

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

ПРИРОДА, ЧЕЛОВЕК И ЭКОЛОГИЯ

Электронный сборник материалов
XII Республиканской научно-практической конференции
молодых ученых

Брест, 2 апреля 2025 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2025

ISBN 978-985-22-0884-0

Об издании – 1, 2

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

1 – сведения об издании

УДК 504+546+574+575+631+632+636+613+614+616+581+582+595+599
ББК 24+28.0+40.0+74

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук, доцент **С. Э. Кароза** (отв. ред.)
кандидат биологических наук, доцент **А. Н. Тарасюк**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **И. Д. Лукьянчик**

Рецензенты:

заведующий лабораторией оптимизации экосистем
ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»
кандидат биологических наук, доцент **В. Т. Демянчик**
доцент кафедры городского и регионального развития
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»
кандидат биологических наук, доцент **И. В. Абрамова**

Природа, человек и экология : электрон. сб. материалов XII Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 2 апр. 2025 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. Э. Кароза (отв. ред.), А. Н. Тарасюк, И. Д. Лукьянчик. – Брест : БрГУ, 2025. – 228 с. – URL: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/10358>.
ISBN 978-985-22-0884-0.

В сборник включены материалы, посвященные решению актуальных проблем экологии растений, животных и человека. Рассмотрены экологические аспекты систематики, морфологии и анатомии растений, вопросы биоиндикации и биотестирования состояния окружающей среды, сохранения здоровья человека, защиты окружающей среды на предприятиях, а также применения современных методов биотехнологии и синтеза биологически активных веществ в сельскохозяйственном производстве.

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

Разработано в формате pdf.

УДК 504+546+574+575+631+632+636+613+614+616+581+582+595+599
ББК 24+28.0+40.0+74

Текстовое научное электронное издание

Системные требования:

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

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

ВПЕРЕД

2 – производственно-технические сведения

- Использование ПО: Windows 10, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, технический редактор Е. С. Мизерия, корректор Е. С. Мизерия, компьютерный набор и верстка С. Э. Кароза;
- дата размещения на сайте: 03.05.2025.
- объем издания: 3,97 МБ;
- производитель: учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 224016, г. Брест, ул. Мицкевича, 28. Тел.: 8(0162) 21-70-55. E-mail: rio@brsu.by.

ВПЕРЕД

СОДЕРЖАНИЕ

Белый И. А. Возможности использования опавшей листвы в органическом земледелии.....	9
Березина С. В., Ермолович О. С. Влияние музыки на когнитивные процессы человека	10
Боброва Е. Г. Актуальность медицинской биологии и экологии человека в изучении и решении проблем клещевых инфекций.....	13
Боровик А. А. Влияние электромагнитного излучения на морфометрические показатели <i>Raphanus sativus L.</i>	18
Буславская Е. С. Оценка фото- и цитопротекторных свойств растительных экстрактов из листьев кунжута обыкновенного.....	23
Вальский А. П. Определение теплового эффекта реакций нейтрализации и гидратации при создании альтернативных источников энергии.....	24
Василевский Е. А. Реакция диастереоселективного аллилирования по Барбье для создания целевого углеродного скелета (R)-ипсенола и (S)-ипсиденола, принципиальных компонентов феромонной композиции короедов рода <i>IPS</i>	25
Волощук Х. А. Содержание сахаров в плодах некоторых сортов <i>Vaccinium corumbosum L.</i>	29
Геленко В. Н. Весенняя альгофлора карьерного водоема Косичи	30
Говор К. А. Сравнительная характеристика видового состава булавоусых чешуекрылых в биотопах г. Жлобина и г. Гродно	31
Гордунов Г. А. Мультикомпонентный синтез и анализ потенциальной цитотоксичности <i>in silico</i> новых циклопропансодержащих 1,4-дигидропиридинов.....	32
Горегляд А. С. Скворец обыкновенный (<i>Sturnus vulgaris</i>) в скворечниках центральной части Припятского Полесья	37
Грабок В. А. Оценка влияния имбиря аптечного на условно-патогенные грамположительные микроорганизмы.....	42
Гранковская Т. А. Иксодовые клещи – переносчики клещевых инфекций в разных экосистемах г. Гродно	43
Грицевич А. В. Эколого-ценотическая характеристика <i>Rubus idaeus L.</i> в окрестностях д. Новые Лыщицы Брестского района	47
Давидчук А. В. Видовой состав ксилотрофных грибов лесных фитоценозов окрестностей аг. Русино Барановичского района.....	48
Давыдок А. Д. Влияние электромагнитного излучения на всхожесть и ростовые процессы <i>Capsicum annuum</i>	49
Диковицкая К. Д. Исследование цитотоксичности куркумина и его модифицированных форм в отношении опухолевых клеток линии MCF-7 ..	52
Догель А. Я. Синтез новых 3-гидрокси-3-фенацилиндол-2-онов и <i>in silico</i> анализ их физико-химических и фармакокинетических свойств....	53

Доломбовская А. А. Видовое разнообразие земноводных в водоемах малых населенных пунктов Гродненского района.....	58
Дорофеева А. С. Влияние нанопланта-ультра на физиологические процессы двух сортов <i>Raphanus sativus</i> L.	61
Дорошук А. А. Теоретический анализ программы школьного курса химии с позиции экологии	65
Дубанос Д. А. Динамика содержания углекислого газа в учебных помещениях университета	66
Дуброва Ю. С. Изменение целлюлозолитической способности почв под влиянием некоторых факторов	67
Жигульская В. А. Видовой состав позвоночных и беспозвоночных животных-гидробионтов озер заказника республиканского значения «Выдрица»	70
Жилинская Е. Ю. К анатомии <i>Lens esculenta</i> Moench.	73
Жукович М. А. Методический анализ учебной программы курса химии по теме «Жесткость воды».....	74
Жуковская К. Г. Исследование цитотоксичности хинонсодержащих соединений в отношении клеток аденокарциномы молочной железы	75
Казимиrowa В. С. Мониторинг качества воды родников в г. Гродно.	76
Каспярчук К. І. Аналіз паказчыкаў дамінантных асобін прадстаўнікоў класа Actinopterygii ў вадаёмах наваколля аг. Маравіль Бярозаўскага раёна..	80
Кисляк Е. Д. Аэрогели. Методы синтеза в производственных масштабах и области применения	83
Климук А. Н. Морфологическая оценка состояния листьев фаленопсиса гибридного на этапе перевода растений в нестерильные условия	84
Кобятко Е. А., Крот А. А. Влияние биопрепарата «Профит мультибактериальный комплекс» на энергию прорастания и всхожесть <i>Lepidium sativum</i> L. в условиях техногенного загрязнения.....	85
Конопацкая О. А. Сравнительный анализ выбросов оксидов азота промышленными предприятиями Лунинецкого района (Брестская область)	88
Корень П. И. Влияние хлоридного засоления на физиологические процессы <i>Tagetes patula</i> L.	89
Корнелюк В. В. Влияние нитрата свинца на частоту кроссинговера в сегменте <i>scarlet-ebony</i> хромосомы III дрозофилы	92
Крот А. А., Кобятко Е. А. Влияние регулятора роста «Мальтамин» на посевные качества семян кресс-салата в условиях техногенного загрязнения почв	93
Кузнецова Д. А. Исследование пределов толерантности мезофильных дрожжей к неблагоприятным факторам	96
Кунда Д. О. Видовое разнообразие наземных жесткокрылых экосистем д. Приборowo и ее окрестностей.....	101

Кухаренко И. М. Органолептические свойства домашнего пива с добавлением концентрированного сока ягод	104
Лайкова А. А. Особенности распространения и гнездования городской ласточки на территории г. Гродно.....	105
Лакисов К. Р. Сравнительный анализ влияния стрессовых условий на психрофильные и мезофильные дрожжи.....	106
Лемачко Е. А. Показатели качества хлебобулочных изделий функционального назначения, изготовленных с использованием нетрадиционного сырья и биодобавок.....	111
Литвина А. С. Экологичность шпона при производстве мебели	116
Лукашик П. А. Фитосбор для стимуляции физиологических показателей у цыплят-бройлеров	117
Лях М. В. Биосурфактанты психротолерантных дрожжей Восточной Антарктиды: скрининг и характеристика	118
Мелюх А. В. Рострегулирующее действие эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на морфометрические параметры амаранта трехцветного сорта Иллюминация	123
Миколайчик И. А. Видовое разнообразие мышевидных грызунов в разных типах биоценозов Щучинского района.....	124
Минеева П. В. Выявление характера взаимодействия между декоративными растениями	125
Мисюля Д. И. Действие на <i>Azotobacter chorococcum</i> некоторых производных 4H-хромена	129
Михальчук А. А. Влияние нитратов свинца и кадмия на митоз клеток корневой меристемы ячменя обыкновенного (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	134
Назарова В. В. Формирование экологических понятий в дисциплине «Биология. 7 класс»	135
Некрасевич В. Л. Влияние эпикастастерона и его тетраасукцината на рост и развитие гречихи посевной сорта Омега в вегетационном эксперименте.....	136
Нестерович Ю. И. Видовое разнообразие и экологическая дифференциация орнитокомплексов урбанизированных территорий г. Гродно	140
Палош Р. В. Таксономический состав цветковых растений рудеральных биотопов г. Барановичи.....	141
Патейчук Я. А. Формирование экологических понятий при изучении кольчатых червей (Биология. 8 класс).....	142
Пригодич К. Н. Распространенность пчеловодства в Республике Беларусь и особенности выбора пчелами опыляемых растений	143
Пташиц Е. А. Мелиорирующие свойства экосила и оксидата торфа при проращивании семян овса на почве с гербицидом «Боксер-КЭ»	144

Пушило А. Н. Шляпочные грибы окрестностей г. п. Телеханы Ивацевичского района	147
Радовская А. В. Определение количества антоцианов в различных видах растений.....	148
Рапинчук А. В. Влияние гуминовых кислот на биомассовые характеристики корня и стебля <i>Raphanus sativus</i> L.	151
Ревуцкий С. П. Влияние электромагнитного излучения с тепловым подогревом на пигментный состав <i>Ocimum basilicum</i> L. сорта Леттус лиф	154
Реджепов Д. С. Влияние тетраасукцината 24-эпикастастерона на рост и развитие гречихи посевной (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) сорта Альфа.....	158
Репетуева Ж. Я., Сапсалева А. А. Фитопатогенные микромицеты, чужеродные для Беларуси, выявленные в Могилевском районе	162
Русавук М. В. Изменение ростовых параметров подсолнечника однолетнего при экзогенной обработке brassinosterоидами	167
Савчук В. В. Влияние тетраиндолилacetата 24-эпикастастерона на митотическую активность клеток корневой меристемы ячменя обыкновенного	171
Самусенко В. А. Современное состояние макрозообентоса рек Белая и Лесная Правая на территории национального парка «Беловежская пуща»	172
Свиридюк А. С. Трофическая специализация почвенных жесткокрылых на примере биотопов Кобринского района Брестской области	173
Свистун Ю. А. Создание электронного ресурса «Воздействие электромагнитного излучения на живые организмы»	174
Симонюк Г. А. Влияние пищевой добавки E250 на плодовитость лабораторной линии <i>Berlin</i> дрозофилы.....	175
Слиж Д. А. Влияние brassinosterоидов на содержание общего белка базидиальных грибов.....	176
Смоляг В. А. Видовое разнообразие отряда Чешуекрылые (Lepidoptera) экосистем г. Бреста и его окрестностей.....	180
Солодуха Е. П. Интродуцированные североамериканские виды древесных и кустарниковых растений на озелененных территориях г. Бреста	185
Сосна А. В. Вариабельность пластических признаков плотвы обыкновенной реки Неман (в пределах г. Гродно).....	190
Станиславец А. И. Анализ рострегулирующей активности 24-эпикастастерона и его тетраасукцината на примере овса посевного (<i>Avena sativa</i> L.) в вегетационном эксперименте	193
Таранюк Е. А. Реакция лабораторной линии <i>Berlin</i> дрозофилы на действие нитрата свинца	196

Тарасюк А. П. Инвазивные растения в придорожных сообществах окрестностей д. Черни	197
Терёхина П. С. Экологизация содержательного аспекта внеклассных мероприятий по дисциплине «Биология. 7 класс»	198
Торчило М. В. Идентификация <i>HLA</i> -фенотипа человека серологическим и молекулярно-генетическими методами	199
Фалитар М. В. Влияние нитрата кобальта на продолжительность жизни мутантов <i>yellow</i> дрозофилы.....	200
Франтов Д. И. <i>In vitro</i> исследование антибактериальных свойств <i>n</i> -ацетил-2-пиразолинов с циклопропансодержащими фрагментами	201
Франчук О. Н., Кайдалова М. О. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях вишни обыкновенной сорта Облачинска при разных стратегиях обработки	204
Халецкая Е. И. Изучение растворимости салициловой кислоты в присутствии циклодекстринов	205
Чипурных Е. В. Изменение посевных и биомассовых показателей <i>Lepidium sativum</i> L. под влиянием некоторых почвенных добавок в условиях засоления	208
Шакурн К. С., Козловская В. А. Структура хлопьев активного ила при очистке сточных вод, содержащих красители	211
Шандаевский Н. В., Юдина В. В. Роль функциональной асимметрии полушарий головного мозга в учебной деятельности студентов.....	212
Швайко П. С. Анализ металлопротекторной активности 24-эпикастастерона и его тетраэтиксукцината в отношении ионов свинца на примере гречихи посевной сорта Влада в вегетационном эксперименте..	215
Шейн Е. В. Структура сообществ гидробиотных беспозвоночных (на примере водоемов Волковысского района)	218
Шилко Г. Д. Мелкодисперсные взвешенные частицы придорожного воздуха г. Гродно.....	219
Юдина В. В., Шандаевский Н. В. Использование биологически активных веществ в рационе студентов.....	220
Юдина О. А., Козловская В. А. Бактериальная деструкция текстильных красителей	223
Юркевич Д. А. Особенности фенотической структуры раковин <i>Serapea nemoralis</i> L. в природных популяциях Брестского района.....	224
Ядловская Л. И. Эффективность использования препарата «Оксидат торфа» как почвенного мелиоранта для снижения фитотоксичности гербицида «Лазурит»	227

И. А. БЕЛЫЙ

Брест, Брестский областной лицей имени П. М. Машерова

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

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПАВШЕЙ ЛИСТВЫ
В ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

Актуальность. Органическое земледелие открывает новые перспективы для многих стран мира, в том числе и для Республики Беларусь, где это направление сельского хозяйства начинает активно развиваться. Основные принципы органического земледелия заключаются в минимальной механической обработке почвы, соблюдении севооборота, применении только органических удобрений и биоразлагаемых улучшителей почвы. В органическом земледелии актуальным является разработка подходов защиты почвы укрывным материалом, т. е. ее мульчирование.

Цель – теоретически и практически обосновать возможность использования листового опада в качестве мульчи на приусадебном участке.

Материалы и методы. Объект исследования – листового опад. Предмет исследования – оптимизация методических подходов в создании листового мульчаграма как приема органического земледелия.

Выводы. Первые попытки использования опавшей листвы для мульчирования грядок на приусадебном участке в д. Петьки Кобринского района были нами предприняты в 2022 г. Весной посадку овощных культур производили не в ямы или борозды, а в проколотые черенком лопаты отверстия, сверху присыпая смесью огородной земли и перегноя из опавшей листвы. Мульчированием почвы занимались осенью: укладывали опавшую листву на грядки, прижимали тяжелым грузом, чтобы ветер не разносил ее по всему участку. Самым трудоемким этапом был развоз листвы по грядкам тачкой и ее раскладка вручную. Поэтому возникла необходимость в усовершенствовании процесса мульчирования почвы опавшей листвой как важного приема органического земледелия и создании листового мульчаграма. Перспективность использования листового опада в качестве мульчи может быть связана с простотой использования, защитой посадок от сорной травы, защитой корней от перегрева, от заморозков, переувлажнения и высыхания, доступностью в нашем регионе по сравнению с кокосовым мульчаграмом. Приготовленный нами листового мульчаграм будет проверен нами на посадках картофеля в предстоящий вегетационный период, а урожайность будет сравнена с контролем, выращенным на участке традиционным способом.

К содержанию

С. В. БЕРЕЗИНА, О. С. ЕРМОЛОВИЧ

Брест, лицей № 1 имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, учитель

ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЧЕЛОВЕКА

Актуальность. Музыка воздействует на различные аспекты нашего восприятия и эмоционального состояния. Исследования в данной области продолжаются и по сей день. Многие из них направлены на создание новых методов обучения с целью повышения продуктивности, развития креативности и повышения уровня внимательности [1]. В наши дни с развитием цифровых технологий это становится особенно необходимым. Поэтому вопрос о влиянии музыки на когнитивные процессы человека является весьма актуальным [2].

Цель – изучить влияние различных стилей музыки на когнитивные процессы человека.

Материалы и методы. Эксперимент был проведен среди 12 учащихся 11 класса ГУО «Лицей № 1 имени А. С. Пушкина г. Бреста». Мы подготовили четыре варианта самостоятельной работы по математике, состоящей из трех номеров. Два из них были взяты из сборника задач 9 класса, один – из недавно пройденной темы 11 класса. Задачи каждого варианта были аналогичны. Каждому из участников эксперимента предлагалось решить четыре варианта данной самостоятельной работы под разные жанры музыки: вариант 1 – джаз, вариант 2 – поп, вариант 3 – классическая музыка и вариант 4 – рок. Ограничений по времени не было, все справлялись с заданием со своей скоростью. Одним из важных условий было то, что сразу после написания работы они не должны были ее проверять. В ходе проведения эксперимента мы фиксировали время сдачи работы каждым учащимся, наблюдали за тем, как вели себя участники эксперимента в зависимости от музыки, которая играла.

После проведения данного эксперимента все работы были проверены на правильность решений, были выписаны все виды ошибок, допущенных учащимися. Также работы каждого варианта были проанализированы по нескольким критериям.

Результаты исследований. В результате проведенных экспериментов нами были установлены следующие результаты. Результаты оценки количества правильно решенных задач во время прослушивания джаза (вариант 1) представлены на рисунке 1.

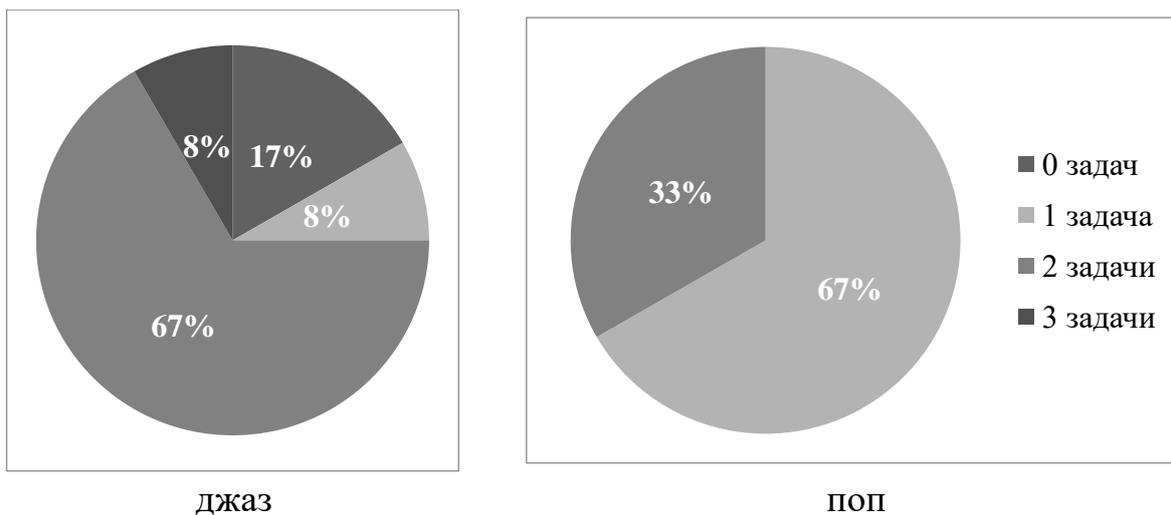


Рисунок 1 – Количество решенных задач

В варианте 1 все три задачи правильно решили 8 % учащихся, 17 % показали отрицательный результат, не решив правильно ни одной задачи. 67 % справились с решением двух задач из трех, а 8 % – с решением одной.

Результаты оценки количества решенных задач во время прослушивания поп-музыки (вариант 2) представлены на рисунке 1. В варианте 2 никто не решил три задачи правильно, но и отсутствует категория учащихся, которые не смогли решить ни одной задачи. 67 % справились с решением одной задачи из трех, а 33 % – с решением двух.

Результаты оценки количества решенных задач во время прослушивания классической музыки (вариант 3) представлены на рисунке 2. В варианте 3 все задачи правильно решили 33 % учащихся, отсутствуют учащиеся, которые не смогли решить ни одной задачи. 50 % справились с решением двух задач из трёх, а 33 % – с решением одной. Результаты оценки количества решенных задач во время прослушивания рок-музыки (вариант 4) представлены на рисунке 2. В варианте 4 все три задачи правильно решили 8 % учащихся, также нет учащихся, которые не смогли решить ни одной задачи. 33 % справились с решением двух задачи из трех, а 59 % – с решением одной.

Таким образом, установлено, что во время прослушивания джаза определенная категория учащихся не смогла решить правильно ни одной задачи. Это может быть связано как с воздействием данного музыкального стиля, так и с тем обстоятельством, что данные типы задач учащиеся решали в первый раз (вариант 1). Одну или две из задач правильно решили все учащиеся при прослушивании музыки любого стиля. Больше всего решивших одну задачу было при прослушивании поп и рок-музыки – 67 и 59 % соответственно, меньше всего – при прослушивании джаза – 8 %. 33 % уча-

шихся решили правильно две задачи при прослушивании поп и рок-музыки, а больше всего решивших две задачи было во время прослушивания джаза – 67 %. Все три задачи не смогли решить учащиеся во время прослушивания поп-музыки (вариант 2), во всех остальных вариантах присутствует категория учащихся, решивших все задачи правильно. Однако количество решенных задач различно: больше всего решивших все задачи было в варианте 3 (классическая), намного меньше в вариантах 1 (джаз) и 4 (рок) – по 8 %.

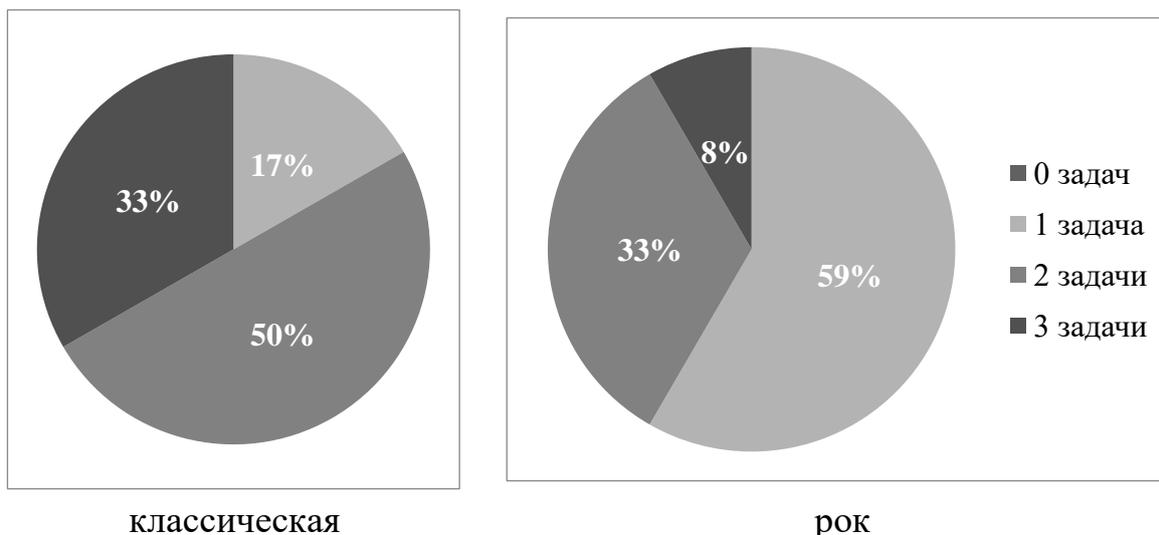


Рисунок 2 – Количество решенных задач

Выводы. Проведенные исследования позволили сделать общий вывод, что прослушивание классической музыки способствует увеличению количества правильно решенных математических задач, прослушивание других стилей снижает эту способность [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сведения о музыкальных жанрах. – URL: <https://www.startlemusic.com/blog/music-genres-explained> (дата обращения: 28.09.2024).
2. Павлов, А. Е. Музыкальная деятельность и ее мозговая организация / А. Е. Павлов // Вестник Московского университета. Серия 14, Психология. – 2007. – № 4. – С. 92–98.
3. Исследования о восприятии мозгом музыки. – URL: <https://naked-science.ru/article/medicine/nejrohichityvaet-muzyku> (дата обращения: 28.09.2024).

