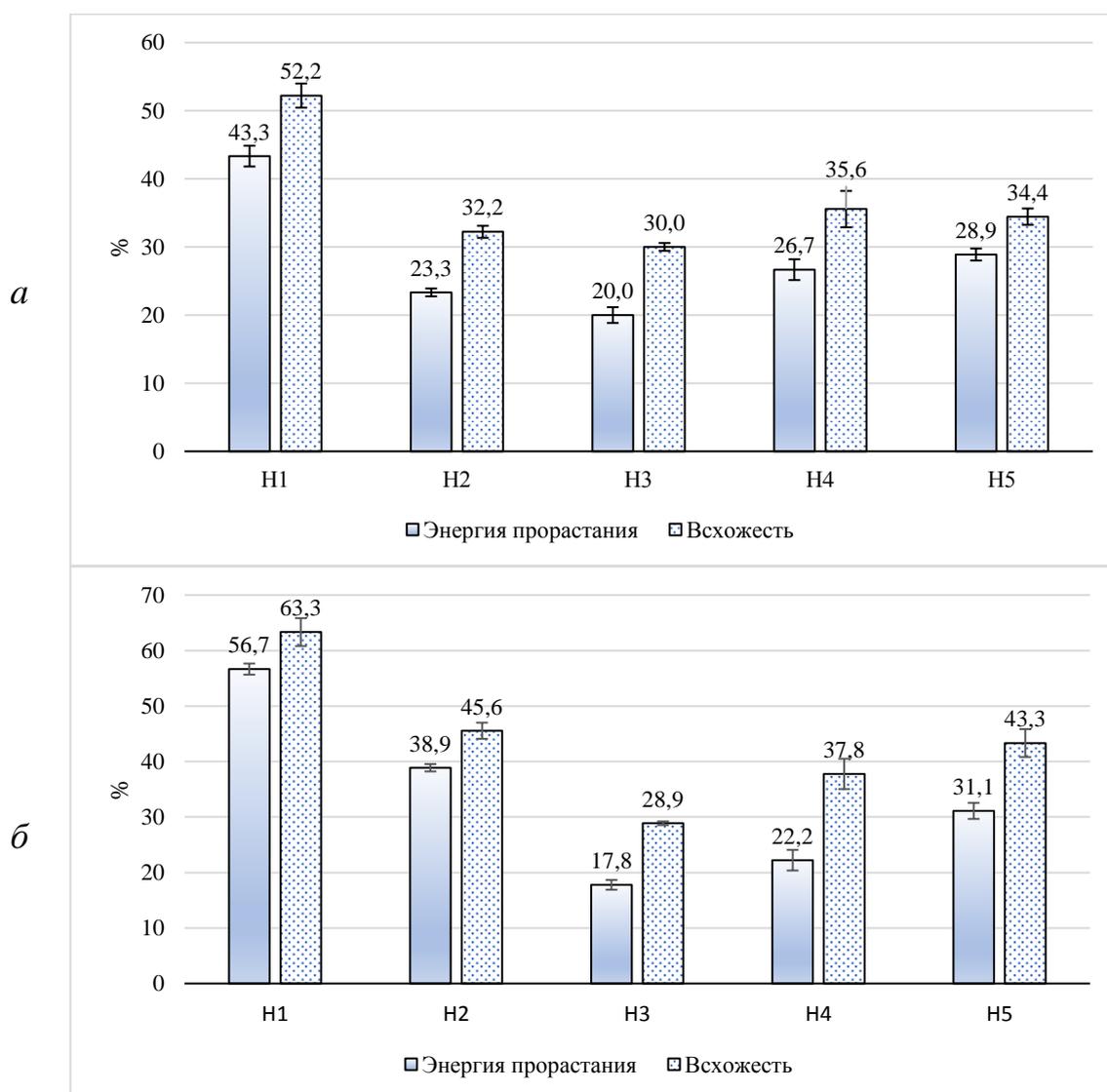


Рисунок 2 – Посевные качества семян кресс-салата (а) и овса посевного (б)

Прирост количества проросших семян овса посевного на 14-й день был более значительным в сравнении с двудольной культурой – 11–41 %. Наибольший прирост зафиксирован в почвенных образцах Н4 и Н3 (+41 % и 38 % соответственно). При этом, как и в случае с кресс-салатом, всхожесть в данных вариантах была наименьшей (37,8 % и 28,9 % соответственно).

Наибольшая же доля нормально проросших семян данной культуры снова фиксировалась нами в условиях варианта Н1 – 63,3 % (рисунок 2, б), что, тем не менее, считается невысокой всхожестью для злаковой культуры.

**Заключение.** В целом в результате проведенной работы выявлено снижение посевных качеств семян обеих тест-культур в условиях почв придорожной территории ул. Новой в направлении от пер. Андроновского до ул. Зеленой. При этом наиболее благоприятные условия для тест-культур зафиксированы в варианте Н1, а выраженное угнетающее действие отмечалось в почвенном образце Н3 и Н4.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудь, А. В. Загрязнение тяжелыми металлами почв и растительности придорожных полов автодорог Минской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22735260>. – Дата доступа: 04.11.2022.

2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/5924966/>. – Дата доступа: 04.11.2022.

#### **К содержанию**

УДК 631.427.3

**О. Н. ФРАНЧУК, В. С. НЕСТЕРУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

#### **БИОТЕСТИРОВАНИЕ СМЕСЕЙ ЗОЛЫ С ПОЧВЕННЫМИ ДОБАВКАМИ НА МОДЕЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Актуальность.** Способы применения золы в качестве удобрения зависят от ряда условий: потребностей и лимитов растений, первоначального микрохимического состава и кислотности почвы. Фитотоксические пороги по отдельным элементам довольно сильно варьируют у различных растений, поэтому для большинства из них золу нужно вносить в хорошо увлажненную почву или после предварительного разбавления органическими субстратами (компост, торф).

Несмотря на широкое применение данного метода на практике, в научной литературе отсутствует достаточное количество информации о фитотоксических порогах и рекомендуемых дозах для конкретных культур, долгосрочном влиянии высоких доз золы на лесное и сельское хозяйство, а также на почвенные микроорганизмы.

**Цель** – оценить фитотоксичность золы методом почвенных серий, ее физико-химический анализ, а также оценить эффективность совместного применения золы и почвенных добавок методом биотестирования.

**Материалы и методы.** Почвенные серии готовились по методу «Фэдинг» [1] путем тщательного перемешивания незагрязненных контрольных почв (отдел агробиологии Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина) с древесной золой (КУМПП «Кобринское ЖКХ») в соотношении от 0 : 100 % с шагом в 10 % до 50 : 50 % (предварительные опыты показали, что концентрации золы более 50 % приводят к гибели всех растений).

В первоначальных субстратах (зола и контрольная почва) было определено валовое содержание макро- и микроэлементов (таблица 2) (iCAP 7200 DUO), общая концентрация веществ (Pocket PAL-1), pH.

В качестве добавок использовался торф фрезерный верховой «Янтарь Полесья» (pH 3,0–4,5) 10 % и 20 % (по массе T10 и T20), а также комплексное минеральное удобрение нитрофоска (NPK) из расчета 40 г/м<sup>2</sup>.