К содержанию

Е. Г. БОБРОВА

Каменец, Каменецкий районный центр гигиены и эпидемиологии

АКТУАЛЬНОСТЬ МЕДИЦИНСКОЙ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА В ИЗУЧЕНИИ И РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ

Актуальность. Медицинская биология – это фундаментальная наука, изучающая жизнь и ее проявления в контексте здоровья и болезни человека. Она исследует молекулярные, клеточные и организменные механизмы, определяющие нормальное функционирование организма и развитие патологических процессов. Экология человека, в свою очередь, изучает взаимодействие человека с окружающей средой. Она рассматривает влияние факторов окружающей среды (физических, химических, биологических и социальных) на здоровье человека и исследует способы минимизации негативного воздействия. Эта область тесно связана с гигиеной, эпидемиологией и профилактической медициной. Медицинская биология и экология человека играют ключевую роль в понимании механизмов передачи, распространения и профилактики заболеваний. В сферу интересов как медицинской биологии, так и экологии входит медицинская энтомология.

Медицинская энтомология – наука, изучающая болезни человека, вызываемые членистоногими или передающимися членистоногими, и исследующая возбудителей этих болезней [1]. Медицинская энтомология возникла на стыке таких наук, как биология и медицина, является комплексной медико-биологической дисциплиной.

Медицинская акарология, изучающая клещей как переносчиков болезней, тесно связана с экологией человека, поскольку именно взаимодействие человека с окружающей средой определяет вероятность контакта с клещами и, следовательно, риск заражения клещевыми инфекциями. Изучение биологии переносчиков (клещей), резервуаров инфекции (животных) и особенностей взаимодействия человека с окружающей средой позволяет разрабатывать эффективные стратегии борьбы с клещевыми инфекциями.

Клещевые инфекции представляют серьезную угрозу для здоровья населения. Их распространение обусловлено сложным взаимодействием биологических, экологических и социальных факторов.

Опасность инфекций, переносимых клещами, заключается в том, что могут приводить к инвалидизации, в тяжёлых случаях к летальности.

Цель – изучение ситуации в Каменецком районе по количеству укусов клещей и по заболеваемости клещевым энцефалитом и болезнью Лайма.

Материалы и методы. Учёт численности клещей проводился ежедекадно с помощью флага и расчет ведется количество экземпляров на флаго/км. Норма считается до 0,5 экземпляров клещей на флаго /км. При обнаружении свыше 0,5 экземпляров клещей на эпидзначимых объектах рекомендуются акарицидные обработки территорий. Они проводятся по эпидпоказаниям и с профилактической целью, но на платной основе.

На протяжении ряда лет ведётся постоянный учёт численности укусов клещей. Количество укусов из года в год непостоянно и изменяется.

Результаты и обсуждение. Наиболее распространёнными клещевыми инфекциями в Каменецком районе являются клещевой энцефалит и болезнь Лайма.

Клещевой энцефалит (клещевой весенне-летний энцефалит) (далее – КЭ) природно-очаговая инфекция, характеризующаяся лихорадкой, интоксикацией, поражением центральной и периферической нервной системы и тяжестью течения. В Беларуси встречается западноевропейский вариант КЭ, характерным признаком которого является двухфазное течение острого периода с развитием умеренно выраженных неврологических нарушений, развивающихся преимущественно во второй фазе [2]. Заражение людей вирусом КЭ в природных очагах происходит в результате присасывания вирусофорных клещей (имаго, личинок, нимф).

Болезнь Лайма, или клещевой Лайм-боррелиоз, – это облигатно-трансмиссивное инфекционное заболевание зоонозной природы, характеризующееся преимущественным поражением кожи, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, имеющее хроническое или рецидивирующее течение [2]. Прокормителями клещей в природных очагах болезни выступают более 200 видов диких позвоночных (из них около 130 – мелкие млекопитающие) и 100 видов птиц. В природных очагах возбудители циркулируют между клещами и дикими животными.

Рассмотрим заболеваемость в Каменецком районе за 2010–2024 гг. (рисунок 1). Показатели заболеваемости на 100 тыс. населения варьируют из года в год. За последние два года наблюдается рост клещевых инфекций в Каменецком районе. Случаи летальности не были зарегистрированы в районе за данные периоды времени от этих инфекций.

В практической работе наблюдался случай, когда человек, имеющий пасеку, подвергся нападению пчёл. До этого у него был диагностирован Лайм-боррелиоз. После этого у него были взяты плановые анализы, но результаты были удивительны. Человек оказался здоров. В пчелином яде содержится вещество миллитин, которое, возможно, и воздействует на боррелий. Подобный случай наблюдали и в другой стране [3].

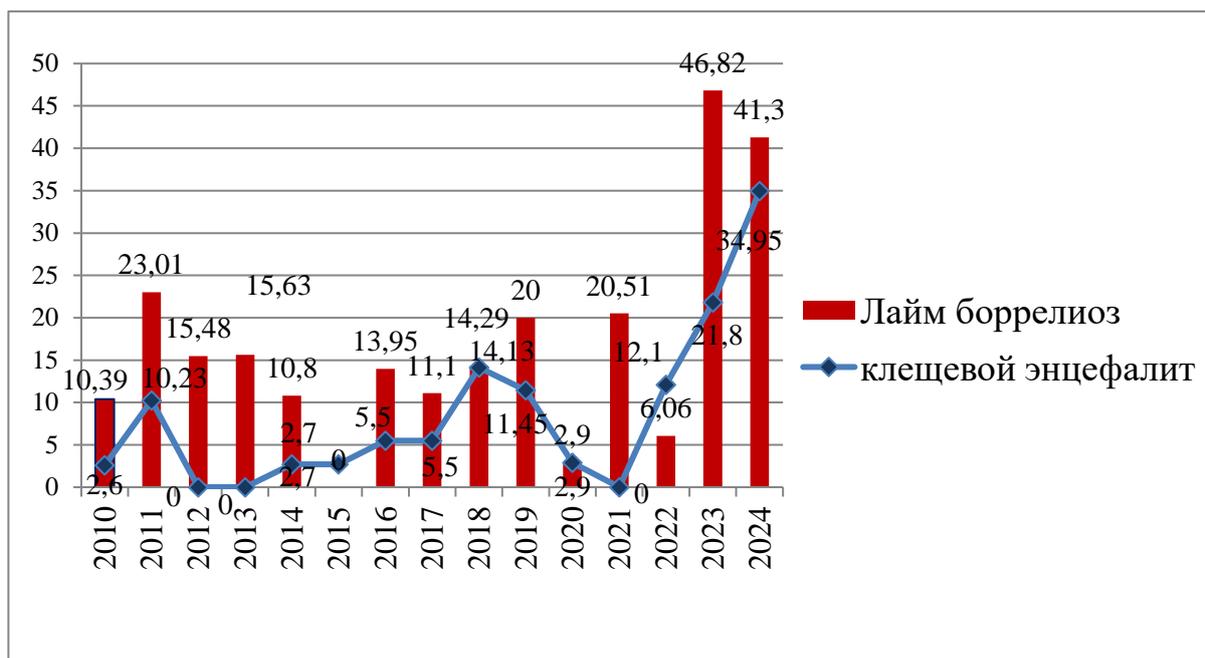


Рисунок 1 – Заболеваемость Лайм-боррелиозом и клещевым энцефалитом на 100 тыс. населения Каменецкого района

В Каменецком районе от укусов клещей страдает как взрослое население, так и дети (рисунок 2).

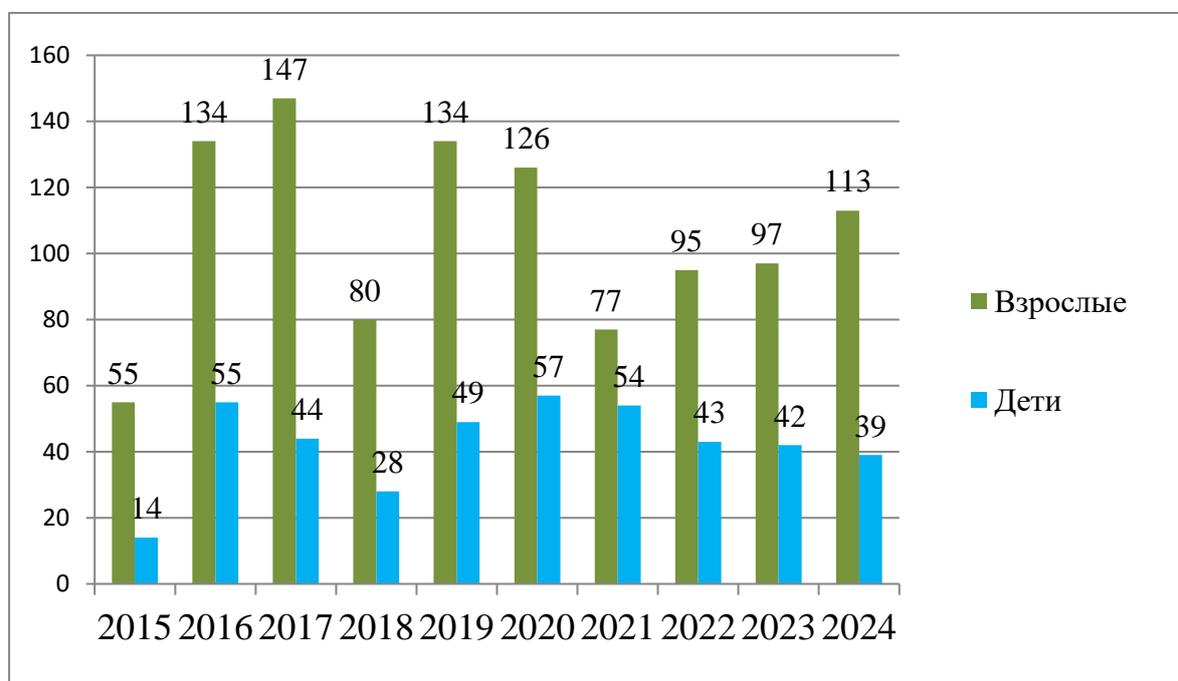


Рисунок 2 – Покусы клещей в Каменецком районе

Анализ поведенческих факторов, таких как привычки людей, при посещении природных территорий, использование защитной одежды и репеллентов, также играет важную роль в оценке риска заражения клещевыми инфекциями. Таким образом, комплексный подход, объединяющий знания из медицинской акарологии и экологии человека, необходим для эффективной профилактики и контроля клещевых инфекций. Это требует тесного сотрудничества между медицинскими работниками, экологами, эпидемиологами и общественностью.

Для изучения проблем клещевых инфекций ведутся ежедекадные учёты численности клещей, сборы и исследование их на различные инфекции. Также ведётся картографирование территорий по поводу присасывания клещей и по поводу заболеваемости клещевыми инфекциями. Ведется мониторинг наличия в аптечной сети и в торговой сети наличия репеллентов от клещей и ряд других мероприятий.

Для решения проблем клещевых инфекций разработан «Комплексный план мероприятий, направленный на профилактику заболеваний, передаваемых иксодовыми клещами на территории Каменецкого района». Такие планы разрабатываются по всей республике. Также разработан и утвержден приказ Министерства здравоохранения от 19.04.2016 № 338 «Алгоритм действий медицинских работников при обращении пациента по поводу укуса клеща». Проведение энтомологического мониторинга на эпидемиологически значимых объектах позволяет выявить проблемные вопросы. В школах необходимо обучать детей правилам нахождения на природе, чтобы избежать проблем с клещами. Энтомологи центров гигиены республики ведут активную санитарно-просветительскую работу. Беседы, лекции, статьи, обучающие семинары с населением о мерах профилактики и обучение правильному удалению клещей являются важными компонентами стратегии снижения заболеваемости.

Выводы. Экологические факторы, такие как изменения климата, урбанизация и сельскохозяйственная деятельность, оказывают существенное влияние на распространение клещей и их хозяев, а также на динамику заболеваемости клещевыми инфекциями. Понимание этих факторов, а также поведенческих особенностей человека, способствующих контакту с клещами, является ключевым для разработки эффективных стратегий профилактики и контроля клещевых инфекций.

Важным направлением является также изучение влияния различных типов ландшафтов на численность и активность клещей. Руководители субъектов хозяйствования и индивидуальные предприниматели обязаны проводить профилактические мероприятия, а также мероприятия, направленные на снижение численности переносчиков клещевых инфекций, минимизацию их контакта с населением в местах работы, проживания

или отдыха. При проведении профилактических мероприятий субъекты хозяйствования обязаны организовывать в апреле – мае, а также по эпидемическим показаниям расчистку и благоустройство территорий сели-тебной и производственных зон, зон отдыха, оздоровительных и санитарно-курортных организаций, садоводческих кооперативов (санитарная рубка, удаление сухостоя и валежника, разреживание кустарника; скашивание трав, уничтожение свалок бытового мусора, создание перекапываемых защитных полос со снятием дерна до 1 м шириной между лесом и окульту-ренными участками и прилегающей к ним 20-метровой лесной зоны по периметру, лесными просеками и тропинками, ведущими к месту купания, к полянам для организационного отдыха, не менее 1,5–2 м по обе стороны вглубь леса).

Практическое применение экологии человека, медицинской биологии и энтомологии включает в себя разработку санитарно-гигиенических норм, направленных на создание безопасной окружающей среды, а также образо-вательных программ, направленных на повышение осведомленности населения о факторах риска и способах поддержания здоровья.

Таким образом, союз представленных дисциплин, объединяя свои усилия, формирует мощный инструмент для изучения и решения проблем клещевых инфекций как в Республике Беларусь, так и в мире.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кулиева, Х. Ф. Медицинская энтомология : учебник / Х. Ф. Ку-лиева. – Баку : Zərdabi LTD : MMC, 2016. – 336 с.
2. Дороженкова, Т. Е. Клещевые инфекции : учеб.-метод. пособие / Т. Е. Дороженкова, И. А. Раевская, Г. Н. Чистенко. – Минск : Белорус. гос. мед. ун-т, 2020. – 52 с.
3. Уилкоккс, К. Как нападение пчел спасло жизнь умирающей жен-щине / К. Уилкоккс. – URL: https://www.bbc.com/russian/science/2015/04/150413_vert_fut_how_bees_saved_my_life (дата обращения: 28.09.2024).

К содержанию

А. А. БОРОВИК

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
*RAPHANUS SATIVUS L.***

Актуальность. В условиях интенсивного техногенного воздействия на окружающую среду особую значимость приобретают исследования, посвященные вопросам влияния электромагнитного излучения (далее – ЭМИ) на растительные организмы. Несмотря на пятидесятилетнюю историю исследований, механизмы воздействия низкоинтенсивного ЭМИ на морфометрические показатели растений остаются недостаточно изученными, обуславливая необходимость дальнейшего анализа результатов исследований в данном направлении [1]. Современные экологические условия характеризуются значительным увеличением антропогенных источников ЭМИ в СВЧ и КВЧ диапазонах, требуя от ученых детального анализа их влияния на стабильность биологических систем и продуктивность сельскохозяйственных культур. Практическая значимость исследования определяется возможностью использования полученных результатов для оптимизации условий культивирования и повышения устойчивости растений к стрессовым антропогенным факторам среды [2]. Тем не менее природа взаимодействия электромагнитных полей сверхвысокочастотного диапазона (далее – СВЧ) с растительными организмами остается предметом дискуссий.

Цель – изучение влияния различных по типу, мощности и продолжительности электромагнитных излучений на морфометрические параметры редиса посевного (*Raphanus sativus L.*).

Материалы и методы. В качестве объекта исследования был выбран *Raphanus sativus* (редис посевной) – широко распространённая сельскохозяйственная овощная культура, имеющая важное экономическое значение, высокую урожайность и неприхотливость в выращивании. Короткий вегетационный период позволяет оперативно оценивать влияние ЭМИ на посевные качества и морфометрические параметры редиса посевного трёх сортов – Алекс, Алёшка и Жара, делая его удобным модельным объектом для изучения.

Исследованные семена редиса посевного подвергались воздействию ЭМИ в Институте ядерных проблем БГУ. В режимах P1 (2 минуты) и P2

(3 минуты) применялось сверхвысокочастотное (далее – СВЧ) излучение с частотой 2430 МГц и мощностью 90 % от 800 Вт, сопровождающееся тепловым нагревом. В режиме P3 использовалось электромагнитное поле СВЧ-диапазона с частотой 64–66 ГГц и мощностью 10 мВт в течение 12 минут. Четвертый режим P4 представляет собой одиночное воздействие Wi-Fi-излучения с использованием роутера TP-Link Archer AX53 в диапазоне 5 ГГц. Контрольная группа (К) состояла из семян, не подвергавшихся обработке и расположенных вдали от источников ЭМИ. После обработки семена высаживались в открытый грунт с рН 7,6 на делянках 1 м² в трехкратной повторности для каждого варианта опыта и контроля в рамках полевого мелкоделяночного эксперимента на территории дачного участка в Смолевичском районе Минской области. Всходы появились на 6–7 день. Отбор проб проводился на 23-й день эксперимента.

Отмечены существенные отклонения от нормы гидрометеорологических условий в 2024 г. Наиболее значимые отличия зарегистрированы в сентябре – повышение температуры на 4,5 °С и снижение нормы осадков на 33 мм [3]. Результаты опыта обработаны статистически с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Исследование выявило положительное влияние режимов ЭМИ на всхожесть семян редиса сортов Алекс, Алёшка и Жара (рисунок 1).

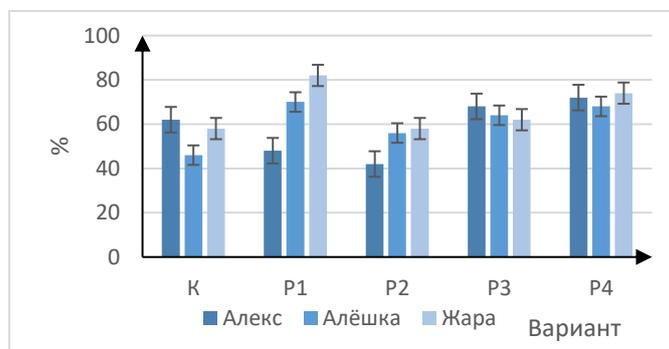


Рисунок 1 – Влияние ЭМИ на всхожесть редиса посевного сортов Алекс, Алёшка и Жара

Так, у сорта Алекс наблюдается снижение исследуемого параметра при воздействии режимов P1 и P2 на 22,6 и 32,3 % соответственно, тогда как P3 и P4 увеличили этот показатель на 9,7 и 16,1 % (рисунок 1). Сорта Алёшка и Жара положительно прореагировали на все режимы ЭМИ: у первого сорта всхожесть увеличилась от 21,7 % в P2 до 52,2 % в P1, а у второго – от 6,9 % в P3 до 41,4 % в P1, в то время как P2 не вызвал изменений относительно контрольных образцов.

При изучении влияния ЭМИ на основные морфометрические показатели растений – длину и массу корня и проростка было установлено разнонаправленное воздействие на исследуемые показатели. Установлено, что у всех сортов наблюдалось снижение длины корня при воздействии режимов P1, P2 и P3, что указывает на ингибирующий эффект интенсивного СВЧ-излучения с тепловым нагревом (рисунок 2, А). Наиболее выраженное снижение длины корня отмечено у сорта Алёшка от 9 % в P1 до 24,9 % в P2 и у сорта Жара на 14,4 % в P1 и 11,2 % в P2, тогда как у сорта Алекс уменьшение было менее значительным – на 8,2 % во втором режиме.

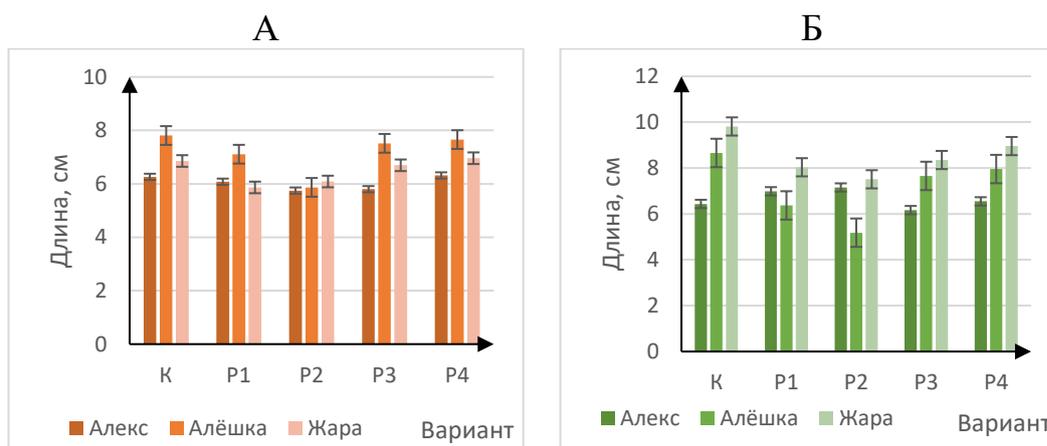


Рисунок 2 – Влияние ЭМИ на длину корня (А) и проростка (Б) редиса посевного сортов Алекс, Алёшка и Жара

В ходе исследования установлены сортоспецифические изменения высоты проростков под влиянием различных режимов электромагнитного излучения. У сорта Алекс режимы P1 и P2 оказали стимулирующий эффект, увеличив длину проростка на 8,6 % и 11,1 % соответственно, тогда как у сортов Алёшка и Жара все режимы вызвали значительное снижение исследуемого показателя: у сорта Алёшка от 8,1 % в P4 до 40,2 % в P2, а у сорта Жара наиболее негативный отклик получил также режим P2 – снижение относительно контроля составило 23,5 % (рисунок 2, Б).

Установлено, что у сорта Алекс наблюдается увеличение массы корня при воздействии режима P1 на 37,4 %, тогда как режимы P2, P3 и P4 вызвали незначительное снижение исследуемого показателя (рисунок 3, А). У сортов Алёшка и Жара все режимы, за исключением P4 у сорта Жара, привели к снижению массы корня: наиболее выраженное уменьшение отмечено у сорта Алёшка в режимах P1, P2 и P3 на 25,1, 43,7 и 20,1 %, как и у сорта Жара – снижение относительно контроля в режимах P1 и P2 составляет 14,1 и 36,9 % соответственно.

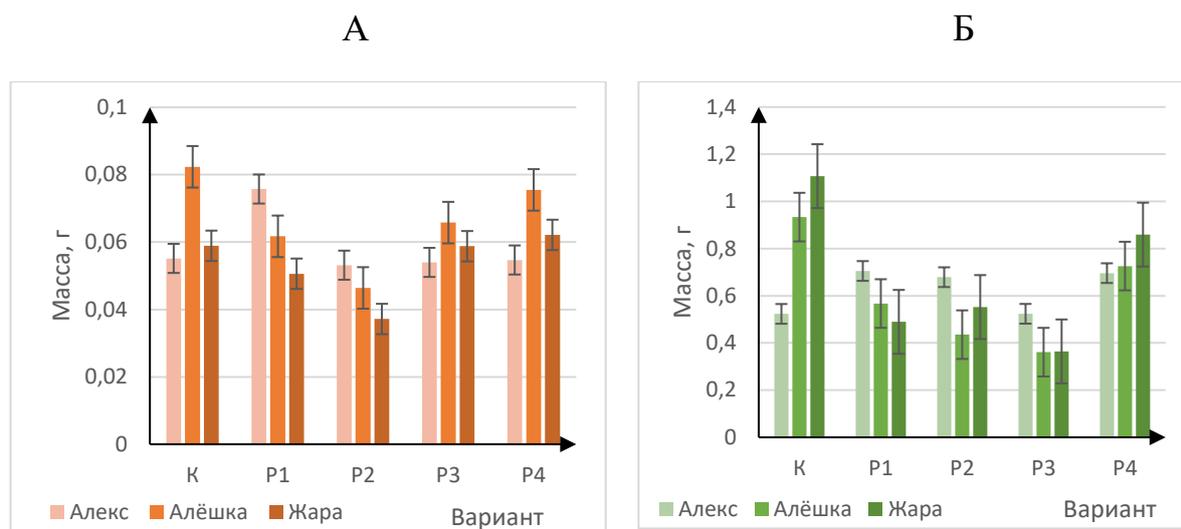


Рисунок 3 – Влияние ЭМИ на массу корней (А) и проростков (Б) растений редиса посевного сортов Алекс, Алёшка и Жара

При исследовании влияния различных видов ЭМИ на массу проростка редиса посевного сорта Алекс было выявлено, что все режимы оказали стимулирующее воздействие: P1 увеличил массу на 34,8 %, P2 – на 29,7 %, а P4 – на 33 % (рисунок 3, Б). В то же время у сортов Алёшка и Жара все режимы ЭМИ привели к снижению массы проростка. Наиболее значительное уменьшение наблюдалось у сорта Алёшка в P2 и P3 на 53,4 и 61,3 %, а у сорта Жара в режимах P1, P2 и P3 на 55,8, 50,1 и 67,1 % соответственно.

Таблица 2 – Влияние ЭМИ на соотношение длины надземных и подземных органов 22-дневных растений *Raphanus sativus* L.

Вариант	Отношение длина проростков/длина корней		
	Сорт Алекс	Сорт Алёшка	Сорт Жара
Контроль	1,03	1,11	1,43
P1	1,15	0,9	1,37
P2	1,24	0,88	1,23
P3	1,06	1,02	1,25
P4	1,04	1,04	1,29

При проведении эксперимента по выявлению влияния ЭМИ на соотношение длины проростка к длине корня (далее – П/К) у редиса сортов Алекс, Алёшка и Жара была выявлена ярко выраженная сортоспецифическая реакция: у сорта Алекс все режимы ЭМИ привели к увеличению соотношения П/К: наиболее выраженный прирост наблюдался при воздействии P1 на 11,8 % и P2 на 21,1 %, тогда как P3 и P4 вызвали незначительное.

Это указывает на более активный рост проростка по сравнению с корневой системой у данного сорта. Напротив, у сортов Алёшка и Жара все режимы ЭМИ вызвали снижение соотношения П/К, что свидетельствует о более интенсивном росте корней относительно проростков. У сорта Алёшка наиболее выраженная редукция надземной части отмечена в режимах P1 на 19,18 % и P2 на 20,4 %, тогда как у сорта Жара максимальное уменьшение наблюдалось в режимах P2 и P3 – на 13,8 и 12,8 % соответственно.

Выводы. Результаты исследования выявили разнонаправленное влияние электромагнитного излучения на всхожесть семян и морфометрические показатели редиса, при этом характер воздействия существенно зависел от интенсивности излучения и сортовых особенностей. Так, интенсивное СВЧ-излучение с тепловым нагревом (режимы P1 и P2) привело к снижению длины и массы корней у всех сортов, что необходимо учитывать в практике сельского хозяйства, так как корнеплод является основной ценностью редиса. При этом повсеместно распространенное Wi-Fi-излучение (режим P4) оказало негативное воздействие на сорта Алёшка и Жара, вызвав снижение массы проростка и длины корня. В целом режимы с меньшей интенсивностью ЭМИ (P3 и P4) оказывали более благоприятное воздействие, чем режимы с высокой интенсивностью (P1 и P2). Разнонаправленная реакция сортов на одни и те же режимы излучения указывает на необходимость дальнейшего изучения механизмов взаимодействия ЭМИ с растительными организмами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шиш, С. Н. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкого уровня мощности на целостность семян календулы лекарственной / С. Н. Шиш // Приложение к журналу «Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі». Серия биологических наук. – Минск : Беларус. навука, 2015. – Ч. 4. – С. 135–139.

2. Тимаков, Н. П. Исследование воздействия электромагнитного поля КВЧ диапазона на физиологические свойства ржи сельскохозяйственной / Н. П. Тимаков, Е. Л. Мерзляков, О. Е. Кокурин // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 7-7 (16). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozdeystviya-elektromagnitnogo-polya-kvch-diapazona-na-fiziologicheskie-svoystva-rzhi-selskohozyaystvennoy> (дата обращения: 16.03.2025).

3. Погода и климат. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=26850&month=6&year> (дата обращения: 18.03.2025).

К содержанию

Е. С. БУСЛАВСКАЯ

Минск, БГУ

Научный руководитель – В. А. Костюк, д-р хим. наук, профессор

ОЦЕНКА ФОТО- И ЦИТОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ КУНЖУТА ОБЫКНОВЕННОГО

Актуальность. Избыточное воздействие солнечного ультрафиолетового излучения (далее –УФИ), одного из ключевых факторов экспозома, ведет к различным патологиям кожи, включая солнечную эритему, преждевременное старение и рак. Эффективным способом профилактики повреждений клеток кожи является защита открытых участков тела от избыточного солнечного УФИ. С этой целью часто используются различные УФ-фильтры, поглощающие ультрафиолетовое излучение и препятствующие проникновению солнечных лучей в кожу.

Цель – получение растительных экстрактов из листьев кунжута обыкновенного и количественная оценка их эффективности в качестве УФ-фильтров.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись сухие измельченные листья кунжута обыкновенного (*Sesamum indicum*), полученные в различные периоды вегетации. Растительные экстракты получали, используя водно-спиртовую смесь. Расчет значений солнцезащитного фактора проводили на основании спектров поглощения полученных экстрактов. Для оценки цитопротекторных свойств растительных экстрактов использовали кератиноциты человека линии HaCaT. Жизнеспособность клеток определяли с помощью реактива PrestoBlue™ (*Invitrogen*, США).

Выводы. Экстракты измельченных листьев *Sesamum indicum* содержат большое количество соединений, спектрально идентичных вербаскозиду и обладающих выраженными фотопротекторными свойствами в области УФВ и УФА. Наиболее высокое содержание таких соединений выявлено в экстракте из молодых листьев на ранних этапах развития. Показано, что соотношение 4 г растительного сырья и 20 мл водно-спиртовой смеси (1:1) было оптимальным для проведения экстракции. Полученный экстракт обладает высокой устойчивостью к воздействию УФИ, ингибирует цитотоксические процессы в кератиноцитах, иницируемые УФС, и является перспективным в качестве УФ-фильтра.

К содержанию

А. П. ВАЛЬСКИЙ

Брест, средняя школа № 7 г. Бреста

Научный руководитель – Т. А. Вальская, учитель химии

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИЙ
НЕЙТРАЛИЗАЦИИ И ГИДРАТАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Актуальность. В условиях постоянного ухудшения экологической обстановки человечество вынуждено искать альтернативные источники энергии. Конечно, перестраивать энергетическую инфраструктуру – затратное дело, но его стоит рассматривать как вклад в будущее планеты. Необходимо искать новые источники энергии, рассматривать различные варианты.

Цель – выяснить, какой тип химических реакций: нейтрализация соляной кислоты гидроксидом натрия или гидратации сульфата меди (II) и пентагидрата сульфата меди (II) проходят с большим тепловым эффектом, и разработать соответствующий нагревательный прибор.

Материалы и методы. Для исследования тепловых эффектов химических реакций мною был использован калориметрический метод. Данное исследование проводилось при различных молярных концентрациях соляной кислоты и гидроксида натрия.

Выводы. В ходе проведения работы было выявлено, что максимальное количество энергии выделяется при гидратации сульфата меди (II), что составляет приблизительно 77 кДж/моль. При реакции нейтрализации наиболее эффективными будут одномолярные растворы гидроксида натрия и соляной кислоты. При взаимодействии 1 М растворов выделяется около 54 кДж/моль. Для 0,5 М, 0,25 М и 0,125 М растворов соответственно тепловой эффект составил 51 кДж/моль; 26 кДж/моль и 13 кДж/моль.

Таким образом, экзотермические реакции можно использовать для получения энергии, в том числе для изготовления солевых грелок. В основу работы многоразовой химической грелки положен эффект выделения тепла при изменении агрегатного состояния некоторых материалов, часто – кристаллизации солей из перенасыщенного раствора. Могут использоваться не только для нагрева, но и для охлаждения. Кроме того, возможно использовать вместо энергии, выделяющейся при изменении агрегатного состояния, энергию реакции нейтрализации и гидратации. При этом выделяется достаточная для функционирования бытовой грелки тепловая энергия.

К содержанию

Е. А. ВАСИЛЕВСКИЙ

Минск, БГУ

Научный руководитель – И. В. Минеева, д-р хим. наук, профессор

**РЕАКЦИЯ ДИАСТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОГО
АЛЛИЛИРОВАНИЯ ПО БАРБЬЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ЦЕЛЕВОГО УГЛЕРОДНОГО СКЕЛЕТА (R)-ИПСЕНОЛА
И (S)-ИПСДИЕНОЛА, ПРИНЦИПАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ
ФЕРОМОННОЙ КОМПОЗИЦИИ КОРОЕДОВ РОДА *IPS***

Актуальность. С начала XXI в. в Беларуси наблюдается массовое усыхание хвойников, вызванное распространением короедов (*Scolytinae*) [1]. Для борьбы с ними предложено использовать феромонные ловушки – наиболее простой в реализации и экологичный способ решения данной проблемы. В состав препаратов, используемых с целью контроля численности короедов на определенной территории, а также их отлова, в качестве ключевых компонентов входят терпеновые спирты (S)-ипсдиенол и ®-ипсенол.

®-ипсенол обладает выраженным агрегационным эффектом по отношению к двум из трех основных видов подсемейства *Scolytinae*, которые обитают в белорусских лесах – вершинному короеду (*Ips acuminatus*) и короеду-типографу (*Ips typographus*). Аналогичное воздействие на упомянутых насекомых, а также на шестизубчатого короеда (*Ips sexdentatus*) оказывает (S)-ипсдиенол [2]. Соответственно разработка доступных и легко реализуемых способов синтеза данных феромонов является крайне важным элементом борьбы за сохранение лесных ресурсов.

Асимметрический синтез является одним из ключевых процессов в современной химии и особенно важен для получения биологически активных соединений. Поскольку энантиомерная чистота субстратов определяет эффективность феромонных препаратов, для синтеза необходимых соединений рационально использовать асимметрические реакции, позволяющие селективно получать необходимые соединения.

Цель – разработать синтетическую схему получения (S)-ипсдиенола и ®-ипсенола с использованием реакции диастереоселективного аллилирования, реализовать синтез целевых продуктов.

Материалы и методы. Нами предложена ретросинтетическая схема синтеза данных соединений (рисунок 1). К моменту публикации работы на практике было успешно синтезировано вещество, соответствующее синтону **S1**. Структуры всех полученных соединений были доказаны современными физико-химическими методами анализа (¹H и ¹³C ЯМР, ИК, ГХ-МС).

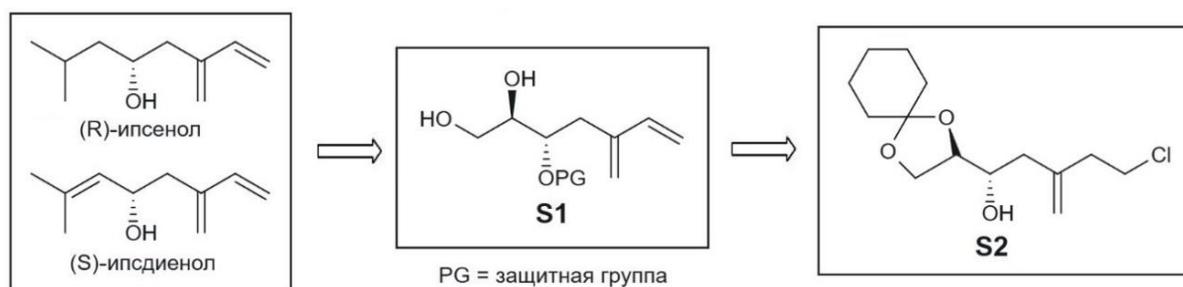


Рисунок 1 – Ретросинтетическая схема синтеза целевых продуктов (R)-ипсенола и (S)-ипсдиенола

Результаты и обсуждение. Ключевой стадией синтеза является диастереоселективная реакция получения соединения **S2**. Необходимый для данного взаимодействия альдегид **R3** синтезируют окислительной фрагментацией из доступного в лабораторных условиях реагента **R2**, который получают постановкой циклогексилиденовой защиты из коммерчески доступного D-маннита **R1** (рисунок 2). Основное внимание в ходе нашего исследования было уделено изучению взаимодействия альдегида **R3** с 2-(бромметил)-4-хлорбутеном-1 **A1**, которое представляло собой реакцию Барбье (рисунок 2). Было поставлено девять экспериментов, позволивших определить условия осуществления данной стадии, при которых наблюдалось образование целевого диастереомера с наибольшей селективностью. Взаимодействие между замещенным аллилбромидом **A1** и альдегидом **R3** происходило в растворе при комнатной температуре и перемешивании в течение 48 часов (на 1 экв. альдегида брали 1,2 экв. аллилбромид **A1**). Результаты экспериментов представлены в таблице.

Таблица – Эксперименты по аллилированию в условиях реакции Барбье

№ п/п	Металл	Растворитель	Катализатор	Выход, %	<i>dr</i>
1	In, 1,2 экв.	MeOH	–	78,5	7,7/1
2	In, 1,2 экв.	DMFA	NaI	85,7	4,7/1
3	Zn, 2,4 экв.	ТГФ + водн. NH ₄ Cl	–	63,2	5,7/1
4	Al, 1,2 экв. + InCl ₃ , 1,2 экв.	ТГФ	–	31,3	9,4/1
5	In, 1,2 экв.	DMFA	TBAI	88,4	5,1/1
6	Zn, 1,5 экв.	DMFA	–	70,4	2,5/1
7	Zn, 1,2 экв.	DMFA	TBAI	62,3	2,2/1
8	Zn, 1,2 экв.	DMFA	NaI	43,4	2,8/1
9	In, 1,2 экв.	EtOH	TBAI + NaI	89,8	7,1/1

Примечание – TBAI – Иодид тетрабутиламмония.

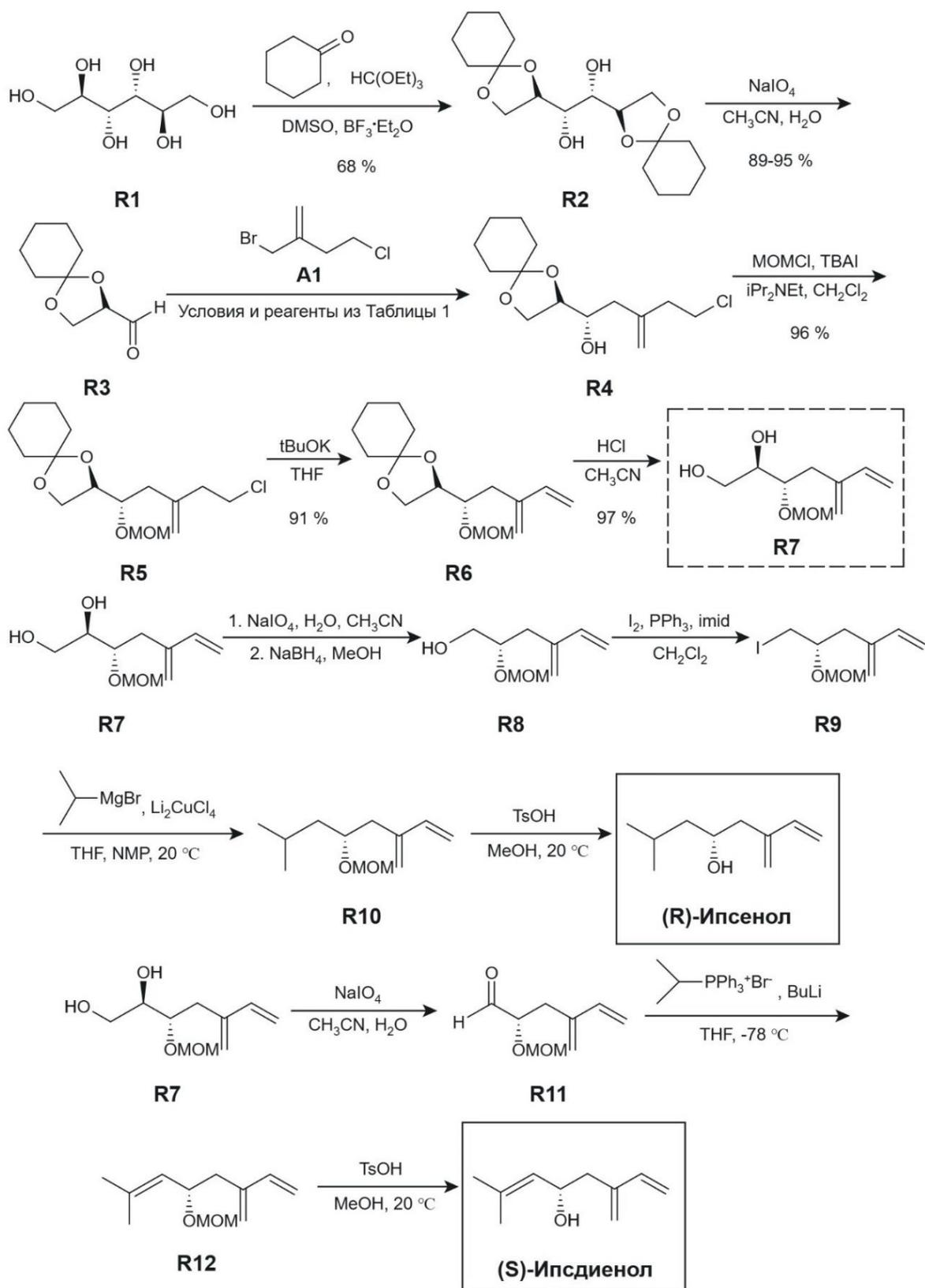


Рисунок 2 – Схема синтеза (R)-ипсенола и (S)-ипсдиенола

Высокая диастереоселективность была достигнута при использовании смеси InCl_3 и металлического алюминия (эксперимент № 4), хотя выход в данной реакции был наименьший. Низкие выходы и малый избыток целевого анти-диастереомера **R4** наблюдались при использовании металлического цинка (эксперименты № 6-8), за исключением случая, когда металл в избытке взаимодействовал в смеси насыщенного водного раствора NH_4Cl и ТГФ (эксперимент № 3). Наилучшие результаты были достигнуты при использовании индия и спиртов в качестве растворителей (эксперименты № 1, 9). В ходе исследования было обнаружено, что диастереомеры способны эффективно разделяться при хроматографировании на силикагеле, что может быть использовано для выделения искомого оптического изомера.

Для количественной наработки соединения **R4** была использована методика эксперимент № 3. На следующей синтетической стадии на реагент **R4** была установлена метоксиметильная (МОМ) защита, выбор которой был обусловлен ее устойчивостью к воздействию кислой среды, применяемой впоследствии для снятия циклогексилиденовой защиты (рисунок 2). Реакцию с MOMCl проводили при комнатной температуре и перемешивании в течение 48 часов (на 1 экв. спирта **R4** брали 2,5 экв. MOMCl и 3 экв. основания Хюнига). Полученное соединение **R5** было введено в реакцию элиминирования с использованием *t*-BuOK как основания, которая протекала при комнатной температуре и перемешивании в течение 24 часов (на 1 экв. **R5** использовали 3 экв. основания). Промежуточный продукт **R7** был получен в результате снятия с вещества **R6** циклогексилиденовой защиты посредством обработки его соляной кислотой в CH_3CN (реакция протекала при комнатной температуре и перемешивании в течение 3 ч).

Выводы. Суммарный выход продукта **R7** на 4 линейные синтетические стадии составил 54 %. Несомненным преимуществом предложенной синтетической схемы получения феромонов является простота и доступность применяемых реагентов, мягкие условия превращений, использование диастереоселективной реакции Барбье для создания целевого хирального центра ипсенола и ипсдиенола, а также дивергентность подхода. На рисунке 2 представлены схемы реализованных превращений, а также реакции, в соответствии с которыми планируется завершение синтеза целевых продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колосова, В. Сосновый «диверсант» / В. Колосова // Родная природа. – 2017. – № 9. – С. 2–7.

2. Marco-Contelles, J. The Synthesis of Ipsenol and Ipsdienol: A Review (1968–2020) / J. Marco-Contelles // Chemical Record. – 2021. – Vol. 21, № 4. – P. 858–878.

К содержанию

Х. А. ВОЛОЩУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

СОДЕРЖАНИЕ САХАРОВ В ПЛОДАХ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ *VACCINIUM CORUMBOSUM L*

Актуальность. Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum L.*) является одной из наиболее ценных ягодных культур, выращиваемых во многих странах мира. Ее популярность обусловлена высокими вкусовыми качествами ягод, их богатым биохимическим составом и лечебно-профилактическими свойствами. Ягоды голубики содержат большое количество витаминов, антиоксидантов, минеральных веществ и других биологически активных соединений, благотворно влияющих на здоровье человека. Актуальность исследования определяется необходимостью изучения качественного состава плодов голубики различных сортов, выращиваемых в специфических агроклиматических условиях Брестской области, и оптимизации агротехнических методов их возделывания.

Цель – исследовать содержание сахаров в плодах голубики и выявить основные факторы, влияющие на их концентрацию.

Материалы и методы. Объектом исследования явились три сорта *Vaccinium corymbosum L.* – *Elizabeth*, *Bluecrop* и *Northblue*.

Выводы. В результате проведенного исследования на содержание сахаров в плодах можно отметить, что в соке ягод сорта *Bluecrop* количество сахаров составило 13,7 %, сок ягод сорта *Elizabeth* содержит 15,1 %, а сорта *Northblue* – 12,3 % сахаров. Содержание сахаров в плодах голубики зависит от нескольких факторов, таких как сорт голубики – разные сорта голубики имеют различную генетическую предрасположенность к накоплению сахаров, некоторые культурные сорта селекционированы специально для повышения уровня сладости; стадия зрелости – содержание сахаров увеличивается по мере созревания плодов. Ягоды, собранные в оптимальный момент зрелости, будут слаще, в то время как недозрелые ягоды имеют более низкое содержание сахаров; условия роста – влияние внешней среды, такое как температура, освещение и влажность, играет важную роль. Ягоды, растущие в условиях большего солнечного света и тепла, часто содержат больше сахаров, так как фотосинтез происходит более активно. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание сахаров в плодах голубики зависит от множества факторов, включая сорт, условия выращивания и степень зрелости.

К содержанию

В. Н. ГЕЛЕНКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЕСЕННЯЯ АЛЬГОФЛОРА КАРЬЕРНОГО ВОДОЕМА
КОСИЧИ**

Актуальность. Изучение водорослей представляет большой интерес для оценки биоразнообразия и мониторинга состояния пресноводных водоемов района, находящихся под угрозой или уже подверженных антропогенному воздействию, для прогнозирования и выработки рекомендаций по сохранению и нормальному функционированию природных комплексов.

Карьерный водоем Косичи расположен рядом с д. Большие Косичи Брестского района. Данный водоем образовался относительно недавно (90-е гг. прошлого столетия), с еще формирующейся экосистемой. Он активно используется в рекреационных целях. Карьер бессточный, овально-удлиненной формы, склоны котловины невысокие, песчаные, берега пологие, в некоторых местах заросшие прибрежной растительностью, дно песчаное. Водонаполнение происходит за счет грунтовых и ливневых сточных вод с автодороги, сельскохозяйственных полей, садовых товариществ, базы отдыха. Используется как место для отдыха и рыбалки, на его берегу располагается база отдыха PROWEEKEND.

Цель – выявить таксономический состав водорослей, обитающих в карьерном водоеме «Косичи» в весенний период.

Материалы и методы. Объектами исследования стали водоросли, обитающие в карьерном водоеме Косичи в весенний период 2024 г. Выполнение исследований предусматривало сбор проб воды и их анализ. Для определения водорослей использовался «Определитель пресноводных водорослей СССР» под общей редакцией М. М. Голлербаха. Таксономическая структура составлена согласно таксономическому каталогу.