В качестве тест-объекта была выбрана кормовая культура клевер (*Trifolium pratense* L.). Выбор объекта обусловлен индикативностью к загрязнению почв. Для проведения анализа по 20 семян высевали в каждый горшок в 4-кратной 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 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, температура 25 °C (день) / 22 °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 %) |

**Результаты исследований.** Химический анализ золы выявил повышенное содержание биофильных и некоторых техногенных элементов (таблица 2). Так, содержание меди было в 15 раз выше фонового, марганца – более чем в 4 раза, бора – более чем в 10 раз. Повышенными концентрациями характеризуются калий и кальций – более чем в 40 и 17 раз относительно фона соответственно.

Таблица 2 – Химический состав субстратов  
а) в мкг/кг

| Вариант | Pb   | Cd   | Cu   | Zn     | Fe      | Mn     | Ni   | Co   | Cr    | Mo   | B     |
|---------|------|------|------|--------|---------|--------|------|------|-------|------|-------|
| Почва   | 7,69 | 0,12 | 9,78 | 28,94  | 4634,77 | 87,55  | 3,39 | 1,49 | 10,21 | 0,07 | 6,94  |
| Зола    | 6,37 | 1,85 | 29,2 | 133,64 | 2865,84 | 456,52 | 3,02 | 3,37 | 9,66  | 0,32 | 68,76 |

б) в г/кг

| Вариант | Al   | P    | S    | K     | Na   | Ca     | Mg    |
|---------|------|------|------|-------|------|--------|-------|
| Почва   | 4,78 | 0,45 | 0,57 | 0,79  | 0,09 | 7,29   | 1,24  |
| Зола    | 5,23 | 6,00 | 0,88 | 34,09 | 1,06 | 129,57 | 13,13 |

В то же время содержание таких тяжелых металлов, как цинк и кадмий, в золе превышает ПДК в 2,4 и 3,7 раза соответственно. Диапазон варьирования pH в лизимитрических вытяжках составил 7,85–8,53.

*Ростовые параметры растения.* Для клевера (рисунок 1, а) 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 (рисунок).

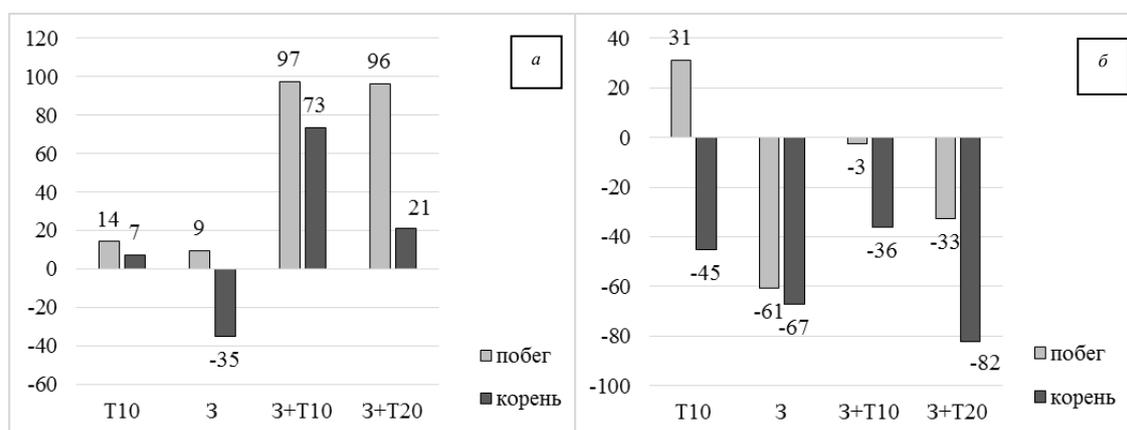


Рисунок – Оценка влияния почвенных добавок на длины (а) и массы (б) надземных и подземных органов клевера в лабораторных условиях (в % к контролю). Коды вариантов опыта в таблице 1

*Биомасса тестового растения.* Для клевера (рисунок 1, б) характерно ингибирование прироста биомассы во всех вариантах с золой, причем минимальное снижение также фиксируется в варианте 3 + T10. При внесении только золы масса побега и корня снизилась на 61 и 67 %. При внесении

зола и 10 % торфа снижение массы побега и корня менее значительно (3 и 36 %), а при внесении зола и 20 % торфа снижение массы побега и корня составляет 33 и 82 %. Можно отметить, что для клевера наблюдается уменьшение негативного влияния добавок зола на биомассу при внесении небольших количеств торфа.

**Заключение.** Для клевера можно отметить уменьшение массы при одновременном увеличении длины вегетативных органов в вариантах З + Т10 и З + Т20. При использовании зола отмечается уменьшение массы побега и корня при незначительном увеличении длины побега и снижении длины корня. В целом отмечается большая чувствительность параметров длины органов, в особенности корней. В то же время за счет эффекта гормезиса и этиолирования возможны весьма флуктуирующие ответы, поэтому реакция биомассы является более адекватной и моделируемой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колбас, А. П. Структурные и функциональные ответы растений на полиэлементное загрязнение в почвенных сериях / А. П. Колбас, Н. Ю. Колбас, М. А. Пастухова // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2021. – № 1. – С. 23–33.

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**

УДК 58.085

**Т. В. ХОЛОПИЦА**

Минск, БГУ

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

#### **ИНИЦИАЦИЯ КАЛЛУСНОЙ КУЛЬТУРЫ ПАЖИТНИКА ГРЕЧЕСКОГО (*TRIGONELLA FOENUM-GRAECUM* L.) ДИКОГО ТИПА**

**Актуальность.** Пажитник греческий (*Trigonella foenum-graecum* L.) – известное пряно-ароматическое и лекарственное растение. Листья и семена пажитника употребляются в разных странах по всему миру для различных целей: для приготовления пищи (в виде специй), в производстве красителей и в парфюмерной промышленности [1; 2].

Пажитник обладает разнообразными фармакологическими свойствами и используется как в противомикробное, антихолестеринемическое,

смягчающее, жаропонижающее, слабительное, общеукрепляющее, отхаркивающее, антиканцерогенное, противовоспалительное, противовирусное, антиоксидантное, успокаивающее и гипотензивное средство [3].

Введение пажитника греческого в культуру клеток представляет значительный интерес как с точки зрения разработки технологии получения важных биологически активных веществ, так и в качестве основы для микрореклонального размножения.

**Цель** – инициировать каллусную культуру пажитника греческого дикого типа.

**Материалы и методы.** Источником эксплантов служили фрагменты листьев асептически выращенных растений пажитника греческого. Минеральная основа питательного раствора соответствовала среде Мурасиге и Скуга (МС) [4]. Источником углерода и энергии служила сахароза в концентрации 30 г/л. В качестве уплотняющего агента применяли агар-агар в концентрации 8 г/л. В процессе индукции каллусогенеза среду МС дополняли регуляторами роста 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой (2,4-Д) и 6-бензиламинопурином (6-БАП) в четырех комбинациях: 0,5 мг/л 6-БАП и 0,5 мг/л 2,4-Д; 0,5 мг/л 6-БАП и 1,0 мг/л 2,4-Д; 1,0 мг/л 6-БАП и 0,5 мг/л 2,4-Д; 1,0 мг/л 6-БАП и 1,0 мг/л 2,4-Д. В ходе изучения влияния дополнительного источника ауксинов в среду, дополненную 1,0 мг/л 2,4-Д и 6-БАП, также вносили индолил-3-уксусную кислоту (ИУК) в концентрациях 0,5–2,0 мг/л. Экспланты в ходе инициации каллуса и дальнейшего его поддержания находились в темноте в условиях микробиологического термостата при температуре 24,5 °С. Для оценки эффективности каллусогенеза определяли отношение количества эксплантов с признаками каллусогенеза к общему их числу. При оценке активности ростовых процессов каллусных культур пажитника греческого рассчитывали удельную скорость роста ( $\text{сут}^{-1}$ ) и время удвоения биомассы (сут.). Эксперименты проводили в 3–5-кратной повторности.