Заключение. В результате исследования были обнаружены и определено шесть родов водорослей: *Chlorella* Beyer., *Chlorococum* Menegh., *Ankistro-desmus* Corda, *Gloeocapsa* Kutzing, *Oscillatoriaceae* (Kirchn.) Elenk. s. strict., *Chlamydomonas* Ehr., относящихся к двум отделам, четырем классам, четырем порядкам, пяти семействам. Как видим, в карьерном водоеме Косичи, несмотря на небольшое разнообразие альгофлоры, преобладают водоросли, относящиеся к отделу *Chlorophyta*, – 4 рода. В отделе *Cyanophyta* обнаружены два представителя альгофлоры.

К содержанию

К. А. ГОВОР

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО СОСТАВА БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ В БИОТОПАХ Г. ЖЛОБИНА И Г. ГРОДНО

Актуальность. Повсеместное распространение, дневная активность имаго, крупные размеры позволяют успешно использовать булавоусых чешуекрылых (*Rhopalocera*) в качестве ценных индикаторов окружающей среды. Данные по видовому составу булавоусых чешуекрылых являются одними из самых важных для энтомологических исследований. На территории г. Жлобина подобные исследования проводились впервые.

Цель – сравнить видовой состав булавоусых чешуекрылых на исследованных биотопах г. Жлобина и г. Гродно.

Материалы и методы исследования. Сбор булавоусых чешуекрылых проводили в полевой сезон 2024 г. Для исследования в каждом городе заложили по четыре биотопа с примерно одинаковым расположением и растительностью. При сборе данной группы чешуекрылых насекомых применяли следующие методы сбора: лов с помощью энтомологического сачка и на приманку.

Выводы. В ходе проведенных исследований на территории восьми биотопов г. Гродно и г. Жлобина собрано 25 видов дневных чешуекрылых из 11 подсемейств и 5 семейств. В общем сборе булавоусых чешуекрылых преобладали виды семейства *Nymphalidae* (Нимфалиды) (8 видов, или 50 % от общего числа). По числу видов в биотопах г. Гродно доминировали представители семейств *Satyridae* (Бархатницы), *Pieridae* (Белянки) и *Nymphalidae* (Нимфалиды), по четыре вида чешуекрылых соответственно, или 29 %, а на территории г. Жлобина – семейство *Nymphalidae* (7 видов, 35 %). *Наибольшим видовым разнообразием чешуекрылых характеризуются биотопы на территории г. Жлобина.* Массовыми видами в биотопах г. Гродно оказались виды *Maniola jurtina* и *Pieris rapae*, а в биотопах г. Жлобина: *Coenonympha pamphilus*, *Lucaena dispar*, *Lucaena phlaeas*, *Maniola jurtina*, *Pieris rapae*, *Polyommatus icarus* и *Vanessa atalanta*. Вид *Arginnis paphia* (перламутровка большая), встретился только в г. Гродно. Только в Жлобине выявлены виды: *Cupido alcetas*, *Lucaena dispar*, *Lucaena phlaeas*, *Polygonia c-album*, *Aglais urticae*, *Colias hyale*, *Heteropterus morpheus* и *Araschnia levana*.

К содержанию

Г. А. ГОРДУНОВ

Беларусь, Минск, БГУ

Научный руководитель – И. В. Минеева, д-р хим. наук, профессор

**МУЛЬТИКОМПОНЕНТНЫЙ СИНТЕЗ И АНАЛИЗ
ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ *IN SILICO*
НОВЫХ ЦИКЛОПРОПАНСОДЕРЖАЩИХ
1,4-ДИГИДРОПИРИДИНОВ**

Актуальность. 1,4-Дигидропиридины (1,4-ДГП) относятся к наиболее перспективным соединениям с уникальными биологическими свойствами, которые изучаются в рамках фармакологических исследований с целью получения лекарственных препаратов для лечения различных заболеваний. Стоит подчеркнуть, что при соответствующем функциональном замещении гетероциклического ядра, 1,4-ДГП способны взаимодействовать с различными видами ионных каналов и рецепторами из класса G-белков [1]. Так, многие 4-арил-1,4-дигидропиридины являются одними из самых активных блокаторов Ca^{2+} -каналов (рисунок 1) [2].

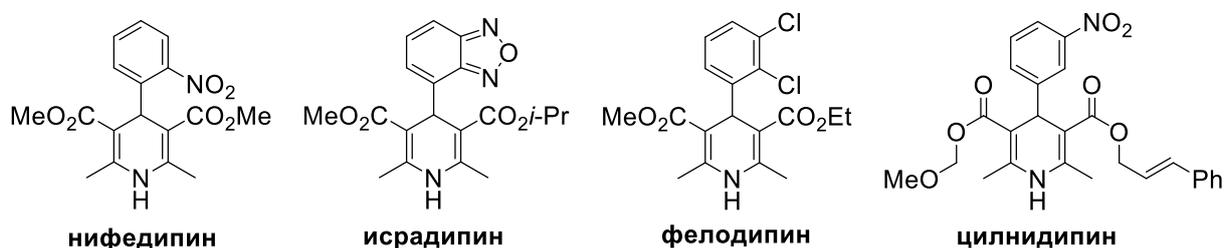


Рисунок 1 – Некоторые представители блокаторов кальциевых каналов

В то же время 1,4-ДГП, содержащие алифатические фрагменты, проявляют широкий спектр биологических свойств и могут найти применение в медицинской практике. Таковыми могут служить соответствующие гетероциклы, включающие в состав своего мотива циклопропановые системы, которые, как известно, широко распространены в природе и входят в состав большого количества инсектицидов и фармацевтических препаратов [3].

Цель – синтез алифатических альдегидов, содержащих циклопропановый фрагмент, и получение на их основе ранее не описанных в литературе 1,4-дигидропиридинов путем реализации мультикомпонентной реакции Ганча в условиях кислотного катализа с последующим проведением компьютерного моделирования *in silico* для прогнозирования, анализа и дальнейшей оценки их возможной цитотоксической активности.

Материалы и методы. Прежде чем приступить к синтезу ранее не описанных в литературе гетероциклических соединений, нами были получены четыре циклопропансодержащих алифатических альдегида **1a–г**.

Синтез соединения **1a** был осуществлен в шесть стадий из исходного коммерчески доступного предшественника (рисунок 2). Вначале было проведено катализируемое Et_3N раскрытие γ -бутиролактона **1** метанолом, с последующей постановкой тетрагидропиранильной (далее – ТГП) защитной группы в кислотных условиях с образованием сложного эфира **2**. Дальнейшее проведение циклопропанирования в условиях реакции Кулинковича позволило получить продукт **3** с выходом 70 %. Мезилирование третичного спирта **3** и кислотная обработка полученного ацетала **4** привели к образованию монозамещенного диола **5**. Окисление последнего в мягких условиях с использованием хлорхромата пиридина (далее – ПХХ) позволило получить желаемый альдегид **1a**.

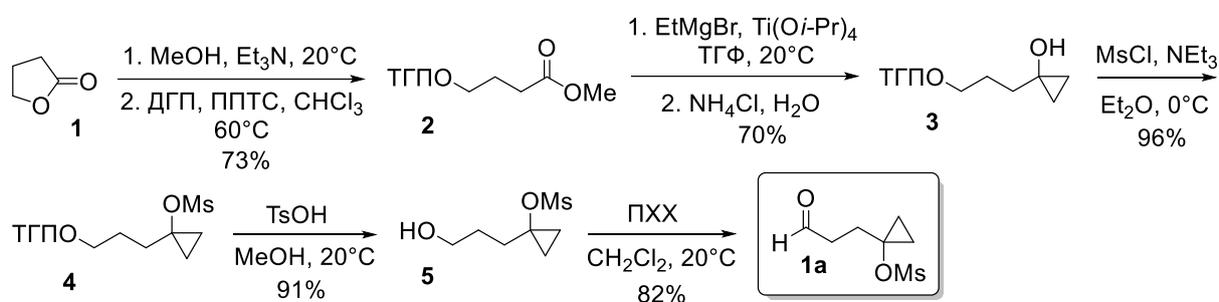


Рисунок 2 – Схема получения альдегида **1a**

Стоит отметить, что такой способ получения 1-(3-оксипропил)-циклопропилметансульфоната является предпочтительным как по причине довольно высокого суммарного выхода (36 %), так и благодаря возможности вариации выбора исходного лактона (δ -валеролактон и т. д.) с получением продукта с более длинной углеводородной цепью.

Синтез альдегидов **1б** и **1в** представлен на схеме (рисунок 3).

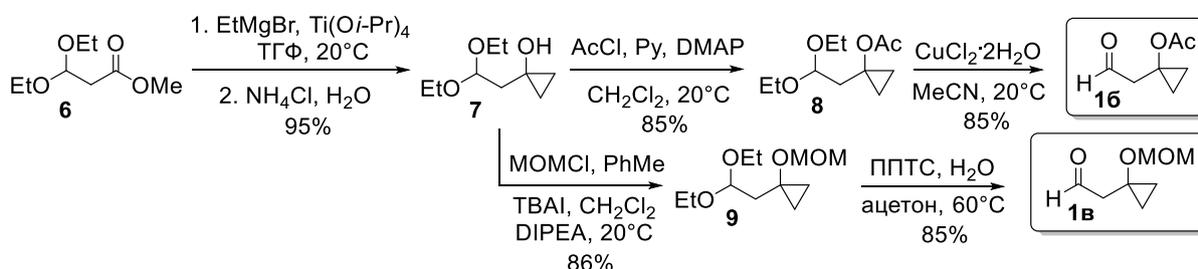


Рисунок 3 – Схема получения альдегидов **1б** и **1в**

Обе синтетические схемы позволяют получить замещенные 2-(1-гидроксициклопропил) ацетальдегиды **1б** и **1в** за 3 стадии из легко доступного в граммовых количествах метил-3,3-диэтоксипропаноата **6** с высоким суммарным выходом (~70 %). На первой стадии была проведена реакция циклопропанирования по Кулинковичу вещества **6** с образованием спирта **7**. Постановка метоксиметильной (МОМ) или ацетильной (Ас) защитных групп, с последующим кислотным гидролизом ацеталей **8** и **9** привели к образованию циклопропансодержащих альдегидов **1б** и **1в**.

Оставшийся *гем*-дизамещенный циклопропан-1-карбальдегид **1г** был синтезирован из исходного (*E*)-(3,3-диэтоксипроп-1-ен-1-ил)бензола **10** (рисунок 4).

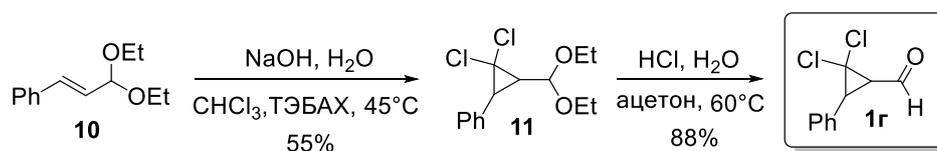


Рисунок 4 – Схема получения альдегида **1г**

Отличительной особенностью двухстадийного получения этого альдегида является то, что в нем циклопропановое кольцо довольно проблематично получить по реакции Кулинковича, в связи с чем был предпринят другой способ формирования малого цикла – посредством присоединения *in situ* дихлоркарбена, сгенерированного из хлороформа в щелочной среде, к кратной связи C = C (реакция Макоши).

Все полученные альдегиды **1а-г** (1 экв.) были вовлечены в мультикомпонентную реакцию Ганча с ацетоуксусным эфиром **12** (2 экв.) и ацетатом аммония **13** (2 экв.), катализируемую гексагидратом хлорида европия (III) (15 мол. %) как кислотой Льюиса (рисунок 5).

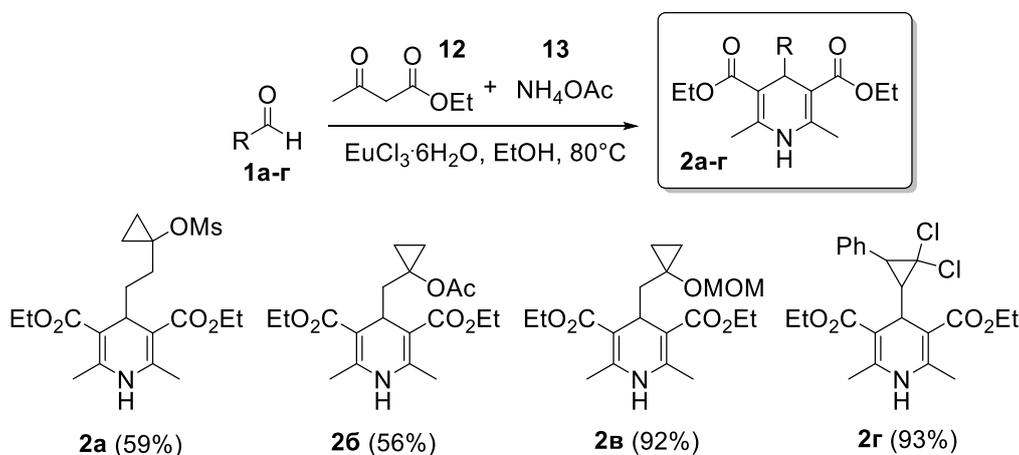


Рисунок 5 – Схема получения 1,4-ДГП **2а-г**

Методика синтеза включала в себя кипячение исходных веществ с катализатором в этаноле в течение 8 часов с последующей экстракцией этилацетатом и разделением с помощью колоночной хроматографии (смесь EtOAc/петролейный эфир в соотношении 1:5). Структуры всех полученных соединений были доказаны методами ^1H и ^{13}C ЯМР.

Результаты и обсуждение. При помощи модуля PASS Online был осуществлен комплексный прогноз *in silico* цитотоксической активности соединений **2а-г** на большом количестве линий раковых клеток (CLC-Pred). Результаты расчетов приведены ниже (таблица).

Таблица – Результаты прогноза *in silico* цитотоксической активности соединений **2а-г** относительно раковых и нераковых клеток

S ^a	P _a ^b	P _i ^b	Линия клеток	Предполагаемый результат	Ткань и тип опухоли
2а	0,553	0,002	H9c2	Клеточная линия миобластов сердца крысы DB1X	Сердце. Миобласт
	0,390	0,221	A2780cisR	Цисплатин-резистентная карцинома яичников	Яичник. Карцинома
	0,311	0,296	GIST48	Гастроинтестинальная стромальная опухоль	Кишечник. Карцинома
2б	0,776	0,040	A2780cisR	Цисплатин-резистентная карцинома яичников	Яичник. Карцинома
	0,486	0,044	HeLa	Аденокарцинома шейки матки	Шейка матки. Аденокарцинома
	0,372	0,190	GIST48	Гастроинтестинальная стромальная опухоль	Кишечник. Карцинома
2в	0,480	0,046	HeLa	Аденокарцинома шейки матки	Шейка матки. Аденокарцинома
	0,332	0,257	GIST48	Гастроинтестинальная стромальная опухоль	Кишечник. Карцинома
	0,296	0,296	GIST882	Гастроинтестинальная стромальная опухоль	Кишечник. Карцинома
2г	0,608	0,108	A2780cisR	Цисплатин-резистентная карцинома яичников	Яичник. Карцинома
	0,556	0,004	HOS	Остеосаркома	Кость. Саркома
	0,482	0,019	SF-268	Глиобластома	Мозг. Глиобластома

Примечание – ^a – исследуемое соединение, в ОПМ – соединение попадает в область применимости моделей, вне ОПМ – соединение не попадает в область применимости моделей.

Для уровня вероятности (P_a) выше 0,700 обнаружена линия раковых клеток A2780cisR, чувствительная к соединению **2б**, из чего можно сделать

вывод, что шансы обнаружить активность в отношении раковых клеток яичников *in vitro* у этого вещества довольно высоки.

Также стоит обратить внимание на наибольшее среди представленных значение P_i (~0,300) соединений **2а** и **2в**, которое может указывать на то, что данное соединение является малоизученным на линии клеток карциномы кишечника GIST48 и GIST882, что, безусловно, является довольно интересным с точки зрения исследования его в дальнейшем на реальных биологических объектах.

Выводы. Путем реализации неклассической мультикомпонентной реакции Ганча между ацетоуксусным эфиром, ацетатом аммония и соответствующим альдегидом, нами были получены производные 1,4-дигидропиридина, содержащие алифатический фрагмент с циклопропановым ядром. В качестве катализатора данных превращений была выбрана ранее не описанная в подобных превращениях кислота Льюиса – хлорида европия (III). Исходные альдегиды были также синтезированы в результате многостадийных превращений из коммерчески доступных источников. В дальнейшем все гетероциклические соединения были проанализированы на наличие цитотоксической активности относительно раковых и нераковых клеток с помощью проведения компьютерного моделирования *in silico* на платформе PASS Online. Результаты прогнозирования выявили, что соединение **2б** обладает наибольшей вероятностью проявления биологической активности ($P_a = 0,776$) в отношении линии карциномы яичников A2780cisR, а вещества **2а** и **2в** могут оказаться потенциально новым соединением, чьи свойства так или иначе повлияют на поведение линии раковых клеток кишечника GIST48 и GIST882. Полученные результаты могут существенно помочь обнаружить активность в эксперименте *in vitro* на конкретных биологических объектах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Triggle, D. J. The 1, 4-dihydropyridine nucleus: a pharmacophoric template part 1. Actions at ion channels / D. J. Triggle // Mini-Reviews in Medical Chemistry. – 2003. – Vol. 3, № 3. – P. 215–223.
2. Godfraind, T. Discovery and development of calcium channel blockers / T. Godfraind // Front Pharmacol. – 2017. – Vol. 8. – P. 286.
3. Lomize, A. L. Anisotropic solvent model of the lipid bilayer. 2. Energetics of insertion of small molecules, peptides, and proteins in membranes / A. L. Lomize, I. D. Pogozheva, H. I. Mosberg // Journal of Chemical Information and Modeling. – 2011. – Vol. 51, № 4. – P. 930–946.

К содержанию

А. С. ГОРЕГЛЯД

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**СКВОРЕЦ ОБЫКНОВЕННЫЙ (*STURNUS VULGARIS*)
В СКВОРЕЧНИКАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ
ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ**

Актуальность. Скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*) относится к числу хорошо известных и, бесспорно, полезных птиц, заслуженно пользуется покровительством человека и издавна им привлекается. В составе потребляемых птицами кормов – вредители сельского и лесного хозяйства: хрущи, щелкуны, слоники и др. [1]. Скворец относится к птицам-дуплогнезdnикам и предпочитает культурный ландшафт (населенные пункты разного типа, парки, сады, скверы), а также опушки разреженных лесов [2]. В большинстве случаев для гнездования использует скворечники, дупла, выдолбленные пестрым дятлом или образованные в результате гниения древесины. К сожалению, в условиях населенных пунктов старые дуплистые деревья уничтожаются в первую очередь. Поэтому значительно увеличить число этого певчего вида птиц возле дома можно путем развешивания искусственных гнездовий типа «скворечник».

Цель – обобщение результатов экспериментальных работ по устройству и размещению искусственных гнездовий типа «скворечник» в Пинском районе.

Материалы и методы. Мониторинг использования скворцом обыкновенным скворечников проводился с 2020 по 2024 г. в населенных пунктах аг. Сошно и д. Вылазы Пинского района, а также на опушке лесного массива восточнее аг. Сошно. За 2020–2023 гг. изготовлено и размещено 11 дощатых скворечников трех конструктивных вариантов: стандартный скворечник с прямой крышей – 7, скворечник с двускатной крышей – 3 и скворечник с односкатной на бок крышей – 1 [3]. Скворечники изготавливались из обрезных досок толщиной не менее 2 см. В передней стенке сверлилось круглое отверстие – леток – диаметром 4,5–5,2 см. Дно имело квадратную либо прямоугольную форму в зависимости от имеющегося исходного материала, размером в среднем 11 × 16 см. Важным показателем также являлась глубина скворечников, т. е. расстояние от нижнего края летка до дна гнездовья. В стандартном скворечнике с прямой крышей глубина составляла 19–25 см, в скворечнике с двускатной крышей 14–17,5 см, с односкатной на бок крышей – 13 см (фото 1).



Фото 1 – Конструкционные варианты скворечников. Слева направо: стандартный скворечник с прямой крышей; скворечник с двускатной крышей; скворечник с односкатной на бок крышей

Гнездовья развешивались на стволах деревьев на высоте 220–710 см в двух местообитаниях. Десять гнездовий были размещены в населенном пункте недалеко от хозяйственных строений человека и одно на опушке средневозрастного сосново-лиственного леса в 200 м от ближайших построек человека. Скворцы могут гнездиться как отдельными парами, так и небольшими группами, поэтому некоторые гнездовья размещались на небольшом расстоянии друг от друга, но обязательно на разных деревьях [2].

Мониторинг заселяемости проводился в апреле – мае каждого года. Дополнительные проверки проводились летом и осенью. Зимой осуществлялась чистка гнездовий от следов жизнедеятельности животных.

Результаты и обсуждение. Гнездовья изготавливались и размещались в течение зимы – весны 2020–2023 гг. В 2020 г. было установлено четыре скворечника в населенном пункте, в 2021 г. – два в населенном пункте и одно на опушке леса, в 2022 и в 2023 гг. – два в населенном пункте. С учетом этого, к примеру, в 2021 г. функционировали $4 + 3 = 7$ скворечников, в 2022 г. – $4 + 3 + 2 = 9$. При сложении всех сезонов возможного использования скворечников (2020–2024 гг.) получаем 42 скворечнико-сезона.

За пять лет наблюдений скворец обыкновенный был отмечен на гнездовании в 10 скворечниках 30 раз из 42 возможных. Скворец встречался во всех гнездовьях, расположенных в населенном пункте, но ни разу не был отмечен в скворечнике, расположенном на опушке леса вблизи населенного пункта.

Гнездование у скворцов происходит очень дружно. Отдельные пары могут отставать всего на несколько дней [4]. Исходя из наших наблюдений,

в скворечниках, расположенных в Пинском районе, откладка первых яиц происходила в сжатые сроки у всех особей во второй – третьей декаде апреля. Полные свежие кладки, соответственно, встречались в третьей декаде апреля – первой декаде мая. Причем была замечена зависимость начала откладки яиц от среднемесячных температур марта и апреля. Среднестатистической весной 2020, 2021, 2023 гг. (исходя из последних тенденций изменения среднегодовых температур), первые яйца в гнездовых откладывались обычно с 20 по 22 апреля. Поздней весной 2022 г. время появления первых яиц растянулось с 23 по 29 апреля. Весной 2024 г. с устойчиво теплой погодой в марте и апреле первые яйца откладывались в скворечниках с 13 по 17 апреля. Из этого можно сделать вывод, что начало откладки яиц у скворца обыкновенного зависит от хода весенней погоды и в среднем колеблется на 5–6 дней, смещаясь как на более ранние, так и на более поздние сроки от среднестатистических дат.

В полной кладке скворца встречается 4–7 (чаще 5–6), в редких случаях – 8 яиц [2]. В ходе исследования чаще всего были встречены кладки из 5–6 яиц, нередко из 4 яиц (фото 2). Кладки из 8 яиц впервые обнаружены в 2024 г. сразу в двух гнездовых. Однако в обоих случаях птенцы не покинули гнезда. В одном скворечнике кладка исчезла еще до вылупления птенцов. В другом шесть довольно крупных птенцов погибли прямо на дне гнездовья.



Фото 2 – Полная кладка и слетки скворца обыкновенного в скворечнике, размещенном в Пинском районе (апрель – май 2020 г.)

Анализ заселяемости искусственных гнездовий в различные годы показал, что количество занятых скворцом гнездовий несильно варьируется по годам и в среднем за все годы составило 71,7 %. Это свидетельствует о хорошем отклике вида на проведенные биотехнические мероприятия. Вылет слетков из скворечника говорит об успешном завершении цикла размножения. Этот показатель в различные годы варьировался и составил 100 % в 2020 г., что свидетельствует о вылете слетков из всех скворечников, в которых скворцы приступили к гнездованию. Наименьшая успешность отмечена в 2021 г. и составила 60 % (таблица).