Для получения асептически выращенных растений семена пажитника подвергали стерилизации: промывание розовым раствором перманганата калия, 70 %-м спиртом и далее в условиях ламинар-бокса раствором дезинфицирующего средства Domestos (разведение 1 : 2). Постстерилизация включала отмывание семян от стерилизующего раствора 3–4 порциями стерильной дистиллированной воды. Простерилизованные семена переносили в чашки Петри на среду МС. Листья асептически полученных проростков служили источником эксплантов. Фрагменты листьев пажитника греческого помещали на питательные среды МС, содержащие фитогормоны 2,4-Д и 6-БАП. На рисунке представлен внешний вид листовых эксплантов пажитника греческого с признаками каллусогенеза.

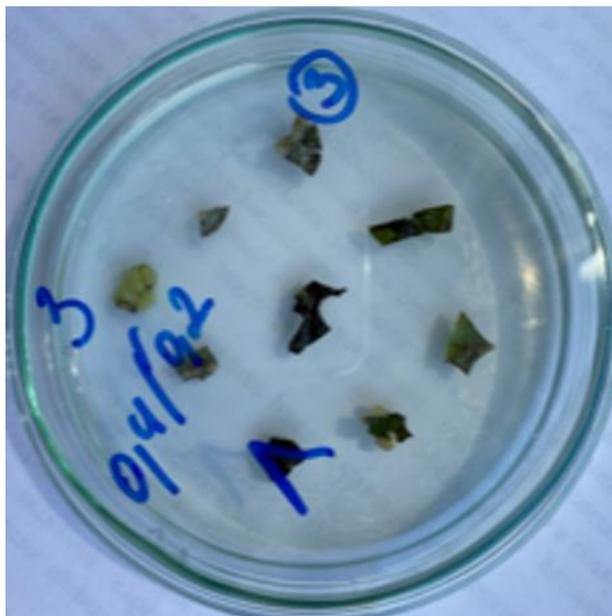


Рисунок – Внешний вид листовых эксплантов пажитника греческого дикого типа с признаками каллусогенеза

**Результаты исследований.** Было показано, что практически 100 %-я эффективность образования каллусной ткани наблюдалась при внесении в состав сред фитогормонов в комбинациях 1,0 мг/л 2,4-Д и 1,0 мг/л БАП. На других протестированных вариантах среды эффективность каллусогенеза была значительно ниже.

Сразу после инициирования культивирование каллуса осуществляли на питательной среде МС, дополненной 1,0 мг/л 2,4-Д и 6-БАП. На первом этапе по оптимизации состава среды в питательную среду добавляли ауксин ИУК. Дополнительный источник ауксинов зачастую способствует разрыхлению каллуса и интенсификации ростовых процессов.

Так, было установлено, что наибольшее значение удельной скорости роста наблюдается при концентрации ИУК 2,0 мг/л и составляет 0,11 сут.<sup>-1</sup>, а наименьшее – при концентрации 0,5 мг/л и составляет 0,0416 сут.<sup>-1</sup>. В присутствии ИУК в концентрациях 1,0 мг/л и 1,5 мг/л, удельная скорость роста была равна 0,104 сут.<sup>-1</sup> и 0,081 сут.<sup>-1</sup> соответственно. Наиболее высокое значение времени удвоения биомассы обнаруживалось при концентрации ИУК в среде, равной 0,5 мг/л, а наименьшее – при 2 мг/л и составляло 16,6 сут. и 6,3 сут. соответственно. При концентрациях ИУК 1,0 мг/л и 1,5 мг/л время удвоения биомассы равнялось 7,1 сут. и 8,6 сут.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенной работы получена каллусная культура листового происхождения пажитника греческого дикого типа. Дальнейшие исследования будут направлены на улучшение показателей роста каллуса и создание культуры микроклонов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. A Review on Biology, Cultivation and Biotechnology of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) as a Valuable Medicinal Plant and Multipurpose / A. Mehrafarin [et al.] // Journal of Medicinal Plants. – 2011. – P. 2–4.
2. Lohvina, H. Effect of ethanol solvents on total phenolic content and anti-oxidant properties of seed extracts of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) varieties and determination of phenolic composition by HPLC-ESI-MS / H. Lohvina, M. Sándor, M. Wink // Diversity. – 2022. – Vol. 14 (1). – P. 7–21.
3. Moradi, N. kor. Physiological and pharmaceutical effects of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) as a multipurpose and valuable medicinal plant / N. kor Moradi, K. Moradi // Global Journal of Medicinal Plants Research. – 2013. – P. 199–206.
4. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiol. Plant. – 1968. – Vol. 15, iss. 13. – P. 473–497.

**К содержанию**

УДК 581.192.7+602.3:57.086.83

**М. В. ЦИКАЛО**

Минск, БГУ

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

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛИСИТОРОВ ДРОЖЖЕВОГО ЭКСТРАКТА  
НА РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЛЛУСНОЙ  
КУЛЬТУРЫ *CATHARANTHUS ROSEUS (L.) G. DON***

**Актуальность.** Культуры клеток и тканей представляют собой уникальный биотехнологический объект для исследований в области регуляции процессов первичного и вторичного метаболизма лекарственных растений. Применение культуры *in vitro* имеет множество преимуществ перед традиционным культивированием растений в открытом и защищенном грунте. Однако биопродуктивность клеточных культур может быть существенно ниже по сравнению с нативными растениями. Поэтому в настоящее время ведутся разработки по выявлению приемов, приводящих к стимуляции ростовых процессов и накоплению ценных лекарственных субстанций.

Использование веществ элиситорной природы является важным приемом регуляции биосинтеза фармакологически ценных соединений в культурах *in vitro* разных видов лекарственных растений [1]. Элиситоры – это химические эндогенные или экзогенные соединения, биотические или абиотические по происхождению. Они способны активировать различные

биосинтетические пути первичного и вторичного метаболизма, вызывая протекание защитных реакций у разных растений.

**Цель** – проанализировать воздействие элиситоров дрожжевого экстракта на ростовые характеристики гетеротрофной, фотомиксотрофной и антоцианпродуцирующей каллусной культуры *Catharanthus roseus* (L.) G. Don.