Таблица – Общая занятость скворечников скворцом обыкновенным и успешность гнездования в Пинском районе в 2020–2024 гг.

Год	Количество занятых скворцом / количество установленных	Процент занятых скворечников скворцом, в %	Количество успешных циклов размножения / количество занятых скворцом	Процент успешных циклов размножения скворца, в %
2020	3/4	75	3/3	100
2021	5/7	71,4	3/5	60
2022	6/9	66,7	4/6	66,7
2023	8/11	72,7	6/8	75
2024	8/11	72,7	5/8	62,5
Всего	30/42	71,7	21/30	72,8

Установлено, что значительный вред скворцам в установленных скворечниках приносят домашние кошки. В одном из скворечников они два года подряд вытаскивали птенцов, размещаясь прямо на крыше гнездовья. В другом, расположенном в деревенском саду, за период с 2020 по 2024 г. у скворца обыкновенного ни разу не вылупились птенцы. Гнездование заканчивалось на стадии постройки гнезда или откладки яиц, а затем его бросали по неизвестным причинам. В двух гнездовьях пропадали кладки без следов уничтожения взрослых особей.

Установленные искусственные гнездовья привлекали не только скворца. Скворечник, размещенный на опушке лесного массива, где скворец обыкновенный не отмечался ни разу, использовал полчок (*Glis glis*) и семья шершня обыкновенного (*Vespa crabro*) в своих целях. В одном скворечнике в 2021 г. гнездилась горихвостка обыкновенная (*Phoenicurus phoenicurus*), однако ее кладка пропала из гнездовья по неустановленным причинам. Зимой 2022 г. внутри скворечника были обнаружены следы пребывания белки обыкновенной (*Sciurus vulgaris*). В искусственном гнездовье, расположенном на окраине д. Вылазы, была отмечена попытка гнездования в 2024 г. удода (*Upupa epops*). Но, к сожалению, из-за сильного ветра в мае гнездовье оказалось на земле, и кладка погибла. В этом же гнездовье

в январе 2025 г. была обнаружена мертвая полевая мышь (*Apodemus agrarius*). Каким образом особь попала в гнездовье, остается неизвестным.

Выводы. Проведенная нами работа позволила сделать следующие общие выводы.

1. В течение 2020–2023 гг. было изготовлено и установлено 11 дощатых искусственных гнездовий для скворца типа «скворечник», 10 из которых были установлены в границах населенных пунктов и 1 – на опушке сосново-лиственного леса.

2. Скворец обыкновенный был отмечен на гнездование в течение 2020–2024 гг. в десяти скворечниках, расположенных в границах населенных пунктов. Всего зарегистрировано 30 попыток гнездования.

3. Откладка первых яиц в кладке скворца обыкновенного в Пинском районе проходила во второй – третьей декаде апреля и зависела от хода весны. Начало откладки яиц в ранние и поздние весны в среднем сдвигалось на 5–6 дней от среднестатистических дат.

4. Полные кладки чаще содержали 5–6 яиц, нередко встречались с четырьмя яйцами. Также в двух гнездовьях были встречены кладки с восемью яйцами.

5. Средняя заселяемость скворечников скворцом обыкновенным за все годы наблюдений составила 71,7 %.

6. Средний показатель успешности размножения скворца в искусственных гнездовьях за пять сезонов наблюдений составил 72,8 %.

7. Кроме скворца обыкновенного, в искусственных гнездовьях типа «скворечник» отмечались следы жизнедеятельности горихвостки обыкновенной, удода, полчка, мыши полевой, шершня обыкновенного.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федюшин, А. В. Птицы Белоруссии / А. В. Федюшин, М. С. Долбик ; АН БССР, Отд. зоологии и паразитологии. – Минск : Наука и техника, 1967. – 520 с.

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

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

4. Благосклонов, К. Н. Охрана и привлечение птиц полезных в сельском хозяйстве / К. Н. Благосклонов. – М. : УЧПЕДГИЗ, 1949. – 224 с.

К содержанию

В. А. ГРАБОК

Пинск, ПолесГУ

Научный руководитель – Н. В. Водчиц, зав. ОЛ «ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИМБИРЯ АПТЕЧНОГО НА УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫЕ ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Актуальность. Антимикробная резистентность микроорганизмов требует поиска новых природных средств, обладающих выраженной анти-септической активностью. Исследование жгучего вещества имбиря аптечного и его воздействия на *Bacillus subtilis* позволяет оценить его потенциал в разработке альтернативных антимикробных препаратов.

Цель – оценить влияние настоев и отваров имбиря аптечного в чистом виде и с добавлением лимона и меда на условно-патогенные грамположительные микроорганизмы.

Материалы и методы. Объект исследования – отвар из нарезанного корня имбиря; настои из корня имбиря аптечного, высушенного и измельченного в домашних условиях и из порошка торговой марки «ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ™ (ИП Серова)» в чистом виде и с добавлением лимона и меда. В качестве модельного микроорганизма был выбран *Bacillus subtilis*. Чувствительность бактерий определяли диско-диффузным методом. Опыт проводили в трех повторах, высчитывали среднее значение показателя.

Выводы. Наиболее эффективным оказался настой из порошка имбиря, измельченного в домашних условиях с лимоном и медом. Показатель диаметра зоны подавления роста соответствовал 1,00 см. Также хорошие результаты наблюдались при применении этого же настоя без добавок. Зона задержки роста *Bacillus subtilis* была равна 0,93 см.

Меньшую антимикробную активность проявил настой из чистого порошка имбиря, приобретенного в торговой сети, с добавками и без них – 0,60 см и 0,68 см соответственно.

В то же время отвар из нарезанного корня аптечного имбиря демонстрировал высокую активность, диаметр зон задержки роста грамположительных микроорганизмов вокруг лунок с антисептическим средством был равен 0,88 см. Добавление меда и лимона не оказало значительного влияния на антимикробное действие имбиря аптечного.

К содержанию

Т. А. ГРАНКОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы, Гродненский зональный ЦГЭ
Научный руководитель – А. В. Рыжая, канд. биол. наук, доцент

ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ – ПЕРЕНОСЧИКИ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В РАЗНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ Г. ГРОДНО

Актуальность. В последние годы роль иксодовых клещей (сем. *Ixodidae*) как основных переносчиков трансмиссивных заболеваний (клещевого вирусного энцефалита, Лайм-боррелиоза, моноцитарного эрлихиоза человека, гранулоцитарного анаплазмоза человека становится все более начимой. Основную роль в профилактике клещевых инфекций и снижении численности иксодовых клещей и их прокормителей играют соблюдение мер индивидуальной и коллективной защиты человека; проведение благоустройства территорий, создание условий неблагоприятных для жизнедеятельности иксодид и их прокормителей, а также проведение акарицидных обработок.

В Республике Беларусь из пастбищных видов иксодид повсеместно встречаются и многочисленны два вида иксодовых клещей: *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) и *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794). Условия обитания иксодовых клещей разнообразны, лимитирующими факторами их жизнедеятельности являются: температура и влажность подстилки; в то же время они достаточно устойчивы к неблагоприятным факторам внешней среды [1].

В поддержании численности иксодовых клещей в экосистемах городов в последние годы все большую роль играют синантропные млекопитающие и птицы.

Под воздействием различных абиотических и биотических факторов изменяются и биотопы, благоприятствующие распространению и развитию как прокормителей иксодовых клещей, так и их самих в условиях городской среды, включая парковые, лесопарковые зоны, набережные в черте города, селитебные территории, территории частных домовладений.

Активация резервуаров и увеличение популяции, периода активности иксодовых клещей, в том числе основного переносчика *Ixodes ricinus* связаны с изменением природно-климатических условий и активизацией хозяйственно-бытовой деятельности человека.

Анализ многолетней динамики заболеваемости клещевыми инфекциями позволяет сказать, что в эпидпроцесс вовлечены все регионы Республики Беларусь [2].

Цель – определение основных фенологических показателей иксодид в различных природных биотопах г. Гродно и его окрестностей как

основных переносчиков возбудителей ряда инфекционных заболеваний человека различной этиологии.

Основными типами растительности г. Гродно является селитебная, лесная и сегетальная растительность. Леса зеленой зоны города – сосновые и сосново-березовые – с хорошо выраженным вторым кустарниковым ярусом. Естественный растительный покров окрестностей города представлен лесной и луговой растительностью. Зеленые зоны сформированы природными ландшафтами: лесными массивами в районах жилой застройки, пойменными территориями рек, системой антропогенных ландшафтов города (городские многофункциональные и специализированные парки, и система городских бульваров и скверов). Характерной особенностью г. Гродно является наличие большого количества усадебной жилой застройки как в центральном районе города, так и по периферии [4].

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили иксодовые клещи различных стадий развития (личинки, нимфы, имаго), собранные в сезон их активности (март – ноябрь) в 2015–2024 гг. Видовая и родовая идентификация иксодовых клещей выполнялась на бинокулярном микроскопе и определителю Н. А. Филиппова [3].

Рекогносцировочные обследования территорий проводятся в рамках энтомологического слежения и проведения биологических наблюдений в природных биотопах за акарофауной, имеющей медицинское значение в течение всего сезона активности клещей ежедекадно (с марта по ноябрь).

На обследуемых участках г. Гродно и окрестностей иксодовых клещей собирали по стандартным методикам – на энтомологический флаг (т. е. на отрез 60 × 100 см). Показателем численности является среднее количество клещей, собранных на энтомологический флаг и на учётчика с перерасчётом на 1 км маршрута (экз. на флаги/км).

За последние 10 лет (с 2015 по 2024 г.) по результатам рекогносцировочных обследований на урбанизированных и рекреационных территориях г. Гродно регистрировались два вида иксодовых клещей: *I. ricinus* и *D. reticulatus*. Доминирующим видом в сборах являлся *I. ricinus*.

Наибольшее количество клещей *I. ricinus* собрано с 2015 по 2024 г. в биоценозах лиственных и хвойно-лиственных лесов с достаточно хорошо развитой кустарниковой и травянистой растительностью и хорошо выраженной подстилкой. Стации сбора *D. reticulatus* – опушки леса, территории с разнотравно-луговым растительным покровом, прибрежной растительностью. За последние 10 лет вне зависимости от мест сбора иксодовых клещей (лесные массивы, прилегающие к населенным пунктам, лесные массивы, расположенные в черте населенных пунктов, парков, скверов, пустырей и пр.) динамика годовой активности клещей продолжает характеризоваться весенним (май – июнь) и осенним (август – сентябрь) пиками сезонного максимума.

Сезон активности клещей в среднем составлял в г. Гродно 253 дня для *I. ricinus* и 266 для *D. reticulatus*. Начало сезона активности клещей в природных биотопах г. Гродно обнаруживались в конце второй – начале третьей декады марта для *I. ricinus*. Для *D. reticulatus* начало активности регистрировали со второй декады февраля – второй декады марта.

Начало массовой активности на территории города для *I. ricinus* приходилось на первую и вторую декаду мая, а для *D. reticulatus* – на вторую и третью декаду апреля. Пик численности клещей *I. ricinus* на территориях г. Гродно начинался с третьей декады мая по вторую декаду июня, а у *D. reticulatus* – с первой по вторую декады мая.

Конец массовой активности клещей *I. ricinus* на территориях г. Гродно приходился на вторую и третью декады октября, последние клещи при рекогносцировочных обследованиях на маршрутах обнаруживались в конце третьей декады ноября. У *D. reticulatus* конец массовой активности наблюдался в первой декаде ноября, последние клещи на маршруте обнаруживаются в третьей декаде ноября – первой декаде декабря.

За последние 10 лет самый высокий среднесезонный показатель зафиксирован в г. Гродно в 2022 г. – 5,0 экз. на флаго/км; наименьший – в 2018 г. – 1,4 экз. на флаго/км.

За последние 10 лет наибольшее количество граждан, обратившихся за медицинской помощью в организации здравоохранения по поводу укусов иксодовыми клещами, зарегистрировано в г. Гродно в 2017 г. – 4702 человека, наименьшее в 2015 г. – 2923 человека.

Анализ биотопов присасывания показал, что в большинстве случаев встреча с клещами происходила в природных биотопах (лесных массивах), находящихся за пределами городской черты. В последние годы увеличивается количество обращений граждан, где местом встречи с клещами указываются территории частных домовладений и садовых товариществ, расположенных на территории города. Количество обращений, где местом встречи граждане указывают организованные зоны отдыха, расположенные на территории г. Гродно, и где регулярно проводятся акарицидные обработки, не превышает 0,2 % от общего числа обратившихся за медицинской помощью за эпидсезон. Также показатель численности клещей через 5 и 35 суток после проведения акарицидных обработок не превышал нормируемый показатель и составлял на обработанных территориях от 0 до 0,2 экз. на флаго/ км.

Выводы. Таким образом, можно констатировать, что за последние 10 лет сезон активности иксодид сдвинулся и начинается в более ранние сроки, особенно на урбанизированных территориях. Часто иксодовые клещи обнаруживаются и в зимний период года (декабрь – февраль).

Иксодовые клещи тяготеют биотопам с достаточно богатым травостоем и подстилкой. Биотопы хорошо инсолированные, со скудной растительностью и большим дефицитом влаги в почве и припочвенном слое воздуха неблагоприятны для иксодид.

Увеличился и период активности клещей как на территории города, так и в его окрестностях. Остается четко выраженная сезонная активность иксодовых клещей вне зависимости от мест обитания, сохраняется динамика их активности в виде двух физиологических пиков – весенний (май – июнь) и осенний (август – сентябрь), что подтверждается четкой разницей среднесезонных показателей численности. Также с ростом численности популяции иксодовых клещей, особенно в природных биотопах, увеличивается и количество лиц, обратившихся с укусами клещей.

Выявление особенностей эпидситуации по клещевым инфекциям предполагает проведение постоянного энтомологического слежения за фенологией иксодовых клещей и их прокормителей, активизации профилактических мероприятий, направленных на снижение численности клещей и ликвидацию условий, способствующих их распространению, особенно в черте города, и информированности населения о методах защиты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бычкова, Е. И. Иксодовые клещи (IXODIDAE) в условиях Беларуси / Е. И. Бычкова, И. А. Федорова, М. М. Якович. – Минск : Беларус. навука, 2015. – 191 с.

2. Оценка эпидемиологической ситуации по трансмиссивным инфекциям с результатами энтомологического слежения за переносчиками инфекционных и паразитарных заболеваний в Республике Беларусь в 2023 году : информ.-аналит. бюл. / сост. А. И. Горбачева [и др.]. ; Респ. центр эпидемиологии и обществ. здоровья. – Минск, 2023. – 29 с.

3. Филиппова, Н. А. Иксодовые клещи подсемейства Ixodinae / Н. А. Филиппова // Фауна СССР. Паукообразные. – 1977. – Т. 4, вып. 4. – 396 с.

4. Схема озеленённых территорий общего пользования г. Гродно : экол. докл. по стратег. экол. оценке 3. 21-00 ПЗ-2 ; дир. А. Н. Хижняк ; нач. отд. Е. В. Павлова, исполн: В. Д. Лысенко. – Минск, 2021. – 168 с. – Инв. № 38871, н/с.

К содержанию

УДК 582.71:581.55:633.88(476.7)

А. В. ГРИЦЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

**ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
RUBUS IDAEUS L. В ОКРЕСТНОСТЯХ Д. НОВЫЕ ЛЫЩИЦЫ
БРЕСТСКОГО РАЙОНА**

Актуальность. Малина (*Rubus idaeus* L.) относится к дикорастущим хозяйственно полезным пищевым и лекарственным растениям, учет которых ведется согласно сведениям, приведенным в Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь (2019).

Цель – проанализировать эколого-ценотические особенности *Rubus idaeus* L. в окрестностях д. Новые Лыщицы Брестского района.

Материалы и методы. В июне – сентябре 2023–2024 гг. в лесах окрестностей д. Новые Лыщицы Брестского района проведены геоботанические описания на четырех пробных площадях, заложенных в местах произрастания ценопопуляций *Rubus idaeus* L. Измеряли среднюю высоту, рассчитывали число побегов малины на единицу площади, определяли проективное покрытие, состояние в баллах и характер размещения растений.

Выводы. Малина (*Rubus idaeus* L.) – многолетний теневыносливый кустарник, по отношению к влажности почвы – мезогигрофит, к плодородию почвы – мегатроф. В лесных фитоценозах в окрестностях д. Новые Лыщицы Брестского района описаны четыре места произрастания *Rubus idaeus* L. общей площадью 140,17 м² в сосняках мшистых. Размеры ценопопуляций объекта исследования – 54,72 м², 9 м², 16 м² и 60,45 м².

На исследованных площадях древостой представлен *Pinus sylvestris* L. с небольшой примесью в составе *Quercus robur* L. В состав подроста входят вышеперечисленные виды, а также *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. В подлеске произрастают *Corylus avellana* L., *Frangula alnus* Mill., *Juniperus communis* L., *Padus avium* Mill., *Sorbus aucuparia* L. Доминируют в составе травяно-кустарничкового яруса *Rubus caesius* L., *Fragaria vesca* L., *Mycelis muralis* (L.) Dumort., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Chelidonium majus* L. Средняя высота побегов *Rubus idaeus* четырех ценопопуляций равна 70,4 см, 52,6 см, 50,4 см, 74,1 см и в среднем составила 61,87 ± 6,05 см. Среднее проективное покрытие малины – 44,4 %. Средняя численность побегов кустарника *Rubus idaeus* на 1 м² составляет 29,4 шт. Преобладают растения I категории состояния. Распределения особей в ценопопуляциях – групповое.

К содержанию

УДК 582.284(476.7)

А. В. ДАВИДЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – М. В. Левковская, старший преподаватель

ВИДОВОЙ СОСТАВ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ АГ. РУСИНО БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Ксилотрофные грибы принимают участие в разложении древесины и могут вызывать распространение гнилей.

Цель – выявить видовой состав ксилотрофных грибов в лесных фитоценозах окрестностей аг. Русино Барановичского района.

Материалы и методы. С мая по октябрь 2023–2024 гг. маршрутным методом в различных типах леса в окрестностях аг. Русино Барановичского района проводили исследования видового состава ксилотрофных грибов на различных видах субстратов с учетом количества плодовых тел и встречаемости акромицетов. Определение проводили макро- и микроскопическим методом с помощью стандартных определителей. Латинские названия приведены с учетом электронных баз данных MycoBank, Index Fungorum.

Выводы. В ходе обследования 4099 экземпляров древесных растений на 158 особях (3,86 %) были зарегистрированы 16 видов ксилотрофных грибов, которые относятся к 13 родам, 8 семействам (*Fomitopsidaceae*, *Hymenochaetaceae*, *Laetiporaceae*, *Polyporaceae*, *Postiaceae*, *Stereaceae*, *Sparassidaceae*, *Trichaptaceae*), 3 порядкам (*Polyporales*, *Hymenochaetales*, *Russulales*) класса *Agaricomycetes* отдела *Basidiomycota*. Наиболее многочисленно представлены семейство *Polyporaceae*, включающее 4 рода (р. *Dae-daleopsis*, *Fomes*, *Ganoderma*, *Trametes*) и 6 видов; семейство *Hymenochaetaceae* – р. *Inonotus*, *Phellinus*, 2 вида (*Inonotus obliquus* f. *sterilis*, *Phellinus igniarius*); семейство *Fomitopsidaceae* – р. *Piptoporus*, *Fomitopsis*, 2 вида (*Piptoporus betulinus*, *Fomitopsis pinicola*). К семейству *Trichaptaceae* относятся два вида р. *Trichaptum* (*Trichaptum bifforme*, *Trichaptum abietinum*). Семейства *Postiaceae*, *Stereaceae*, *Laetiporaceae*, *Sparassidaceae* включают по одному виду.

Ксилотрофные макромицеты были отмечены на пнях, ослабленных и живых деревьях следующих видов: *Betula pendula* Roth (7 видов), *Quercus robur* L. (4 вида), *Populus alba* L. (2 вида), *Populus tremula* L. (1 вид), *Fraxinus excelsior* L. (1 вид), *Picea abies* (L.) Karst. (1 вид). По частоте встречаемости доминируют *Piptoporus betulinus*, *Fomes fomentarius*.

К содержанию

А. Д. ДАВЫДОК

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА ВСХОЖЕСТЬ И РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ
*CAPSICUM ANNUUM***

Актуальность. В настоящее время в сельском хозяйстве остро стоит вопрос о повышении урожайности овощных культур, что характерно и для Республики Беларусь. Овощные культуры занимают важное место в рационе питания человека, а среди них заметное место завоевал перец болгарский или сладкий (*Capsicum annuum*). Он содержит в своих плодах большое количество витамина С, каротина и минеральных соединений, около 25–30 мг рутина, который усиливает эффективность действия аскорбиновой кислоты [1]. Рутин способствует повышению прочности кровеносных сосудов, оказывая благотворное влияние на физиологическое состояние человека [2]. По содержанию аскорбиновой кислоты перец превосходит черную смородину и даже лимоны. За счет большого количества капсаицина плоды перца обладают мощным антибактериальным эффектом, уничтожают до 75 % вредных бактерий, и противовирусным действием, способствуют укреплению иммунитета, особенно сопротивляемости различным простудным заболеваниям [2; 3]. Красный перец повсеместно используется в качестве специи для придания более выраженного вкуса или цвета, например, в мясных изделиях, супах, соусах и др. Эта пищевая добавка может улучшать процессы пищеварения [3]. Однако в условиях нашей страны данная культура показывает невысокую всхожесть и темпы роста. Поэтому актуален поиск экологичных методов, повышающих посевные качества ее семян и активизирующих ростовые процессы. Таким требованиям отвечают разнообразные методы предпосевного воздействия, среди которых особое место занимает электромагнитная обработка семян.

Цель – изучить влияние электромагнитного излучения разной продолжительности на всхожесть и ростовые процессы перца сладкого (*Capsicum annuum*) сорта Червонец.

Материалы и методы. Семена перца сладкого сорта Червонец были обработаны электромагнитным излучением (далее – ЭМИ) с тепловым подогревом на специализированных установках НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ в течение 2 минут, 2,5 минуты и 3 минут. Контрольная группа (далее – К) оставалась без воздействия электромагнитного поля. Для исследования обработанные и контрольные семена выкладывались

на предварительно увлажненную фильтровальную бумагу в чашки Петри и проращивались при комнатной температуре (21–22 °С) в течение 23 дней в условиях естественного освещения. Повторность опыта трехкратная. В ходе опыта оценивали влияние ЭМИ на всхожесть и характер ростовых процессов изучаемой культуры. Результаты обрабатывались статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. В результате исследования было выявлено, что обработка семян перца сладкого ЭМИ продолжительностью 2 и 2,5 минуты положительно сказалась на увеличении всхожести относительно контроля на 11 %, тогда как после трехминутного воздействия не наблюдалось достоверных изменений относительно контроля (рисунок 1).

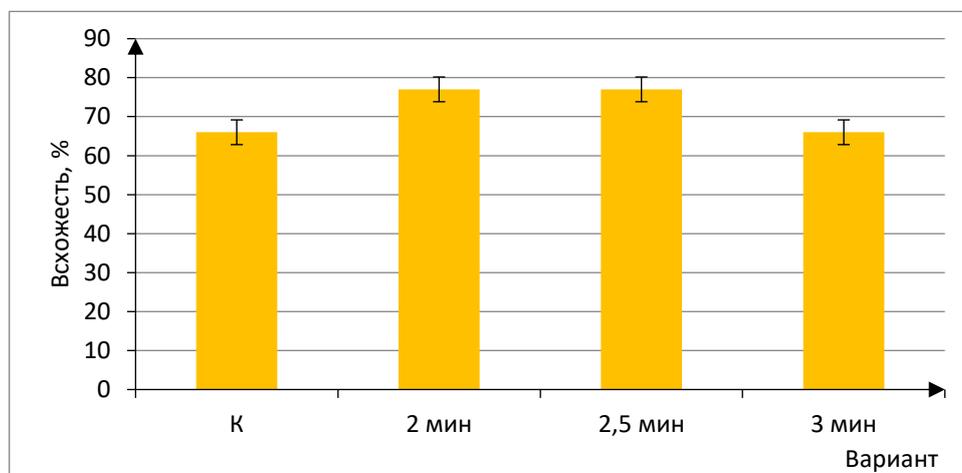


Рисунок 1 – Влияние ЭМИ на всхожесть перца сладкого сорта Червонец

Отмечено, что обработка ЭМИ положительно повлияла на длину корней при обработке в течение 2 минут, увеличив её относительно контроля на 22 %, тогда как в режимах обработки продолжительностью 2,5 и 3 минуты наблюдалось уменьшение длины корней на 10 и 41 % соответственно (рисунок 2, А).