**Материалы и методы.** В эксперименте использовались гетеротрофная, фотомиксотрофная и антоцианпродуцирующая каллусные культуры *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (катарантус розовый) листового происхождения. На рисунке 1 представлен внешний вид исследуемых линий каллусной ткани *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Культивирование каллусов производили на питательной среде Мурасиге-Скуга [2] с добавлением фитогормонов (1 мг/л альфа-нафтилуксусной кислоты и 1 мг/л кинетина) в условиях термостата в темноте при температуре 25 °С и на свету при интенсивности освещения 150 мкмоль·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup> и фотопериоде 16/8 часов свет/темнота в течение 30 суток. Для приготовления плотной питательной среды использовали агар в концентрации 8 г/л. Величина рН питательных сред до автоклавирования составляла 5,8 ± 0,02. Питательные среды стерилизовали в автоклаве при температуре 120 °С и давлении 0,5 атм в течение 20 минут. Концентрация дрожжевого экстракта в питательных средах составляла 0,2, 0,5, 1 и 2 г/л.

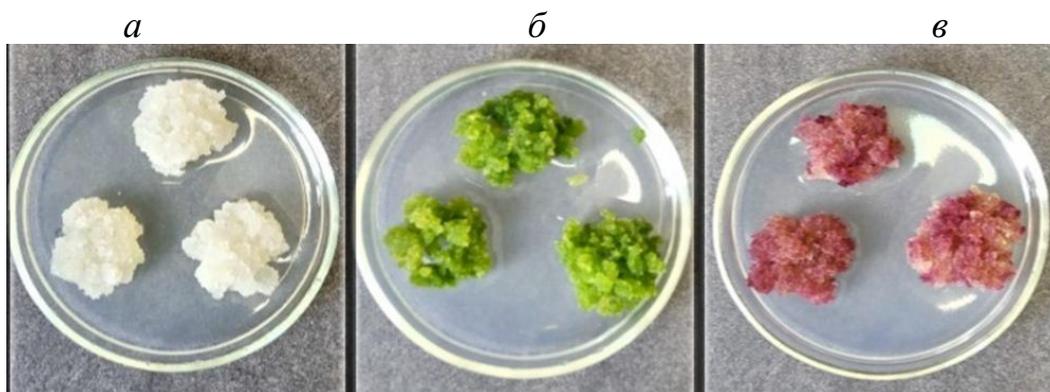


Рисунок 1 – Внешний вид линий каллусной культуры *Catharanthus roseus* (а – гетеротрофная каллусная линия, б – фотомиксотрофная (каллусная линия, продуцирующая фотосинтетические пигменты), в – каллусная линия, продуцирующая антоцианы)

Обработку данных производили с помощью пакета статистического анализа программы Microsoft Excel. Для оценки достоверности различий между вариантами пользовались критерием Стьюдента [3]. Эксперименты выполнены в трехкратной повторности.

**Результаты исследований.** В результате проведенных экспериментов получены данные, представленные на рисунке 2. Добавление дрожжевого экстракта в среду культивирования в концентрации 1 г/л стимули-

рвало рост гетеротрофной и фотомиксотрофной каллусной культуры катарантуса розового на 25 % и 44 % соответственно, а в концентрации 0,5 г/л – на 38 % у фотомиксотрофной культуры по сравнению с контролем. Результат воздействия дрожжевого экстракта на антоцианпродуцирующую каллусную культуру катарантуса розового был противоположным. Так, дрожжевой экстракт во всех исследуемых концентрациях ингибировал удельную скорость роста каллусной ткани данной культуры (в частности, при концентрации 0,1 г/л удельная скорость снижалась на 23 %, 0,5 г/л – на 35 %, 1 г/л – на 54 %, 2 г/л – на 77,4 % по сравнению с контролем).

**Заключение.** Дрожжевой экстракт оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на ростовые параметры исследуемых линий каллусных культур *Catharanthus roseus* (L). G. Don в зависимости от их способности к синтезу фотосинтетических пигментов и антоцианов.

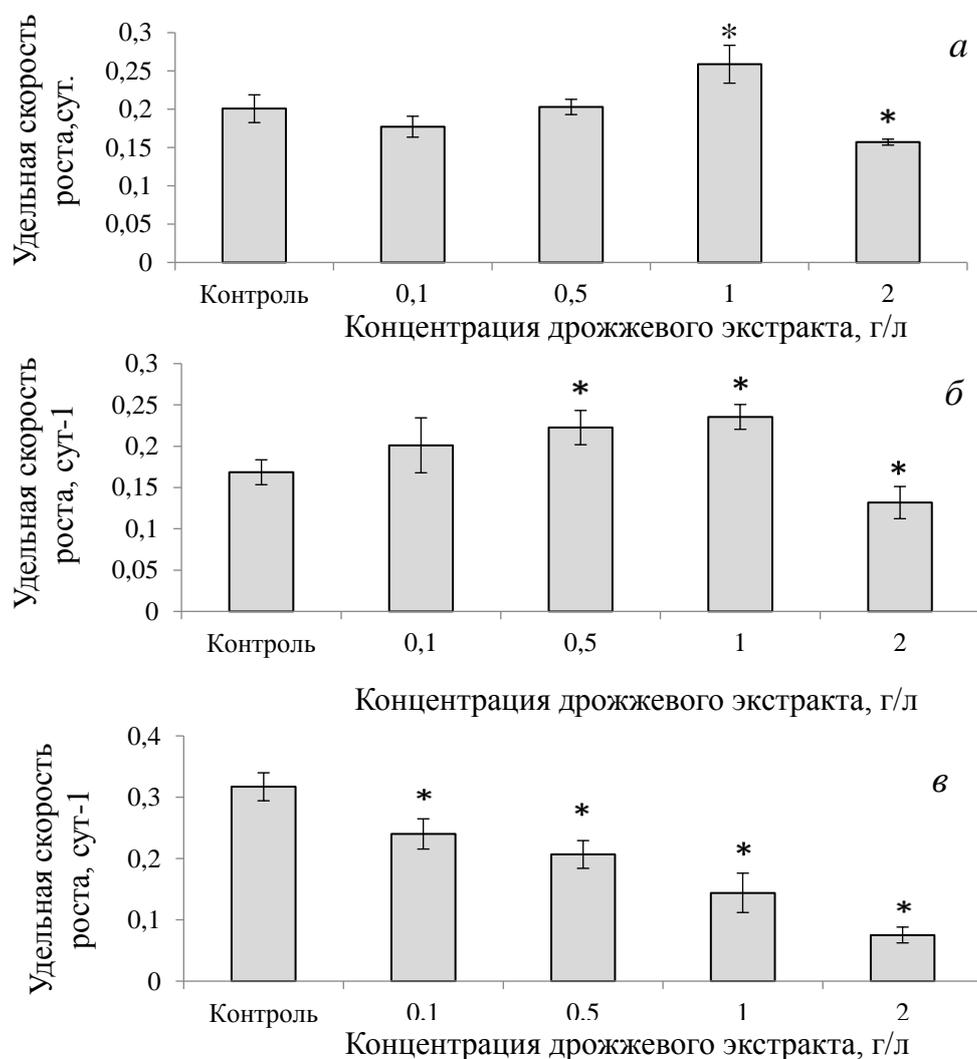


Рисунок 2 – Влияние дрожжевого экстракта на каллусную культуру катарантуса розового: *а* – гетеротрофная, *б* – фотомиксотрофная, *в* – антоцианпродуцирующая каллусная культура

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ferrari, S. Biological elicitors of plant secondary metabolites: Mode of action and use in the production of nutraceuticals / S. Ferrari // *Adv. Exp. Med. Biol.* – 2010. – Vol. 698. – P. 152–166.
2. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1968. – Vol. 15, № 13. – P. 473–497.
3. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1978. – 312 с.

**К содержанию**

УДК 581.9:581.19

**А. ЧЕРКЕЗОВА**

Минск, БГУ

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

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ АНТОЦИАНОВ  
В КОЖУРЕ ВИНОГРАДА РАЗНЫХ СОРТОВ**

**Актуальность.** Плоды винограда, особенно красных и черных сортов, являются богатейшим источником фенольных соединений, таких как флавоноиды, фенольные кислоты, 3- и 4-гидроксистильбенов и др. Фенолы содержатся в мякоти ягод винограда, кожуре плодов, семенах, листьях и виноградной лозе [1]. Именно фенольные соединения являются основными биологически активными веществами винограда, а также вин и соков. Основная масса фенольных соединений винограда относится к числу флавоноидов (дифенилпропаноидов) – соединений с углеродным скелетом  $C_6-C_3-C_6$ . Среди флавоноидов красных сортов винограда доминируют антоцианидины, такие как антоцианы и процианидины.

Как известно, антоцианы обладают высокими антиоксидантными свойствами [2], что обуславливает высокую ценность продуктов питания, их содержащих. Именно данным соединениям приписывается так называемый «французский парадокс»: заметное региональное снижение частоты заболевания сердечно-сосудистой системы вследствие регулярного умеренного употребления натуральных красных вин [3]. Поэтому определение содержания антоцианов представляется весьма актуальным для оценки пищевой ценности винограда.

**Цель** – провести сравнительный анализ накопления антоцианов в кожуре винограда отдельных сортов.

**Объекты и методы.** В качестве объектов исследования использовали виноград восьми различных сортов (таблица). Плоды винограда приобретали в розничной торговле. Кожуру винограда массой 0,5 г растирали до гомогенного состояния с использованием 1 %-го раствора соляной кислоты в этаноле, объемом 20 мл. Полученный гомогенат фильтровали через бумажный фильтр, экстракт доводили до 20 мл, затем разбавляли в 10 раз. Далее 0,5 мл экстракта смешивали с 4,5 мл 1 %-го раствора соляной кислоты в этаноле. Оптическую плотность раствора определяли при длинах волн 530 нм и 657 нм.

Для определения содержания антоцианов использовали формулу:

$$X = A_{530} - 0,25 \times A_{657}$$

Таблица – Названия исследуемых сортов и внешний вид плодов винограда

| № п/п | Название сорта                 | Страна происхождения | Дегустационная оценка         | Внешний вид плодов  |
|-------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|---|
| 1     | <i>Кишмиш</i>                  | Турция               | Очень сладкий (4/5)           |   |
| 2     | <i>Султана</i>                 | Турция               | Сладкий (4,5/5)               |  |
| 3     | <i>Тайфи</i>                   | Узбекистан           | Приятно-сладкий (5/5)         |  |
| 4     | <i>Кишмиш крымский розовый</i> | Республика Крым      | Очень сладкий (4/5)           |  |
| 5     | <i>Ред Глоб</i>                | Молдова              | Сбалансированно-сладкий (5/5) |  |

## Продолжение таблицы

|   |                         |             |   |   |
|---|-------------------------|-------------|---|---|
| 6 | <i>Мерседес</i>         | Таджикистан | Сладко-кислый,<br>слегка терпкий<br>(5/5) |  |
| 7 | <i>Одесский сувенир</i> | Украина     | Сладко-кислый<br>(5/5)                    |  |
| 8 | <i>Синий</i>            | Молдова     | Кисло-сладкий,<br>слегка терпкий<br>(4/5) |  |

Обработку данных производили с помощью пакета статистического анализа программы Microsoft Excel. Для оценки достоверности различий между вариантами пользовались критерием Стьюдента [4]. Эксперименты выполнены в трехкратной повторности.

**Результаты исследований.** В результате проведенных экспериментов было выявлено, что максимальное содержание антоцианов наблюдалось в сортах винограда, плоды которых были окрашены в темно-синий цвет (рисунок). Причем среди трех сортов винограда, кожура плодов которых была визуальна окрашена одинаково, таких как Мерседес, Одесский сувенир и Синий, в последнем содержание антоцианов было более чем в два раза больше по сравнению с двумя другими сортами. Так, относительное содержание данных пигментов в кожуре плода сортов Мерседес и Одесский сувенир составляло  $1,10 \pm 0,05$  и  $1,30 \pm 0,05$  отн. ед., а в сорте Синий –  $2,80 \pm 0,05$  отн. ед., что было больше на 154 % и 115 % по сравнению с вышеуказанными сортами.

Более низкое содержание исследуемой группы пигментов, по сравнению с сортами винограда, плоды которых были окрашены в темно-синий цвет, было обнаружено в кожуре винограда сортов Тайфи, Кишмиш крымский розовый и Ред Глоб. В данном случае относительное содержание антоцианов варьировало в пределах от  $0,03 \pm 0,02$  до  $0,38 \pm 0,03$  отн. ед.

Очевидно, что в исследуемых сортах винограда, кожура которых была окрашена в желто-зеленый цвет, антоцианы практически не обнаруживались. К таким сортам относились Кишмиш и Султана.

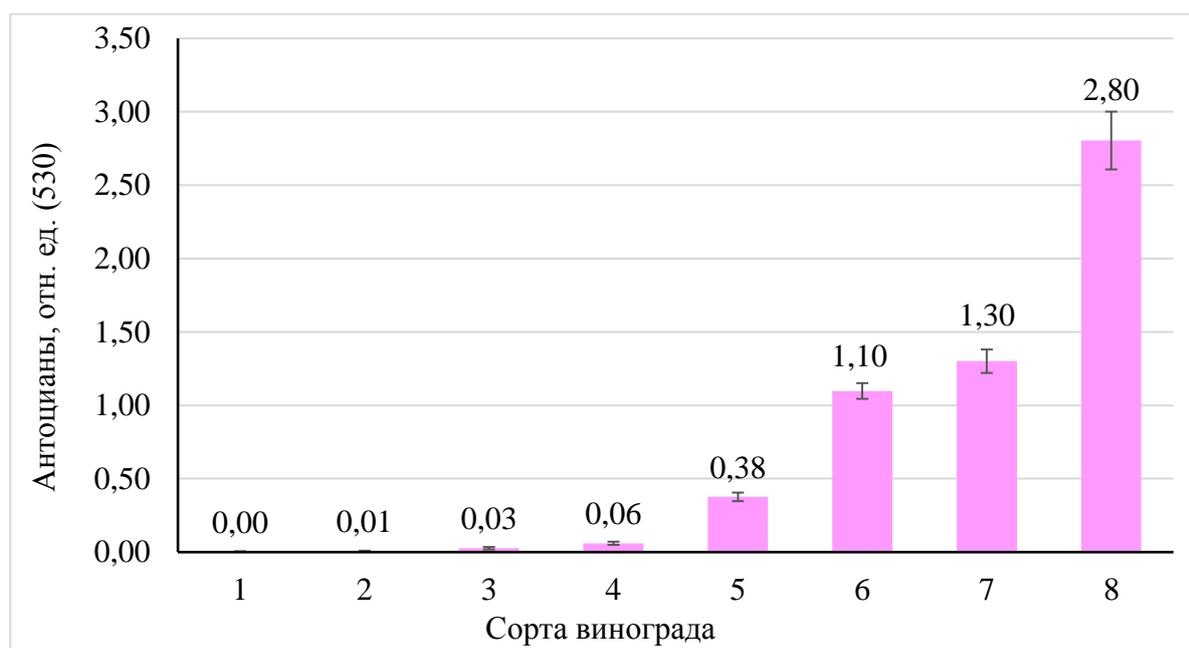


Рисунок – Относительное содержание антоцианов в коже винограда разных сортов: 1 – Кишмиш, 2 – Султана, 3 – Тайфи, 4 – Кишмиш крымский розовый, 5 – Ред Глоб, 6 – Мерседес, 7 – Одесский сувенир, 8 – Синий