Установлена активизация роста проростков под влиянием ЭМИ с тепловым подогревом и увеличение длины надземных побегов перца сладкого относительно контрольных значений на 35 % в варианте с обработкой 2 минуты и на 15 % в случае 2,5 минуты (рисунок 2, Б). Однако под влиянием электромагнитного излучения продолжительностью 3 минуты длина проростков снижалась на 40 %.

Выводы. Таким образом, установлено положительное влияние сверхвысокочастотной обработки электромагнитным полем с микроволновым излучением с тепловым нагревом продолжительностью 2 и 2,5 минуты,

повышающих посевные качества семян и ростовые процессы надземных органов перца сладкого.

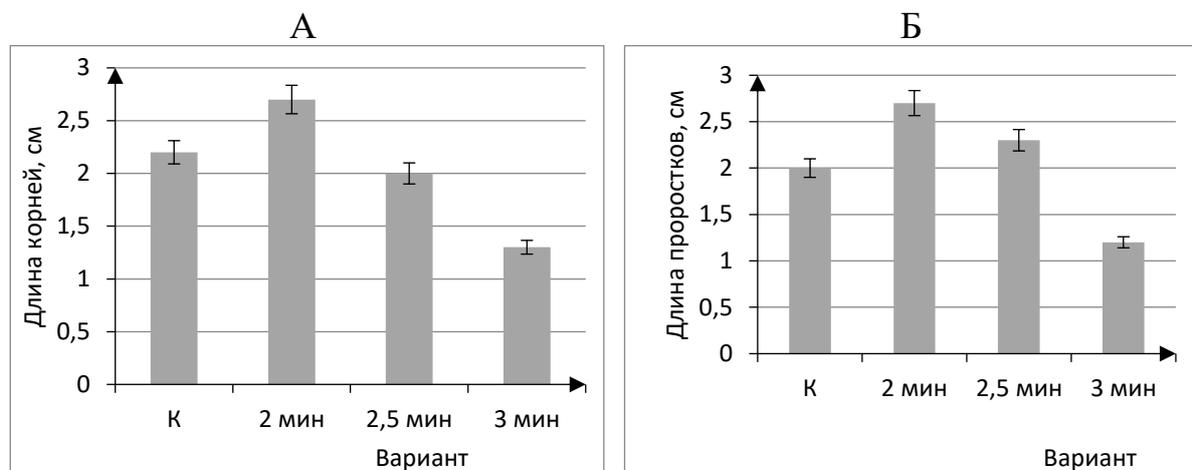


Рисунок 2 – Влияние ЭМИ на длину корней (А) и проростков (Б) 23-дневных растений перца сладкого сорта Червонец

Однако в ходе выполнения лабораторных экспериментов было выявлено, что наиболее оптимальная продолжительность воздействия ЭМИ СВЧ-диапазона с тепловым подогревом – 2 минуты, так как она максимально значимо повышает все обсуждаемые параметры у перца сладкого сорта Червонец.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь – грант «Оценка влияния комплекса электромагнитных воздействий на физиолого-биохимические процессы пряно-ароматических и овощных культур» на 2025 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мазыкина, Е. А. Влияние условий закрытого и открытого грунтов на урожайность и хозяйственно-ценные признаки отечественных гибридов сладкого перца / Е. А. Мазыкина. – Краснодар : Куб. гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина, 2023. – 9 с.

2. Макарова, Н. В. Влияние термической обработки на антиоксидантную активность красных перцев / Н. В. Макарова, В. П. Бординова // Пищевая промышленность. – 2011. – № 9. – С. 46–48.

3. Осипова, Г. С. Влияние года репродукции и условий формирования семян на рост, развитие и урожайность перца сладкого сорта Ласочка / Г. С. Осипова, Д. А. Попова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4. – С. 45–52.

К содержанию

К. Д. ДИКОВИЦКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – В. А. Костюк, д-р хим. наук, профессор

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ КУРКУМИНА И ЕГО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМ В ОТНОШЕНИИ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК ЛИНИИ MCF-7

Актуальность. По данным ВОЗ, онкологические заболевания являются одной из наиболее распространённых причин смерти в высокоразвитых странах. Одним из перспективных противораковых полифенолов считается куркумин, однако его терапевтическое применение ограничено низкой водорастворимостью, поэтому получение гидрофильных форм куркумина и исследование их противоопухолевой активности представляется весьма актуальной задачей.

Цель – выявить наличие цитотоксического влияния куркумина и его модифицированных форм на клетки линии MCF-7.

Материалы и методы. Объектом исследования являлась клеточная линия аденокарциномы молочной железы человека MCF-7. Клетки растили в полной среде ДМЕМ с добавлением 10 % эмбриональной бычьей сыворотки при стандартных условиях (37 °С, 5 % CO₂). Действие препаратов оценивали после 24 часов инкубации с клетками в среде ДМЕМ без сыворотки. Жизнеспособность клеток оценивали с помощью реагента PrestoBlue™, целостность мембран – по выходу лактатдегидрогеназы (далее – ЛДГ) и методом двойного окрашивания (акридиновый оранжевый / этидиум бромид).

Выводы. Куркумин в диапазоне концентраций 25–100 мкМ оказывает выраженное цитотоксическое действие на клетки линии MCF-7, полностью подавляя их жизнеспособность при концентрации 100 мкМ. Гибель клеток осуществляется преимущественно в результате некроза, для которого характерна потеря целостности клеточной мембраны, о чем свидетельствуют выход из клеток ЛДГ и окрашивание ядер этидиум бромидом. Исследованные микроструктурированные формы куркумина цитотоксического действия в диапазоне концентраций 25–100 мкМ не оказывали. Комплекс марганца с куркумином в диапазоне концентраций 50–200 мкМ инициировал гибель клеток линии MCF-7 по механизму апоптоза, о чем свидетельствует потеря способности клеток к адгезии при сохранении целостности плазматической мембраны.

К содержанию

А. Я. ДОГЕЛЬ

Минск, БГУ

Научный руководитель – И. В. Минеева, д-р хим. наук, профессор

СИНТЕЗ НОВЫХ 3-ГИДРОКСИ-3-ФЕНАЦИЛИНДОЛ-2-ОНОВ И *IN SILICO* АНАЛИЗ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ФАРМАКОКИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Актуальность. 3-Гидрокси-2-оксиндолы являются распространёнными в живых организмах биологически активными соединениями, известными своими противовоспалительными, иммуномодуляторными и антипролиферативными свойствами [1]. Их синтетические аналоги, например 3-гидрокси-3-фенацилиндол-2-оны, обладают антипролиферативными [2], антиоксидантными [3] и другими свойствами. Синтез новых производных 3-гидрокси-3-фенацилиндол-2-она приведёт к созданию новых лекарственных соединений с улучшенными терапевтическими свойствами. *In silico* анализ физико-химических и фармакокинетических свойств позволит выявить направления модификации структуры синтезируемых соединений с целью улучшения их биодоступности.

Цель – синтез новых производных 3-гидрокси-3-фенацилиндол-2-она, содержащих циклопропановые фрагменты, и *in silico* анализ их фармакокинетических и физико-химических свойств.

Материалы и методы. 3-Гидрокси-3-фенацилиндол-2-оны были получены в результате альдольной конденсации изатина или его производного с ацетофеноном или соответствующим его производным. Катализатор – диэтиламин, растворитель – изопропиловый спирт. Смесь перемешивали в течение трёх дней при комнатной температуре. Продукт выделяли фильтрованием.

Анализ физико-химических и фармакокинетических свойств синтезированных соединений *in silico* был осуществлён с помощью модуля SwissADME <http://www.swissadme.ch/>.

Структуры всех полученных соединений были доказаны методами ^1H и ^{13}C ЯМР.

Результаты и обсуждение. Схема синтеза 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолов и выходы продукта реакций представлены на рисунке 1.

В таблице 1 представлены результаты *in silico* анализа физико-химических свойств синтезированных соединений. На рисунке 2 изображены «радары» биодоступности – радиальные диаграммы, отображающие шесть ключевых физико-химических свойств: липофильность, размер,

полярность, растворимость, насыщенность, гибкость. Молекула, обладающая оптимальными физико-химическими свойствами для пероральной биодоступности, характеризуется фигурой, точки которой расположены внутри розовой области диаграммы.

Такие фармакокинетические свойства синтезированных соединений, как проницаемость через ГЭБ, гастроинтестинальная абсорбция, способность быть субстратом Р-гликопротеина, представлены на рисунке 3 с помощью модели BOILED-Egg. В жёлтой области отображены соединения, проходимые через ГЭБ и способные абсорбироваться в ЖКТ, в белой области – абсорбируемые в ЖКТ, но не проходимые через ГЭБ. Синими точками отображены соединения, способные быть субстратом Р-гликопротеина, красным – не способные.

В таблице 2 представлены сведения о возможности ингибиторной активности синтезированных 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолов по отношению к цитохромам CYP1A2, CYP2C19, CYP2C9, CYP2D6, CYP3A4.

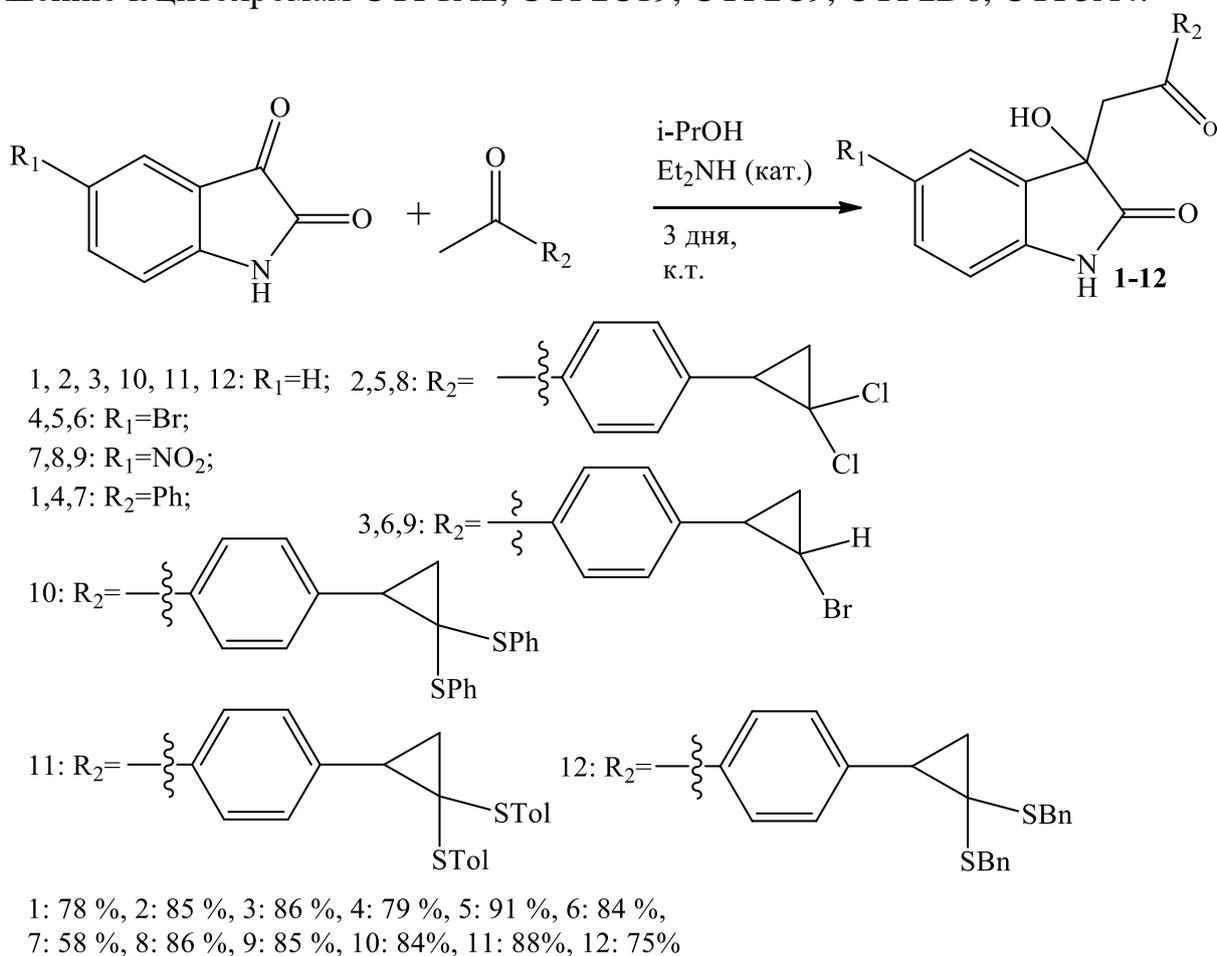


Рисунок 1 – Схема синтеза и выходы продукта 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолов

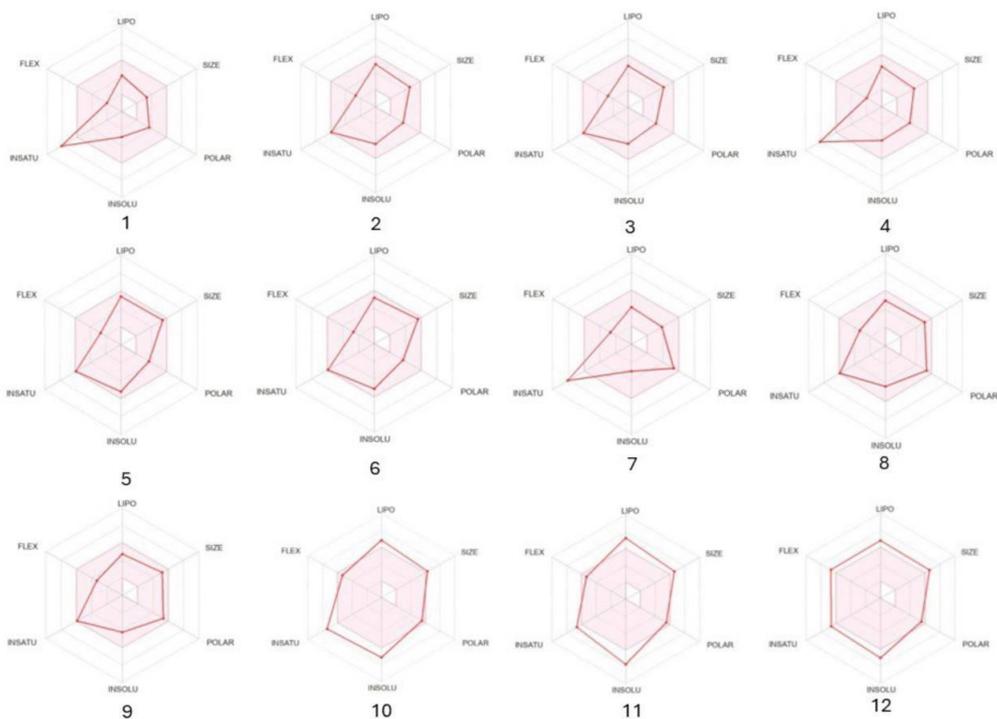


Рисунок 2 – «Радары» биодоступности синтезированных 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолов

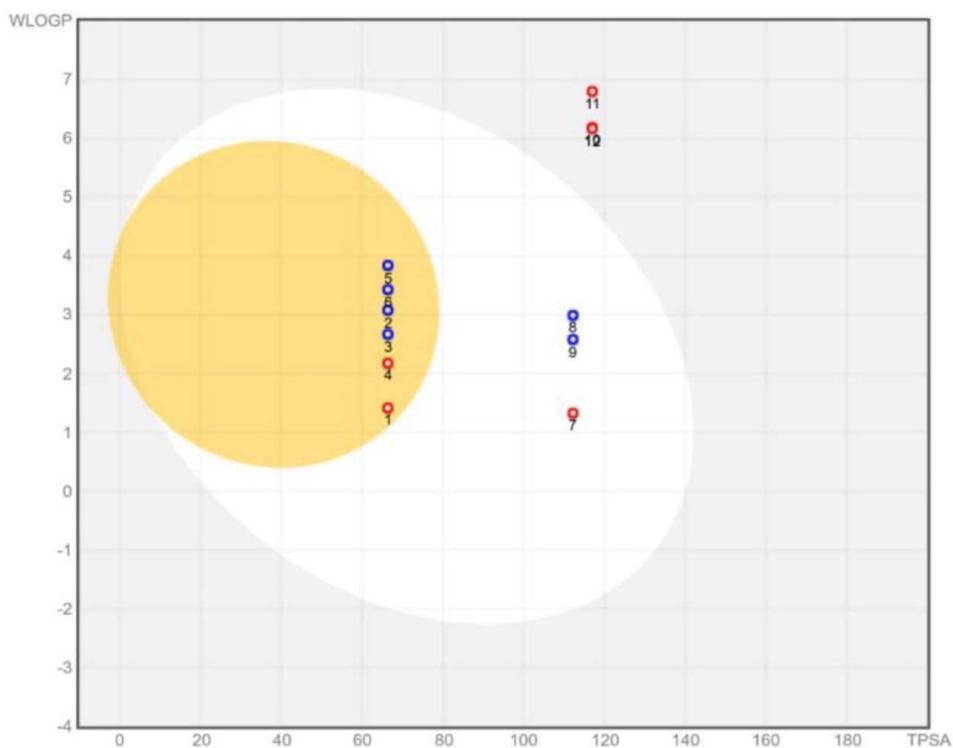


Рисунок 3 – модель BOILED-Egg для синтезированных 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолов

Таблица 1 – Физико-химические свойства синтезированных 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолов

№ п/п	ММ ¹ , г/моль	Доля Csp ³	Число вращаемых связей	Число Н-акцепторов	Число Н-доноров	MP ²	ТПП ³	logP ⁴
1	267,3	0,12	3	3	2	77,30	66,40	1,8
2	376,2	0,26	4	3	2	99,40	66,40	3,2
3	386,2	0,26	4	3	2	97,64	66,40	2,9
4	346,2	0,12	3	3	2	85,00	66,40	2,4
5	455,1	0,26	4	3	2	107,10	66,40	3,8
6	465,1	0,26	4	3	2	105,34	66,40	3,5
7	312,3	0,12	4	5	2	86,12	112,2	1,0
8	421,2	0,26	5	5	2	108,22	112,2	2,4
9	431,2	0,26	5	5	2	106,46	112,2	2,2
10	523,7	0,16	8	3	2	152,29	117,0	5,6
11	551,7	0,21	8	3	2	162,22	117,0	6,2
12	551,7	0,21	10	3	2	163,58	117,0	5,7

Примечание – ММ¹ – молекулярная масса; MP² – молярная рефракция; ТПП³ – топологическая полярная поверхность; logP⁴ – логарифм коэффициента распределения в системе октанол/вода.

Таблица 2 – Возможность ингибирования цитохромов СYP1A2, СYP2C19, СYP2C9, СYP2D6, СYP3A4 синтезированными 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолами

Соединение		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ингибитор СYP1A2		–	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–
Ингибитор СYP2C19		–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+
Ингибитор СYP2C9		–	+	+	–	+	+	–	+	+	+	+	+
Ингибитор СYP2D6		–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+
Ингибитор СYP3A4		–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+

Выводы. Вышеописанная методика синтеза 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолов позволила эффективно получить данные соединения с высокими выходами продукта. Согласно полученным данным, соединения, содержащие циклопропановый фрагмент (2, 3, 5, 6, 8–12) характеризуются более оптимальной насыщенностью, чем не содержащие данный структурный фрагмент соединения 1, 4, 7.

Все синтезированные соединения, за исключением 10, 11, 12, способны абсорбироваться в ЖКТ. Нитро-группа в 5-положении индольного бицикла препятствует проходимости соединений через ГЭБ. Соединения 1, 4, 7, не содержащие циклопропановый фрагмент, а также соединения 10, 11, 12, содержащие дитиозамещённый циклопропан, не являются субстратами Р-гликопротеина, что способствует их накоплению в клетках и эффективному терапевтическому действию. Соединения, содержащие галогензамещённый циклопропановый фрагмент, являются субстратами Р-гликопротеина, который будет выводить их из клетки. Чтобы обеспечить возможность применения этих соединений в качестве лекарственных, их можно применять в комбинации с ингибиторами Р-гликопротеина [4].

Все соединения, за исключением 1 и 7, обладают ингибиторными свойствами по отношению к цитохромам, представленным в таблице 2, что обуславливает возможность возникновения побочных эффектов, связанных с взаимодействием с другими лекарственными соединениями [5].

Таким образом, полученные 3-гидрокси-3-фенацил-2-оксиндолы обладают благоприятными физико-химическими и фармакокинетическими свойствами для их применения в разработке лекарственных препаратов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Peddibhotla, S. 3-Substituted-3-hydroxy-2-oxindole, an Emerging New Scaffold for Drug Discovery with Potential Anti-Cancer and other Biological Activities / S. Peddibhotla // *Current Bioactive Compounds*. – 2009. – Vol. 5, № 1. – P. 20–38.

2. Synthesis and Structure-Activity Relationship Studies of Small Molecule Disruptors of EWS-FLI1 Interactions in Ewing's Sarcoma / P. N. Tosso, Y. Kong, L. Scher [et al.] // *Journal of Medical Chemistry*. – 2014. – Vol. 57, № 24. – P. 10290–10303.

3. Antioxidant activities of 5-hydroxyoxindole and its 3-hydroxy-3-phenacyl derivatives: The suppression of lipid peroxidation and intracellular oxidative stress / D. Yasuda, K. Takahashi, T. Ohe [et al.] // *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. – 2013. – Vol. 21, № 24. – P. 7709–7714.

4. Nguyen, T. T. L. Pharmaceutical Formulations with P-Glycoprotein Inhibitory Effect as Promising Approaches for Enhancing Oral Drug Absorption and Bioavailability / T. T. L. Nguyen, V. A. Duong, H. J. Maeng // *Pharmaceutics*. – 2021. – Vol. 13, № 7. – P. 1103.

5. Daina, A. SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, druglikeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules / A. Daina, O. Michielin, V. Zoete // *Science Republic*. – 2017. – Vol. 7. – P. 42717.

К содержанию

А. А. ДОЛОМБОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ В ВОДОЕМАХ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Амфибии являются неотъемлемыми компонентами биоценозов и принимают непосредственное участие в поддержании их равновесия. На современном этапе развития биологии как науки очевидно огромное значение амфибий в экосистемах, они играют немаловажную роль в процессе видоизменения и пространственного перемещения вещества и энергии. Также велика ценность этой группы животных с медицинской, биологической и хозяйственной точки зрения [1].

Так как земноводные являются амфибионтами, они служат прекрасной моделью для изучения воздействия антропогенных факторов, которые напрямую влияют на все компоненты природы. Из-за характерных особенностей биологии земноводных наблюдается процесс снижения численности популяций ряда видов с каждым годом и в настоящий момент такая тенденция приобретает глобальный масштаб. Одной из самых распространенных причин сокращения численности амфибий является хозяйственная деятельность человека. Земноводные – группа животных, которых люди совершенно без повода уничтожают, особенно неприязненное отношение отмечается к жабам [2]. Все вышеуказанное свидетельствует об актуальности темы исследования.

Цель – выявить видовое разнообразие земноводных на модельных водоемах Гродненского района в малых населенных пунктах, расположенных в окрестностях г. Скиделя.

Материалы и методы. Скидель – город-спутник, расположенный в Гродненском районе Гродненской области на р. Скидьянка в 25 км к востоку от г. Гродно. Население его составляет 9707 жителей (на 1 января 2024 г.). На территории города и в его окрестностях находится значительное количество предприятий и очистные сооружения. К предприятиям, оказывающим наибольшую антропогенную нагрузку, относятся Скидельский сахарный комбинат, Скидельский агрокомбинат, завод медицинских препаратов, маслосырзавод.