**Заключение.** Среди исследуемых сортов винограда, представленных в розничной торговле Республики Беларусь, таких как Кишмиш, Султана, Тайфи, Кишмиш крымский розовый, Ред Глоб, Мерседес, Одесский сувенир и Синий, выявлен наиболее ценный сорт с точки зрения биологической активности и пищевой ценности – сорт Синий, импортируемый в Республику Беларусь из Республики Молдова. Благодаря высокому содержанию антоцианов в коже плодов данного сорта, можно предположить значительную антиоксидантную активность данного продукта.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабой, В. А. Фенольные соединения виноградной лозы: структура, антиоксидантная активность, применение / В. А. Барабой // Биотехнология. – 2009. – Т. 2, № 2. – С. 67–75.
2. Prior, R. L. Anthocyanins: Structural characteristics that result in unique metabolic patterns and biological activities / R. L. Prior, X. Wu // Free Radical Res. – 2006. – Vol. 40. – P. 1014–1028.
3. Ferrières, J. The french paradox: lessons for other countries / J. Ferrières // Heart. – 2004. – Vol. 90. – P. 107–111.
4. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1978. – 312 с.

**К содержанию**

УДК 57.044

**К. ЧЖАО**

Минск, БГУ

Научный руководитель – О. Г. Яковец, канд. биол. наук, доцент

**ВЛИЯНИЕ ЭПИНА НА ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПРОМЕТРЕКСОМ  
ФЛО И ХИЗАЛОФОП-П-ЭТИЛОМ ИЗМЕНЕНИЯ  
СОДЕРЖАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ  
В ПРОРОСТКАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**Актуальность.** Препарат «Эпин-Экстра» (Э, д.в. 24-эпибрассинолид) обладает ярко выраженным антистрессовым действием. Благодаря входящему в его состав брассиностероиду способен поддерживать нормальное функционирование иммунной системы растения, особенно в неблагоприятных условиях, например при температурных воздействиях, недостатке кислорода, засухе, засолении почвы, болезнях, действии пестицидов.

**Цель** – исследование на проростках пшеницы защитного действия данного препарата к гербицидному стрессу.

**Материалы и методы.** Эксперименты проводили на 10-дневных проростках яровой пшеницы сорта Любава, выращенных рулонным методом [1]. Семена пшеницы (10 г) перед посадкой сначала в течение 15–20 минут обрабатывали слабо розовым раствором  $\text{KMnO}_4$ , затем промывали дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$  и замачивали в течение 24 часов в 10 мл  $\text{H}_2\text{O}$  /  $10^{-7}$  М (по д.в) эпина-экстра в термостате при температуре 24–26 °С. Проростки выращивались при температуре  $20 \pm 2$  °С, естественном освещении и за одни сутки до эксперимента обрабатывались прометрексом Фло (*П*) и хизалофоп-П-этилом (*ХЗФ*) в концентрациях  $10^{-6}$  М,  $10^{-5}$  М,  $10^{-4}$  М путем помещения рулонов в сосуды с растворами гербицидов (контроль –  $\text{H}_2\text{O}$ ). Количественное определение содержания фотосинтетических пигментов (ФСП) проводили с помощью спектрофотометрического анализа ацетоновой вытяжки пигментов без их предварительного разделения по стандартной методике [2].

**Результаты исследований.** Характер изменения содержания ФСП в проростках пшеницы, выращенных из замоченных предварительно в  $\text{H}_2\text{O}$  семян, в присутствии гербицидов *П* и *ХЗФ* качественно не отличался, о чем уже сообщалось ранее [3]: с ростом в среде выращивания концентрации гербицидов эффекты уменьшались (рисунок 1). Выявленные количественные изменения свидетельствуют о том, что *ХЗФ* оказывал более сильное действие на проростки пшеницы, чем *П*.

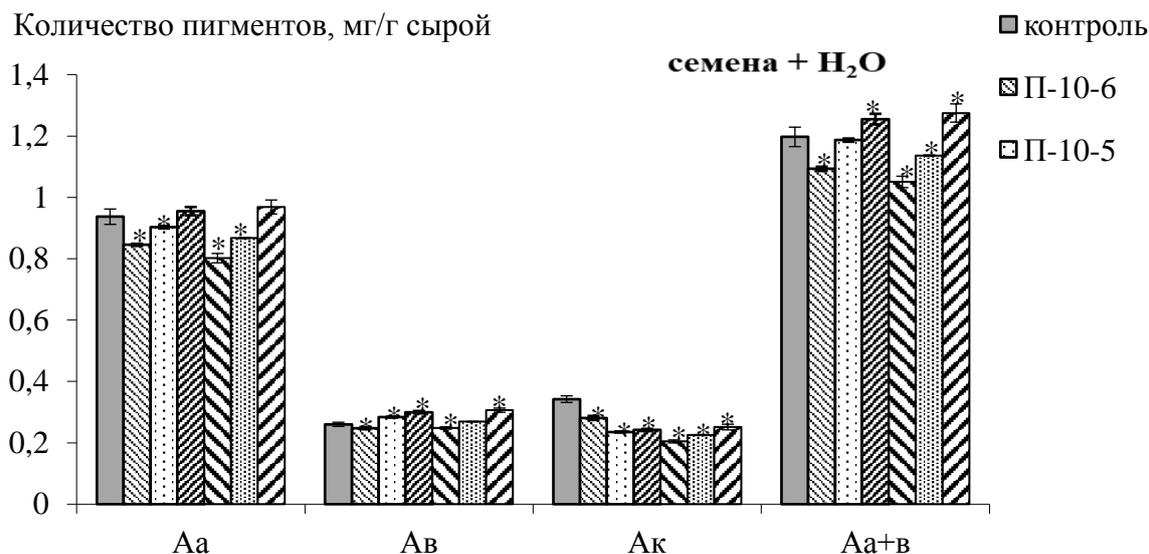


Рисунок 1 – Зависимость содержания хл *a* (Aa), хл *b* (Av), каротиноидов, хл *a* + хл *b* (A<sub>a+b</sub>) в 10-дневных проростках яровой пшеницы сорта Любава от концентрации в среде выращивания П и ХЗФ (семена замачивались в H<sub>2</sub>O). \* – различия по сравнению с контролем достоверны при уровне значимости  $p \leq 0,05$

Характер изменения содержания ФСП в проростках пшеницы, выращенных из предварительно замоченных в Э семян, под действием гербицидов меняется (рисунок 2).

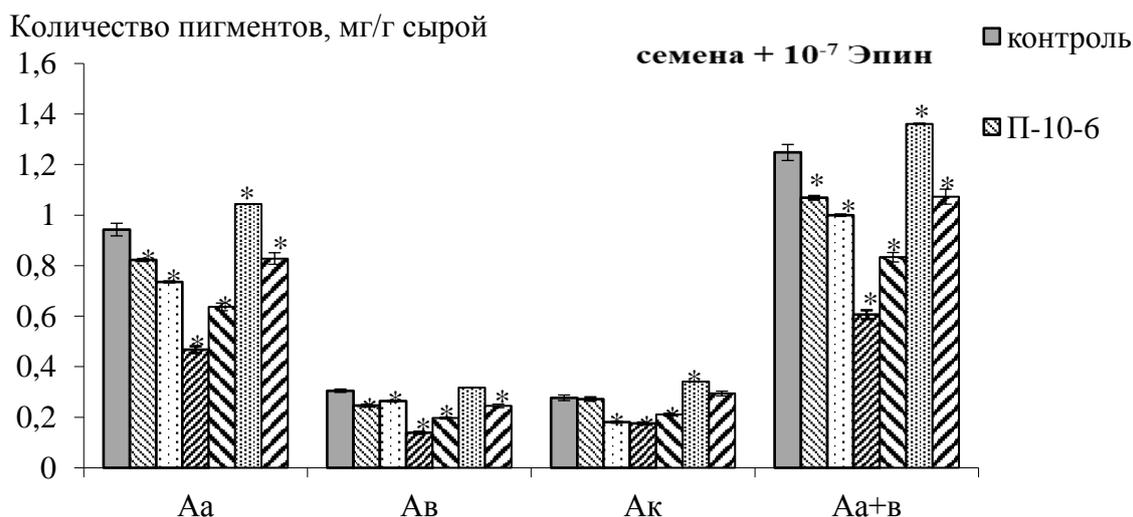


Рисунок 2 – Зависимость содержания хл *a* (Aa), хл *b* (Av), каротиноидов, хл *a* + хл *b* (A<sub>a+b</sub>) в 10-дневных проростках яровой пшеницы сорта Любава от концентрации в среде выращивания П и ХЗФ (семена замачивались в 10<sup>-7</sup>М Э). \* – различия по сравнению с контролем достоверны при уровне значимости  $p \leq 0,05$

В присутствии  $10^{-6}$  М *П* наблюдалось достоверное уменьшение количества хл *a* в 1,2 раза по сравнению с контролем. При действии  $10^{-5}$  М гербицида содержание данного пигмента достоверно уменьшалось в 1,3 раза. В концентрации  $10^{-4}$  М *П* вызывал уменьшение количества хл *a* в 2 раза. Количество хл *b* под действием  $10^{-6}$  М *П* достоверно уменьшалось в 1,2 раза, в присутствии гербицида в концентрации  $10^{-5}$  и  $10^{-4}$  М достоверно уменьшалось в 1,2 и 2,2 раза соответственно. Содержание каротиноидов под действием  $10^{-6}$  М *П* достоверно не изменялось и достоверно уменьшалось в присутствии  $10^{-5}$  и  $10^{-4}$  М в 1,6 раза. Сумма хл *a* + хл *b* в присутствии  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$  и  $10^{-4}$  М *П* достоверно уменьшалась в 1,2, 1,3 и 2,1 раза соответственно.

В присутствии *ХЗФ* в концентрации  $10^{-6}$  М зафиксировано достоверное уменьшение количества хл *a* в 1,5 раза по сравнению с контролем. При выращивании проростков в  $10^{-5}$  М *ХЗФ* содержание хл *a* было достоверно выше, чем в контроле в 1,1 раза. В присутствии  $10^{-4}$  М *ХЗФ* наблюдалось достоверное уменьшение содержания хл *a* в 1,1 раза. Содержание хл *b* под действием  $10^{-6}$  М *ХЗФ* уменьшалось по сравнению с контролем в 1,6 раза. В присутствии  $10^{-5}$  М *ХЗФ* не выявлено достоверных изменений в содержании хл *b*. В концентрации  $10^{-4}$  М *ХЗФ* уменьшал количество хл *b* в 1,3 раза. Содержание каротиноидов в присутствии  $10^{-6}$  М *ХЗФ* уменьшалось по сравнению с контролем в 1,3 раза. Под действием  $10^{-5}$  М *ХЗФ* происходило достоверное увеличение количества каротиноидов в 1,2 раза, а под действием  $10^{-4}$  М достоверных изменений не выявлено. В присутствии  $10^{-6}$  М *ХЗФ* выявлено уменьшение содержания суммы хлорофиллов в 1,5 раза, а под действием  $10^{-5}$  М *ХЗФ* – рост в 1,1 раза. В присутствии  $10^{-4}$  М *ХЗФ* содержание суммы хлорофиллов было достоверно ниже, чем в контроле, в 1,2 раза.

**Заключение.** В отличие от первой серии экспериментов, с ростом концентрации *П* его ингибирующее влияние на содержание ФСП в проростках, выращенных из обработанных эпином-экстра семян, возрастает, а не уменьшается; индуцируемое *ХЗФ* уменьшение содержания хлорофиллов в данных проростках было более, а каротиноидов – менее выражено. Отличительной особенностью действия *ХЗФ* был вызываемый рост количества ФСП в концентрации  $10^{-5}$  М. Аналогичная закономерность была выявлена нами ранее в отношении роста содержания продуктов ПОЛ под действием *ХЗФ* в данной концентрации [4]. Действие протестированных гербицидов на проростки пшеницы, выращенные из обработанных Э семян, изменяется. Если на проростки пшеницы, выращенные из не обработанных регулятором роста семян, *ХЗФ* оказывает более сильное действие, чем *П*, то на выращенные из обработанных семян – менее сильное.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев, В. А. Эффективность проращивания семян в рулонах / В. А. Зайцев, О. М. Корсакова, И. В. Жукова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 11. – С. 39–40.
2. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова. – М. : Академия, 2003. – 256 с.
3. Яковец, О. Г. Влияние гербицидов различных классов на содержание фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы / О. Г. Яковец, К. Чжао // Клеточная биология и биотехнология растений : тезисы III Международ. науч.-практ. конф., Минск, 24–27 мая 2022 г. – Минск : БГУ, 2022. – С. 80.
4. Яковец, О. Г. Влияние эпина на содержание продуктов ПОЛ в проростках пшеницы при гербицидном стрессе / О. Г. Яковец, Д. Дурдыева // Клеточная биология и биотехнология растений : тезисы III Международ. науч.-практ. конф., Минск, 24–27 мая 2022 г. – Минск : БГУ, 2022. – С. 65.