Исследования проводили в весенне-летний период 2023–2024 гг. на четырех стационарных водоемах, расположенных в окрестностях

г. Скидель. Данные водоемы расположены в следующих малых населенных пунктах: Гущицы (В-1), Глиняны (В-2), Котра (В-3), Суховляны (В-4). Описание водоемов производили с помощью стандартизированных бланков, которые позволяют дать балльную оценку показателей и балльную оценку растительности исследованных водоемов. Для всех стационарных водоемов определена степень антропогенной нагрузки по методике О. В. Янчуревич [3].

Сбор материала осуществляли вручную и с помощью сачка. Для определения видовой принадлежности земноводных использовали определители [1].

Результаты и обсуждение. Нами определена степень антропогенной нагрузки на исследованные водоемы. Были получены баллы в диапазоне от 11 до 20, что свидетельствует о средней степени антропогенной нагрузки на все водоемы. Два водоема (В-1, В-2) имеют искусственное происхождение и два (В-3, В-4) – естественное происхождение.

Результаты исследований показали, что в стационарных водоемах всего зарегистрировано 6 видов батрахофауны (рисунок), из которых 2 вида являются европейскими водными зелеными лягушками – *Pelophylax ridibundus*, *Pelophylax lessonae*, 2 вида относятся к бурым лягушкам – *Rana arvalis*, *Rana temporaria*, и 2 вида жаб – *Bufo viridis*, *Bufo bufo*.

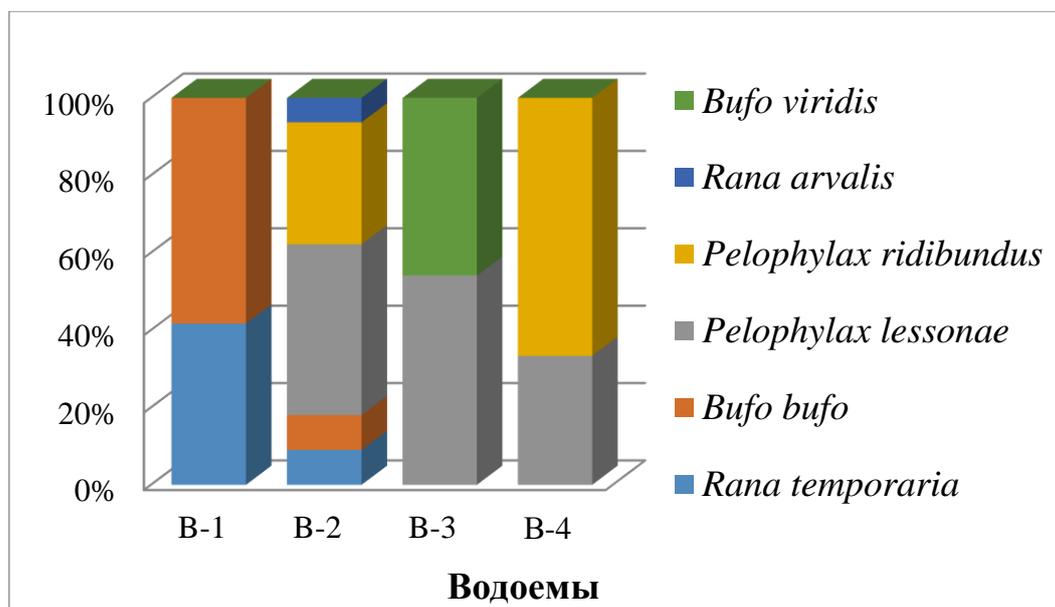


Рисунок – Видовое разнообразие амфибий исследованных водоемов

В первом водоеме (В-1) выявлено лишь два вида амфибий: преобладает жаба серая (*Bufo bufo*) в процентном отношении (58 %) и лягушка травяная (*Rana temporaria*) – 42 %. *Rana temporaria* на водоеме появляется первой с наступлением тепла еще в апреле. Жабь на водоем приходят

на период размножения – с конца апреля по май, а в остальное время их можно заметить рядом с постройками человека. Во втором водоеме (В-2) зафиксированы следующие виды амфибий: лягушка прудовая (*Pelophylax lessonae*) – 44 %, лягушка озерная (*Pelophylax ridibundus*) – 32 %, а также бурые лягушки: лягушка остромордая (*Rana arvalis*) и лягушка травяная (*Rana temporaria*), которые составляют соответственно 6 и 9 % батрахокомплекса, и жаба серая (*Bufo bufo*) – 9 %.

Видовое разнообразие батрахокомплекса третьего водоема (В-3) представлено двумя видами амфибий: лягушкой прудовой (*Pelophylax lessonae*) – 54 % от общего количества земноводных и жабой зеленой (*Bufo viridis*) – 46 %. Зеленая жаба является ярко выраженным синантропный вид, часто встречается на местностях, трансформированных в результате хозяйственной деятельности человека [4]. В четвертом водоеме (В-4) выявлены водные зеленые лягушки: лягушка прудовая (*Pelophylax lessonae*) – 33 % и лягушка озерная (*Pelophylax ridibundus*) – 67 %.

Выводы. Таким образом, наибольшее видовое разнообразие земноводных выявлено в водоеме 2, расположенном в д. Глиняны. Индекс Шеннона составил 0,75. Сходство видового состава батрахокомплексов исследуемых водоемов по коэффициенту Жаккара очень малое или вовсе не наблюдается, что может быть вызвано антропогенным воздействием на водоемы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / под ред. А. Г. Банникова. – М. : Просвещение, 1977. – С 29–36.

2. Цховребова, А. И. Влияние факторов среды на развитие бесхвостых амфибий Северных склонов Центрального Кавказа : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.15 / Цховребова Альбина Ирадионовна ; Северо-Осет. гос. ун-т им. К. Л. Хетагурова. – Владикавказ, 2015. – С. 3–6.

3. Янчуревич, О. В. Репродуктивная экология некоторых видов амфибий в условиях урбанизированных ландшафтов / О. В. Янчуревич // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. – 2005. – № 1 (31). – С. 205–212.

4. Янчуревич, О. В. Анализ спектров питания *Bufo viridis* охраняемых природных территорий Гродненской области / О. В. Янчуревич, А. В. Рыжая // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси : материалы XI Зоол. Междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 10-летию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 1–3 нояб. 2017 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: О. И. Бородин (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. А. Н. Вараксин, 2017. – С. 432–436.

К содержанию

А. С. ДОРОФЕЕВА

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

**ВЛИЯНИЕ «НАНОПЛАНТА УЛЬТРА»
НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДВУХ СОРТОВ
RAPHANUS SATIVUS L.**

Актуальность. В условиях, когда неблагоприятные факторы окружающей среды (засоление, экстремальные температурные колебания, засуха) снижают потенциальную урожайность сельскохозяйственных культур, применение инновационных агротехнологий становится стратегически важным для обеспечения продовольственной безопасности страны. Редис обыкновенный (*Raphanus sativus* L.) как ранневесенняя культура демонстрирует высокую чувствительность к внешним стрессовым воздействиям, что негативно сказывается на его посевных качествах и ростовых процессах. Традиционные методы коррекции и повышения устойчивости, такие как селекция новых сортов, применение удобрений и предпосевная обработка семян, не всегда способны полностью компенсировать влияние неблагоприятных условий [1]. В связи с этим актуальной становится задача внедрения нанотехнологий в агропрактику.

Наноматериалы, обладающие уникальными физико-химическими свойствами, обеспечивают внедрение в биосистемы растений и позволяют более точно модулировать физиологические процессы, что открывает новые перспективы для повышения эффективности обработки растений [2]. Использование нанорегулятора «Наноплант ультра» направлено на снижение расхода микроэлементов, что приводит к более активному прорастанию семян, а также росту и развитию корней и проростков. Результаты исследований, посвящённых количественному определению содержания микроэлементов в редисе, подтверждают наличие таких элементов, как цинк, марганец, медь и хром, в корнеплоде уже на ранних этапах развития [3]. Это свидетельствует о том, что корректное воздействие нанорегуляторов может не только способствовать улучшению морфометрических характеристик, но и положительно влиять на устойчивость растения к стрессовым факторам, а в конечном итоге – повышать урожайность.

Цель – оценка эффективности предпосевной обработки нанорегулятором «Наноплант ультра» семян редиса обыкновенного (*Raphanus sativus* L.) двух сортов.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования использовались два сорта редиса – Жара и Ранний красный. Семена редиса замачивались

в растворах нанорегулятора «Наноплант ультра» (НП) на 3 часа в концентрациях 0,67 мл/л (НП1), $0,67 \cdot 10^{-2}$ мл/л (НП2), $0,67 \cdot 10^{-4}$ мл/л (НП3). Контролем (К) служили семена, замоченные в дистиллированной воде. Затем семена выкладывались на фильтровальную бумагу в чашки Петри по 30 штук и проращивались при температуре 21–22 °С и естественном освещении в течение 10 дней при ежедневном поливе дистиллированной водой. На пятый день оценивалось влияние «Нанопланта» на всхожесть, а на десятый день вегетации – на длину и массу проростков и корней. Повторность опыта трехкратная. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием программы М. Excel.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования выявлена различная всхожесть в контроле двух сортов редиса. Выявлено, что сорт Ранний красный в контроле имел высокую всхожесть, поэтому позитивного результата здесь не ожидалось. Отмечено, что в случае НП2 у сорта Ранний красный этот показатель снизился на 7 % относительно контроля (рисунок 1). Установлено, что у редиса сорта Жара всхожесть была ниже, чем у Раннего красного, и в вариантах НП1 и НП2 данный параметр вырос на 7 % по сравнению с контролем.

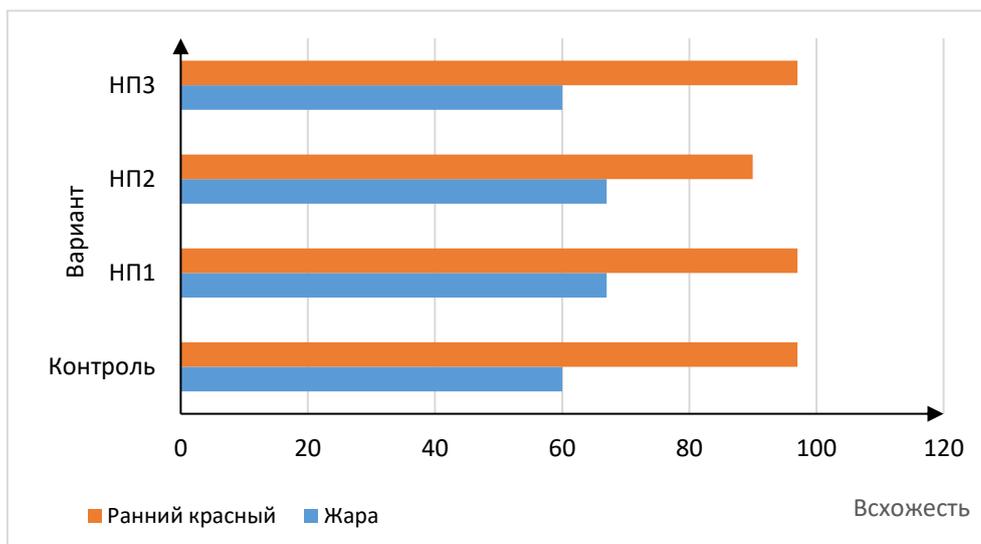


Рисунок 1 – Влияние «Нанопланта» на всхожесть *Raphanus sativus* L. двух сортов

Исследование показало, что применение нанорегулятора в различных концентрациях оказало отрицательное воздействие на формирование надземных и подземных органов редиса сорта Жара. Установлено, что длина корней снизилась относительно контрольных значений на 34,3, 9,4 и 20,4 % соответственно концентрациям НП1, НП2, НП3 (рисунок 2, А), тогда

как длина проростков угнеталась в меньшей степени – на 6,6 и 9,2 % соответственно вариантам НП1 и НП2 (рисунок 2, А). Негативные изменения отмечены под влиянием нанорегулятора и на массе корней растений редиса Жара, которая снижалась на 17,7 и 35,6 % и на массе проростков – 15,7 и 15,2 % соответственно концентрациям НП1, НП2 (рисунок 2, Б).

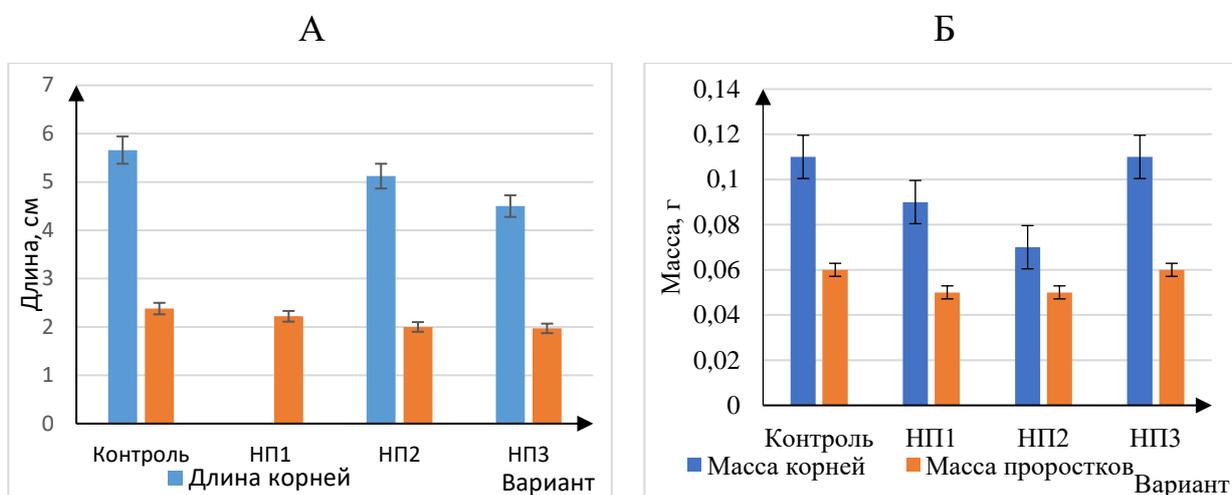


Рисунок 2 – Влияние «Нанопланта» на длину (А) и массу (Б) корней и проростков редиса обыкновенного сорта Жара на 10-й день прорастания

В результате проведённого нами исследования установлено, что применение различных концентраций нанорегуляторов оказывает неоднозначное влияние на рост и развитие корней и проростков редиса сорта Ранний красный (рисунок 3).

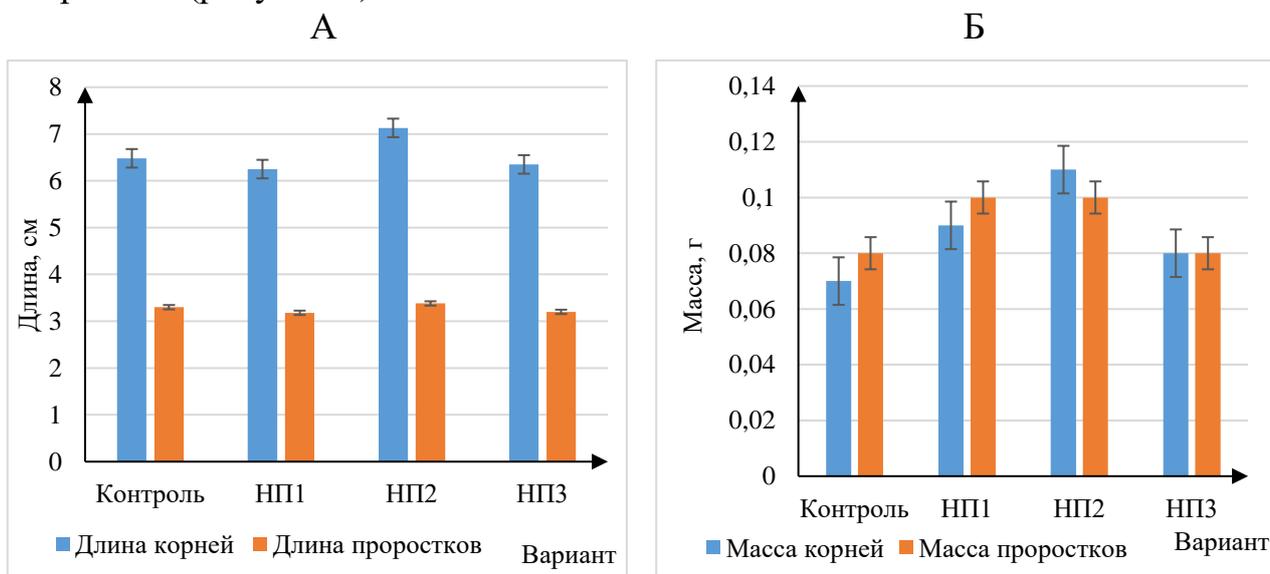


Рисунок 3 – Влияние «Нанопланта» на длину (А) и массу (Б) корней и проростков редиса обыкновенного сорта Ранний красный на 10-й день прорастания

Выявлено, что НП2 стимулировал рост корней редиса на 10 % относительно контроля, тогда как в остальных случаях длина корней и проростков достоверно не отличалась от контроля (рисунок 3, А). Отмечено, что под влиянием всех трёх концентраций исследуемого нанорегулятора также возрастала масса как корней, так и проростков редиса сорта Ранний красный (рисунок 3, Б). Масса корней в вариантах НП1, НП2, НП3 увеличилась на 24,7, 51,1 и 19,2 % соответственно. Под влиянием испытываемого нами регулятора роста «Наноплант ультра» возросла и масса проростков на 33,1, 27,1 и 11,7 % соответственно вариантам НП1, НП2, НП3, т. е. стимуляторный эффект препарата падал с понижением концентрации.

Выводы. Таким образом, в результате проведенного нами в лабораторных условиях исследования установлено, что предпосевная обработка семян редиса обыкновенного (*Raphanus sativus* L.) сортов Ранний красный и Жара нанорегулятором «Наноплант ультра» оказывает сортоспецифичное влияние на всхожесть, линейные размеры и массу корней и проростков в зависимости от сорта и концентрации растворов. Оптимальным вариантом для стимуляции ростовых процессов растений редиса посевного сорта Ранний красный является «Наноплант-ультра» в концентрации $0,67 \cdot 10^{-2}$ мл/л (НП2) – существенно стимулирующий рост подземных органов, в то время как на процессы роста сорта Жара исследуемые концентрации, наоборот, оказывают угнетающее воздействие, но при этом повышают его всхожесть на 7 % (НП1 и НП2). Поэтому поиск оптимальной концентрации для сорта Жара необходимо продолжить, а для сорта Ранний красный – провести исследования в полевых условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Емельянова, А. А. Регуляторы роста, наночастицы и микроудобрения как факторы повышения урожайности растений путём обработки по вегетации в условиях стресса / А. А. Емельянова, А. А. Новикова // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105, № 1. – С. 130–138.
2. Каркищенко, Н. Н. Нанобезопасность: новые подходы к оценке рисков и токсичности наноматериалов / Н. Н. Каркищенко, А. А. Новикова // Биомедицина. – 2009. – № 1. – С. 5–27.
3. Елисеева, О. В. Микроэлементный состав редьки (*Raphanus sativus* L.) / О. В. Елисеева, А. Ф. Елисеев // Инновационная наука. – 2015. – № 12. – С. 42–45.

К содержанию

А. А. ДОРОШУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММЫ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ С ПОЗИЦИИ ЭКОЛОГИИ

Актуальность. Интеграция экологических аспектов в химическое образование становится не просто желательной, а необходимой мерой в условиях острых экологических проблем. Изучение химических процессов с учётом их воздействия на окружающую среду позволяет учащимся сформировать всестороннее представление о науке и её практическом значении. Включение экологических знаний в курс химии способствует развитию экологического мышления и ответственности за состояние окружающей среды.

Цель – проанализировать содержание программ школьного курса химии для оценки уровня представленности экологической составляющей.

Материалы и методы. Материалом исследования является содержание школьных программ предмета «Химия», а методом исследования – их анализ.

Выводы. Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы.

1. Одной из задач программы школьного курса химии является формирование экологической культуры учащихся.

2. Включение вопросов экологии в школьные программы по химии осуществлено неравномерно. Так, в 8 классе экологические аспекты не представлены в качестве самостоятельной темы, а в 9 классе экологическая проблематика освещается более полно в двух параграфах учебника.

3. Анализ содержания программы школьного курса химии с позиции экологии выявил низкий уровень содержания экологической информации, представленность которой варьируется в пределах от 0 до 3,9 % от всего учебного материала. В 7 классе представленность экологической составляющей в химическом образовании – 3,9 %, в 8 классе – 0 %, в 9 классе – 3,7 %, в 10 классе – 2,1 %, в 11 классе – 1,9 % от всего объема программы школьного курса.

4. При низком содержании вопросов экологии в программе школьного курса учащиеся не смогут приобрести достаточного объема знаний, необходимых для глубокого понимания взаимосвязи между химическими веществами и экологическими процессами. Для обеспечения глубокого понимания взаимосвязи химических процессов и окружающей среды необходима доработка программы школьного курса химии.

К содержанию

Д. А. ДУБАНОС

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ УНИВЕРСИТЕТА

Актуальность. Уровень концентрации углекислого газа в учебных помещениях образовательных учреждений играет важную роль в обеспечении комфортных условий для обучения и сохранения здоровья студентов. Повышенное содержание углекислого газа в воздухе может негативно сказываться на когнитивных способностях, вызывать головные боли, утомляемость и снижать общую продуктивность.

Цель – исследование изменения концентрации углекислого газа в воздухе помещений ГрГУ имени Янки Купалы в зависимости от особенностей образовательного процесса.

Материалы и методы. Содержание углекислого газа измерялось в аудиториях учебного корпуса № 2 ГрГУ имени Янки Купалы. Для определения содержания углекислого газа в помещении применялась установка «Стационарный комплекс анализа химического состава воздуха» (СКВ – 02.00.000 РЭ) (производитель – Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, лаборатория синтеза и анализа микро- и наноразмерных материалов, Республика Беларусь). Концентрация углекислого газа измерялась в ppm (*partspermillion*) – количестве частиц газа в 1 млн частиц воздушной смеси.

Выводы. В ходе проведения исследования было установлено, что концентрация углекислого газа в учебных помещениях университета зависит от количества обучающихся в помещении, размера аудитории, особенностей вентиляции, частоты проветривания, продолжительности пребывания людей в помещении и их активности. Было выявлено, что в учебных аудиториях концентрация углекислого газа возрастает в течение занятий более чем в 2 раза и часто превышает рекомендуемые показатели (1400 ppm). В аудиториях, не оснащенных вентиляцией, расположенных на цокольных этажах, накопление углекислого газа достигало 2758 ppm. При этом снижалась продуктивность и концентрация внимания обучающихся, могло ухудшаться самочувствие студентов. Это подчеркивает необходимость систематического контроля качества воздуха, регулярного проветривания и организации эффективной вентиляции в помещениях.

К содержанию

Ю. С. ДУБРОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ИЗМЕНЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ

Актуальность. Одним из ключевых процессов биогеохимического цикла является трансформация органических остатков, интенсивность которой определяется активностью целлюлозолитических микроорганизмов, играющих важную роль в почвообразовательных процессах. С этим связан интерес исследователей к теме разложения органического вещества в почвах, а также его изменение в результате различных техногенных воздействий [1–3]. Однако, несмотря на большое количество исследований, особенности работы почвенного целлюлозолитического комплекса под влиянием различных факторов природного и антропогенного характера остаются невыясненными в виду большого разнообразия этих факторов.

Материалы и методы. Для исследования изменения целлюлозолитической способности почвы были использованы такие вещества, как бензин АИ-92 (бензин), отработанное моторное масло (масло) и гуминовый препарат «Оксидат торфа» (далее – ОТ). Для опыта использовали дерновую заболоченную глееватую связнопесчаную почву (100 г на вариант). Эта же почва без внесения добавок использовалась для контроля. Опыт проводили лабораторно, применяя аппликационный метод. В пластиковые кюветы (22×15×5 см) помещали предварительно взвешенные льняные пластинки (5×10 см), которые покрывали почвой, загрязненной нефтепродуктами в концентрациях 2,5 и 5,0 %. В образцы вносили гуминовый препарат «Оксидат торфа» в концентрациях 0,5, 1,0, 1,5 от дозы или отстоявшуюся водопроводную воду. Общий объем жидкости составил 50 мл. Кюветы помещали в термостат ХТ-3/70 при температуре 25 °С. Экспозиция составила 30 дней. После экспозиции льняное полотно тщательно очищали, целлюлозолитическую активность оценивали по убыли массы льняных пластинок за время экспозиции.