**К содержанию**

УДК 504.05

**А. А. ЯНЧУК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ПОДБОР КОНЦЕНТРАЦИЙ СВИНЦА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ**

**Актуальность.** Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ), гербицидами, органическими растворителями, радионуклидами является одной из наиболее актуальной проблемой XXI в. Особенно большую опасность предоставляют тяжелые металлы и радионуклиды. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, среди поллютантов, оказывающих негативное влияние на человека, ТМ занимают второе место, уступая лишь пестицидам и значительно опережая такие хорошо известные загрязнители окружающей среды, как двуокись углерода и серы [1].

ТМ, в частности свинец, попадая в почву, оказывает пагубное влияние на фитоценоз. Взаимодействуя с генетическим аппаратом клеток растений, свинец вызывает мутации, оказывает токсическое действие на клетки и ткани, образуя устойчивые соединения с аминокислотами, в результате подавляется рост растений, снижается их продуктивность и устойчивость.

Существует две стратегии защиты растений от тяжелых металлов: снижение действия неблагоприятных факторов и активация защитных функций самого растения. Для защиты растения используются фитогормоны – brassinosteroids. Данный вид защиты является достаточно экономично выгодным, а также не наносит вреда окружающей среде [1].

Для корректной оценки протекторного действия 24-эпикастастерона и его конъюгатов необходимо было подобрать оптимальную концентрацию раствора ионов свинца, которая оказывают выраженное негативное действие на тест-культуру, но не вызывает необратимых последствий, приводящих к гибели или нарушению роста.

**Цель** – подбор концентраций свинца для исследования протекторного действия 24-эпикастастерона и его конъюгатов.

**Материалы и методы.** Для проведения эксперимента в качестве тест-объекта использовали фестулолиум (*Festulolium*). Выбор объекта обусловлен высокой скоростью роста и индикативностью к полиэлементному загрязнению [3].

Опыт проводили в чашках Петри диаметром 9 см. Медленно фильтрующая фильтровальная бумага соответствующего диаметра укладывалась на дно чашек Петри в два слоя, затем в каждую чашку наливали по 5 мл исследуемого раствора и равномерно распределяли семена тест-культуры в количестве 50 штук. Семена выращивали при температуре 20 °С в термостате. В качестве исследуемого раствора использовались растворы нитрата свинца с концентрациями  $1 \cdot 10^{-2}$ ,  $1 \cdot 10^{-3}$ ,  $1 \cdot 10^{-4}$ ,  $1 \cdot 10^{-5}$ ,  $1 \cdot 10^{-6}$ , в качестве контроля использовали дистиллированную воду. Все варианты были заложены в трех повторностях. По мере необходимости осуществляли дополнительный полив соответствующими растворами, не допуская переувлажнения. В ходе проведения опыта чашки Петри расставлялись в случайном порядке и периодически перемешивались.

В соответствии с ГОСТом [2] определяли лабораторную всхожесть (в %), измеряли длину корня и длину побега тест-объекта. Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета Excel Microsoft Office.

**Результаты исследований.** Морфометрические параметры для оценки оптимальной концентрации ионов свинца приведены в таблице. Семена фестулолиума, подвергнутые действию ионов свинца в концентрации  $1 \cdot 10^{-2}$  М, практически не взошли, поэтому данные по этой концентрации не приводятся.

Для диапазона концентраций  $10^{-4}$ – $10^{-6}$  М наблюдается небольшое стимулирующее воздействие на морфометрические параметры. Так, длина корня при воздействии названных концентраций увеличивается на 3–4 % по сравнению с контролем. Длина побега увеличивается на 2,6 % при концентрации  $Pb^{2+} 10^{-4}$  М, на 3,71 % при концентрации  $Pb^{2+} 10^{-5}$  М и на

5,7 % при концентрации  $Pb^{2+} 10^{-6}$  М. Всхожесть увеличивается на 0,9 % при концентрации  $Pb^{2+} 10^{-4}$  М, на 7,4 % при концентрации  $Pb^{2+} 10^{-5}$  М и на 9,6 % при концентрации  $Pb^{2+} 10^{-6}$  М. Достоверно значимые различия с контролем (по t-критерию Стьюдента) получены для корня в концентрации  $Pb^{2+} 10^{-3}$  М (35,7 мм), для показателя всхожести в концентрации  $Pb^{2+} 10^{-5}$  М (81,3 %) и для побега в концентрации  $Pb^{2+} 10^{-6}$  М (74,2 мм).

Таблица – Влияние ионов свинца на морфометрические параметры начальных этапов роста фестулолиума

| Вариант опыта        | Корень       | Побег        | Всхожесть    |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
|                      | Длина, мм    | Длина, мм    | %            |
| Контроль             | 68,9 ± 2,01  | 70,0 ± 1,73  | 75,3 ± 1,76  |
| $Pb^{2+}, 10^{-3}$ М | 35,7* ± 1,36 | 68,6 ± 1,66  | 82,0 ± 3,06  |
| $Pb^{2+}, 10^{-4}$ М | 71,0 ± 1,77  | 71,9 ± 1,70  | 76,0 ± 2,31  |
| $Pb^{2+}, 10^{-5}$ М | 70,3 ± 2,23  | 72,7 ± 1,96  | 81,3* ± 1,76 |
| $Pb^{2+}, 10^{-6}$ М | 71,7 ± 1,83  | 74,2* ± 1,78 | 83,3 ± 3,33  |

Примечание – \* – отмечены статистически достоверные различия.

При концентрации ионов свинца  $10^{-3}$  М наблюдается уменьшение длины вегетативных органов (длины корня на 48 %, длины побега на 2 % по сравнению с контролем), наиболее существенно воздействие данной концентрации сказывается на росте корня, для которого различия с контролем статистически достоверны.

На всхожесть растений концентрация ионов свинца  $10^{-3}$  М практически не повлияла: при концентрации  $Pb^{2+} 10^{-3}$  М всхожесть увеличилась на 8,17 %. Однако отличие от контроля не является статистически значимым.

**Заключение.** Таким образом, оптимальной концентрацией ионов свинца для дальнейшего исследования протекторного действия 24-эпикастастерона и его конъюгатов является концентрация  $Pb^{2+} 10^{-3}$  М.

При данной концентрации наблюдается уменьшение длины корня и побега, наиболее чувствительным параметром в условиях лабораторного опыта является длина корня фестулолиума.

При меньших исследованных концентрациях ( $10^{-4}$ – $10^{-6}$  М) наблюдается незначительный стимулирующий эффект, при большей концентрации ( $10^{-2}$  М) семена фестулолиума практически не всходят.

*Работа выполнена в рамках НИР «Оценка влияния природных брассиностероидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений» подпрограммы 2.3 «Химические основы процессов жизнедеятельности (Биооргхимия)» ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» на 2021–2025 гг.*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабовская, Н. И. Протекторное действие на растения препаратов, содержащих brassinosteroids, в условиях загрязнения среды свинцом (обзор) / Н. И. Грабовская, О. Н. Бабенко // Journal of Siberian Federal University. Biology. – 2020. – Vol. 13, № 2. – С. 129–163.

2. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. 19.12.1984. – М. : Стандартиформ, 2011. – 64 с.

3. Колбас, А. П. Структурные и функциональные ответы растений на полиэлементное загрязнение в почвенных сериях / А. П. Колбас, Н. Ю. Колбас, М. А. Пастухова // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Білогія. Навукі аб Зямлі. – 2021. – № 1. – С. 23–33.

**К содержанию**