Результаты и обсуждение. В почве, используемой в качестве контроля, за время экспозиции отмечается снижение массы льняной пластинки на 56,23 %, что, согласно шкале Д. Г. Звягинцева, трактуется как сильная биологическая активность [4].

Внесение гуминового препарата «Оксидат торфа» в почву без поллютантов способствовало значительному повышению способности почвы

к разложению целлюлозы. Наиболее значительное увеличение показателя отмечено нами при использовании оксидата торфа в полуторной дозе – + 42,82 % от контроля (рисунок 1). Однако внесение даже 0,5 дозы препарата уже способствовало повышению целлюлозолитической активности на 21,65 %, что свидетельствует о стимуляции почвенной микробиоты. Таким образом, целлюлозолитическая активность почвы положительно коррелировала с дозой гуминового препарата, используемого в качестве почвенной добавки ($r = 0,92$).

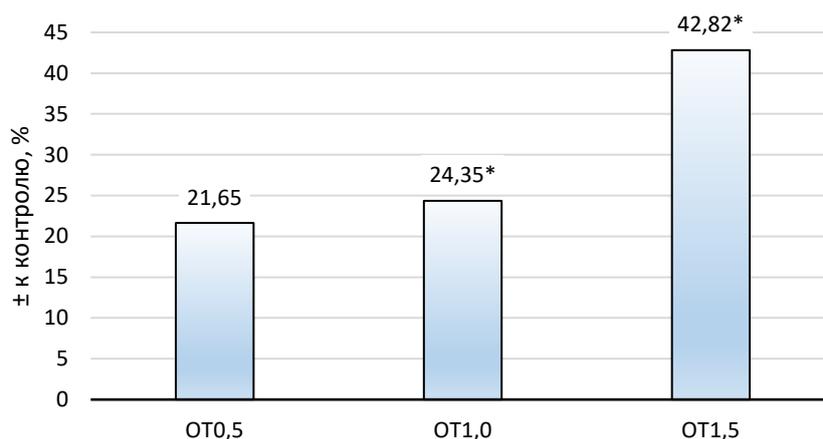


Рисунок 1 – Влияние гуминового препарата «Оксидат торфа» на целлюлозолитическую активность почвы (* – достоверно при $P_{0,05}$)

Загрязнение почвы бензином оказало токсический эффект на пул почвенных микроорганизмов, что выразилось в значительном угнетении способности почвы к разложению целлюлозы. Повышение концентрации бензина в почве усиливало токсический эффект. Внесение бензина АИ-92 в концентрации 2,5 % от массы почвенной навески привело к снижению разложения целлюлозы до $16,03 \pm 1,5$ %, что на 32,7 % ниже контрольного значения. В свою очередь, повышение концентрации до Б₅ вызвало резкое угнетение целлюлозолитической активности, снижение массы льняных пластинок составило $1,81 \pm 0,45$ %, что указывает на значительное подавление почвенной микробиоты.

Исследование токсичности отработанного моторного масла на показатель интенсивности разложения целлюлозы показало неоднозначные результаты. При загрязнении отработанным моторным маслом в концентрации 2,5 % сопровождалось умеренным снижением разложения целлюлозы – на 10,8 % ниже контроля. В отличие от бензина повышение концентрации отработки моторного масла до 5,0 % неожиданно привело к активизации целлюлозолитического процесса на 36,3 % по сравнению с менее загрязнённым образцом (рисунок 2). Это может быть связано с адаптацией

почвенной микробиоты и использованием углеводов масла в качестве субстрата.

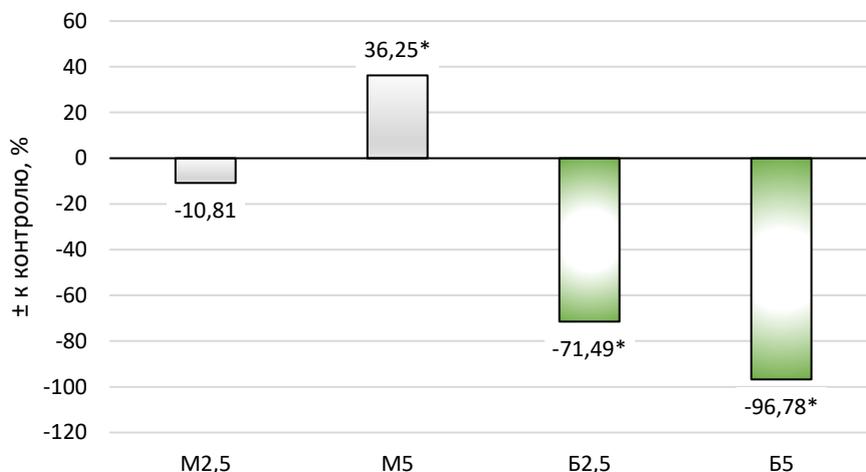


Рисунок 2 – Изменение целлюлозолитической активности почвы при загрязнении почвы нефтепродуктами различной концентрации (* – достоверно при $P_{0,01}$)

Выводы. Гуминовый препарат «Оксидат торфа» способствует значительному достоверному повышению целлюлозолитической активности на 42,82 % относительно контроля в варианте ОТ 1,5. Загрязнение почвы продуктами нефтепереработки оказывает преимущественно токсическое воздействие на пул почвенных целлюлозолитических микроорганизмов. Более выраженный токсический эффект отмечается при загрязнении почвы бензином – до –96,78 % в варианте Б₅.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пряженникова, О. Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды / О. Е. Пряженникова // Вестник Кемеровского университета. – 2011. – № 3 (47). – С. 10–13.
2. Chew, I. Microbial cellulose decomposition in soils from a rifle range contaminated with heavy metals / I. Chew, J. P. Obbard, R. R. Stanforth // Environmental Pollution. – 2011. – Vol. 111. – P. 367–375.
3. Щур, А. В. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия / А. В. Щур, Д. В. Виноградов, В. П. Валько // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 7. – С. 45–49.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

К содержанию

В. А. ЖИГУЛЬСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ПОЗВОНОЧНЫХ И БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
ЖИВОТНЫХ-ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕР ЗАКАЗНИКА
РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ «ВЫДРИЦА»**

Актуальность. Водоемы – уникальные природные образования с высокой продуктивностью биологических систем. Благодаря неоднородности условий проживания на небольших по площади водоемах находят место и мирно уживаются между собой различные виды, существуя в своих экологических нишах. Особо охраняемые природные территории, а в частности, заказники играют важную роль в сохранении биоразнообразия и охране водных экосистем. Заказник республиканского значения «Выдрица» имеет международный статус Рамсарской территории и входит в Национальную экологическую сеть Республики Беларусь. Здесь расположены 26 озер и 23 болотных массива [1]. Поэтому проведение мониторинга и оценка видового состава водных и околоводных животных является актуальной.

Цель – выявление видового состава водных и околоводных животных-гидробионтов, а также оценка экологического состояния модельных водоемов заказника республиканского значения «Выдрица».

Материалы и методы. Сбор материала проводили в августе 2024 г. на территории заказника «Выдрица», вблизи д. Искра (Светлогорский район, Гомельская область, Республика Беларусь). В качестве стационаров выбрали два озера – озеро Кривое (озеро 1) и Лесное (озеро 2). Степень антропогенной нагрузки определяли по методике О. В. Янчуревич.

Озеро 1 имеет низкую степень антропогенной нагрузки (2 балла). Наблюдается полное зарастание береговой линии, мелководья и глубины (*Typha angustifolia* L., 1753, *Ceratophyllum* L., 1753). Озеро 2 также имеет низкую степень антропогенной нагрузки (6 баллов) [2]. Наблюдается зарастание береговой линии, мелководья и глубины (*Salix fragilis* L., 1753, *Carex* L. (1753), *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Ceratophyllum* L., 1753). Для оценки качества водной среды производили расчет индекса Майера [3].

Сбор беспозвоночных животных-гидробионтов производили вручную или с помощью сачка с водной поверхности, толщи воды, а также с поверхности грунта. Таксономическую принадлежность объектов устанавливали по определителям. Сбор водных позвоночных животных проводился также при помощи сачка, а также визуально и по голосам.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования на озере 1 выявлено 20 видов беспозвоночных животных-гидробионтов. Видовой состав гидробионтов представлен моллюсками (15 %), членистоногими (80 %), кольчатыми червями (5 %).

Моллюски представлены группой брюхоногих, относящихся к трем отрядам: Architaenioglossa, Pulmonata, Stylommatophora. Членистоногие представлены насекомыми, ракообразными и паукообразными. Среди ракообразных выявлен только один вид – *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758), из паукообразных – только *Hydrachna geographica* O. F. Müller, 1776.

Наиболее многочисленными оказались представители класса Insecta (88 %). Среди них выявлены представители следующих отрядов: Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Odonata, Ephemeroptera, Trichoptera, Lepidoptera.

Среди обитателей чистых вод отмечены личинки поденок (*Ephemeroptera* Hyatt et Arms, 1891) и личинки ручейников (*Trichoptera* Kirby, 1813). К организмам средней чувствительности отнесли две группы беспозвоночных: личинки стрекоз (*Calopteryx virgo* Linnaeus, 1758, *Calopteryx splendens* Harris, 1782) и моллюсков – живородки (*Viviparus viviparus* Linnaeus, 1758). Среди обитателей загрязненных вод выделены три индикаторные группы – пиявки (*Erpobdella nigricollis* (Brandes, 1900)), прудовики (*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)), водяной ослик (*Asellus aquaticus*). Индекс Майера [3] на озере 1 составил 18 баллов, что свидетельствует о втором классе качества вод и говорит о том, что озеро является незначительно загрязненным.

На озере Лесное (озеро 2) выявлен 31 вид беспозвоночных животных-гидробионтов. Видовой состав гидробионтов представлен моллюсками (42 %), членистоногими (45 %), кольчатыми червями (13 %). Моллюски в основном представлены группой брюхоногих (69 %), в меньшей степени – двустворчатыми (31 %). Среди брюхоногих моллюсков представители четырех отрядов: Architaenioglossa, Pulmonata, Stylommatophora, Heterostropha, а двустворчатых – Unionida. Членистоногие озера 2 представлены насекомыми, ракообразными и паукообразными. Среди ракообразных выявлен только один вид – *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758), из паукообразных – *Hydrachna geographica* O. F. Müller, 1776. Наиболее многочисленными оказались представители класса Насекомые (86 %). Выявлены представители отрядов: Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Odonata, Ephemeroptera, Trichoptera, Lepidoptera.

Среди обитателей чистых вод отмечены двустворчатые моллюски (*Unio pictorum* (Linnaeus, 1758), *Unio crassus* Philipsson, 1788, *Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818), *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)). К организмам средней чувствительности отнесли две группы беспозвоночных: личинки стрекоз (*Calopteryx virgo* Linnaeus, 1758, *Erythromma najas* Hansemann, 1823 и др.) и два семейства моллюсков: катушки (*Bathyomphalus contortus*

(Linnaeus, 1758)) и живородки (*Viviparus viviparus* Linnaeus, 1758, *Viviparus contectus* (Millet, 1813)). Среди обитателей загрязненных вод выделены четыре индикаторные группы: пиявки (*Glossiphonia complanata* (Linnaeus, 1758), *Placobdella costata* (F. Müller, 1846)), прудовики (*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), *Lymnaea ovata* (Draparnaud, 1805)), личинки комаров-звонцов (*Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758)), водяной ослик (*Asellus aquaticus*). Индекса Майера составил 19 баллов. Озеро 2, таким образом, имеет второй класс качества вод и является незначительно загрязненным.

Обследованные нами озера находятся достаточно близко друг от друга (на расстоянии 3,4 км) и сходны по гидробиологическим характеристикам, поэтому фаунистический состав позвоночных животных также во многом сходен.

Земноводные обоих озер представлены трудно разделяемым комплексом зеленых лягушек, включающем также гибриды (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882), *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758)). Также был выявлен один вид из семейства Bufonidae – *Bufo bufo* Linnaeus, 1758 г. Пресмыкающиеся представлены одним отрядом Squamata и тремя семействами: ужеобразные (*Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)), настоящие ящерицы (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758), веретеницевые (*Anguis fragilis* Linnaeus, 1758). Из птиц в большом количестве отмечается *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758. Также выявлено поселение бобра *Castor fiber* Linnaeus, 1758.

Выводы. Таким образом, исследованные стационарные водоемы заказника республиканского значения «Выдрица» имеют второй класс качества вод и являются незначительно загрязненными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Заказник республиканского значения «Выдрица». – URL: <https://zakaznik-vydritsa.by> (дата обращения: 06.10.2024).
2. Янчуревич, О. В. Морфобиологический анализ батрахофауны различных районов Гродненской области / О. В. Янчуревич, Е. М. Рабковская // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 130–138.
3. Индекс Майера. – URL: <https://helpiks.org/6-27873.html> (дата обращения: 15.09.2024).

К содержанию

Е. Ю. ЖИЛИНСКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

К АНАТОМИИ *LENS ESCULENTA* MOENCH

Актуальность. Введение в культуру новых видов определяет необходимость их всестороннего изучения, в том числе и внутренней структуры, что может оказаться ценным для диагностики и экспертизы растительного сырья.

Цель исследования – установить особенности анатомии стебля и черешков листьев перспективной для возделывания в Беларуси культуры *Lens esculenta* Moench (*Fabaceae*).

Материалы и методы. Из зафиксированных в спирте образцов стеблей и листьев изготавливали срезы и микропрепараты (метод дифференцированной окраски). Осуществляли микроскопическое исследование.

Выводы. Стебель *Lens esculenta* покрыт однослойной эпидермой, трихомы отсутствуют, слой кутикулы мощный. Клетки эпидермы овальные на поперечном сечении, радиальный размер больше тангентального. На основной части стебля под эпидермой залегает колленхима. В гребневидных выростах стебля располагается механическая ткань из крупнопросветных волокон. Окружающая волокна паренхима мелкоклеточная с ромбоидными кристаллами оксалата кальция. Зона коровой паренхимы узкая. Проводящий цилиндр в виде сплошного кольца. Флоэма насчитывает до девяти слоёв клеток в радиальном ряду. Распределение ситовидных трубок диффузное. Во флоэме преобладают проводящие элементы. Механические волокна во флоэме отсутствуют. Объём ксилемы в 4–5 раз превышает объём проводящей зоны флоэмы. Сосуды располагаются группами по 2–3. Во внутренней части хорошо различима первичная ксилема. Сердцевинные лучи однорядные. В сердцевине стебля перимедуллярная зона не выражена. Клетки сердцевины тонкостенные, округло-многоугольные на поперечном сечении и не имеют содержимого. К центру клетки сердцевины увеличиваются в размерах, но полости в сердцевине нет.

Черешок *Lens esculenta* на поперечном срезе V-образной формы. Эпидерма крупноклеточная, с квадратным поперечным сечением. Трихом отсутствует. Абаксиальная поверхность вогнутая и несет краевые выросты, в которых находится механическая ткань. Проводящих пучков пять, они коллатеральные закрытого типа. В паренхиме, прилегающей к пучкам на адаксиальной поверхности, присутствуют ромбоиды оксалата кальция.

К содержанию

М. А. ЖУКОВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ КУРСА ХИМИИ ПО ТЕМЕ «ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ»

Актуальность. Изучение темы «Жесткость воды» в школьном курсе химии играет значительную роль в формировании у учащихся экологической грамотности. Данная тема включает в себя взаимосвязь между химическими свойствами воды и ее воздействием на окружающую среду и здоровье человека. Учащиеся учатся анализировать экологические проблемы для формирования всестороннего представления важности темы «Жесткость воды».

Цель – проведение анализа содержания учебных программ школьного курса химии для оценки представленности темы «Жесткость воды».

Материалы и методы. Материалами исследования являются учебные программы по учебному предмету «Химия», методом исследования – их анализ.

Выводы. Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы.

1. Изучение темы «Жесткость воды» в школьном курсе химии обязательно для формирования экологической грамотности учащихся.

2. При проведении анализа учебных программ было выявлено, что изучение темы «Жесткость воды» представлено в 9 и 11 классах. В 9 классе на изучение данной темы определена часть параграфа 48, рассматривается химизм реакций, понятия жесткой и мягкой воды. В 11 классе на изучение данной темы отводится часть параграфа 47, в материале которого рассматриваются последствия использования жесткой воды, экономические затраты, а также учащиеся вспоминают химизм реакций солей жесткости.

3. Анализ учебной программы курса химии по теме «Жесткость воды» показал, что практические умения учащиеся приобретают при проведении лабораторного опыта № 8 в 9 классе («Уменьшение жесткости воды»). Исходя из этого, в 9 и 11 классах учащиеся не выполняют лабораторные опыты, связанные с этой темой, поэтому целесообразно проводить работу над учебными программами для увеличения количества химических экспериментов по теме «Жесткость питьевой воды» или проводить химические эксперименты на факультативных занятиях.

К содержанию

К. Г. ЖУКОВСКАЯ

Минск, БГУ

Научный руководитель – В. А. Костюк, д-р хим. наук, профессор

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ХИНОНСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ КЛЕТОК АДЕНОКАРЦИНОМЫ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Актуальность. Онкологические заболевания представляют собой одну из серьезных медицинских проблем современности. В настоящее время большое внимание со стороны врачей и ученых уделяется разработке и внедрению новых лекарственных препаратов для лечения рака. Хиноны и хинонсодержащие соединения представляют интерес в качестве потенциальных противораковых средств благодаря их разнообразным механизмам действия и способности влиять на различные этапы развития раковых клеток.

Цель – изучение цитотоксичности ряда хинонсодержащих соединений в отношении клеток аденокарциномы молочной железы линии MCF-7.

Материалы и методы. В работе использовались природный тимохинон и его синтетические аналоги фирмы *Sigma-Aldrich* (Германия). Объектом исследования являлась клеточная линия аденокарциномы молочной железы человека MCF-7. Клетки растили в полной среде ДМЕМ с добавлением 10 % эмбриональной бычьей сыворотки, 2 ммоль/л L-глутамина и антибиотиков (100 МЕ/мл пенициллина, 100 мкг/мл стрептомицина) при стандартных условиях (37 °С, 5 % CO₂). Действие препаратов на клетки определяли в среде инкубации без сыворотки. Жизнеспособность клеток оценивали с помощью реагента PrestoBlue™, повреждение – по выходу лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и методом двойного окрашивания (акридиновый оранжевый/этидиум бромид).

Выводы. Тимохинон проявил высокую цитотоксическую активность в отношении клеток аденокарциномы молочной железы MCF-7, экспрессирующих рецепторы эстрогена. Рассчитанная на основании зависимости доза – эффект концентрация тимохинона при которой количество жизнеспособных клеток через 24 часа инкубации снижалось на 50 % (ЭД₅₀), составляла 70 мкМ. Среди исследованных синтетических производных п-бензохинона дурохинон проявил в отношении раковых клеток низкую цитотоксическую активность (ЭД₅₀ = 190 мкМ), тогда как кумохинон по эффективности близок к тимохинону (ЭД₅₀ = 100 мкМ) и представляет интерес как фармакологически перспективное соединение.

К содержанию

В. С. КАЗИМИРОВА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – И. М. Колесник, старший преподаватель

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ РОДНИКОВ В Г. ГРОДНО

Актуальность. Родники представляют собой природные источники, через которые подземные воды выходят на поверхность земли. Эти уникальные водные объекты играют важную роль в экосистемах, обеспечивая питание поверхностных водоемов, поддержание водного баланса и сохранение устойчивости окружающей природной среды. В последние годы интерес к родникам значительно возрос, поскольку они являются неотъемлемой частью природного и географического ландшафта. Благодаря своим особым свойствам родниковая вода широко используется населением для питьевых нужд. Помимо этого, родники имеют высокую научную ценность и представляют собой важные объекты культурного и исторического наследия [1; 2]. Будучи уязвимыми природными объектами, родники требуют регулярного контроля их состояния и оценки факторов риска, что является важной составляющей их защиты. Согласно Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г., приоритетами экологической политики страны являются создание благоприятной окружающей среды, улучшение качества жизни и здоровья населения, а также обеспечение экологической безопасности. В этом контексте гигиеническая оценка родниковых вод является важной частью экологического мониторинга. Редкие эпизодические исследования показывают, что под воздействием сезонных изменений, годовой динамики и антропогенной нагрузки вода родников может становиться химически и биологически опасной, а многие водоносные горизонты имеют недостаточную природную защиту [2]

Цель – оценка качества родниковых вод в г. Гродно по основным физико-химическим показателям, нормируемым для нецентрализованных источников питьевого водоснабжения населения.

Материалы и методы. Отбор проб проводился однократно в каждый из сезонов 2024 г. из двух источников, выходящих на поверхность на территории ботанического памятника природы местного значения «Румлёво», в овраге рядом с ул. Солы в г. Гродно. *Родник № 1* находится в начале оврага в 25 м на запад от моста через ручей Солянка (левый приток р. Неман). По направлению движения подземных вод к их выходу на поверхность земли родник является нисходящим, каптирован железобетонными кольцами, вывод воды осуществляется через округлое отверстие в нижнем

кольце. Родниковый ручей является правым притоком ручья Солянка, спуск к роднику оборудован бетонными ступеньками [3]. Родник № 2 находится в 100 м на запад от моста, является левым притоком ручья Солянка. Перед впадением в ручей родниковая вода проходит через железную трубу диаметром 60 см [3]. Медианные годовые значения дебита родников составили соответственно 437 л/ч и 695 л/ч, что существенно ниже, чем в 2019 г. [3], однако близко к значениям 2021 г. [5]. В 2024 г. на расстоянии 400 м от места выхода родников на поверхность были начаты масштабные строительные работы, которые могут стать существенным антропогенным фактором – повлиять на гидрологический режим источников и качество воды в них.

Анализ проб воды по физико-химическим показателям выполнялся стандартными методами [4]. Общую минерализацию оценивали гравиметрически, общую жесткость – титриметрически, с использованием комплексометрического титрования с ЭДТА. рН воды определяется потенциометрическим методом, для определения перманганатной окисляемости применяли метод окислительно-восстановительного титрования. Содержание нитратов и концентрацию ионов железа анализировали фотометрически, концентрацию хлоридов – титриметрически с использованием нитрата серебра. Сульфаты определяли турбидиметрическим методом по реакции с хлоридом бария [4].

Результаты и обсуждение. В соответствии с санитарными правилами при оценке качества питьевой воды из нецентрализованных источников анализируются три обобщенных физико-химических показателя: рН, минерализация и перманганатная окисляемость [6]. рН – один из главных показателей, определяющих качество воды, который отражает ее кислотно-основное равновесие [4]. Общая минерализация показывает содержание в воде неорганических солей и органических веществ, а перманганатная окисляемость отражает содержание в воде органики. Эти параметры могут зависеть от глубины залегания источника. Как показывают полученные результаты, воды исследуемых родников по температуре преимущественно являются умеренно холодными (таблица), по рН – нейтральными и слабощелочными (может быть обусловлено наличием в воде гидрокарбонатов кальция и магния). В 2019–2021 гг. значения данных параметров колебались в таких же пределах [3; 5]. Вода родника № 1 является пресной, а родника № 2 – в разные сезоны пресной и с относительно повышенной минерализацией (300–680 мг/дм³). В сравнении с предыдущими годами данные показатели остались на прежнем уровне [3; 5]. Наибольшие значения перманганатной окисляемости наблюдались в воде родника № 1 в летний период (6,00 мгО/дм³), наименьшие – в воде родника № 1 в осенний период (0,64 мгО/дм³). В 2019 г. данный показатель варьировал в пределах от 0,96 до 2,40 мгО/дм³ [1], что существенно ниже показателя 2024 г. В целом по значениям рН, минерализации и перманганатной окисляемости

воды обоих родников не отклонялись от установленных гигиенических нормативов [6].

Таблица – Динамика показателей качества родниковой воды

Показатели	Сезоны								Гигиенический норматив [6]
	Зима		Весна		Лето		Осень		
	Родник № 1	Родник № 2							
Температура, °С	2,4	4,3	7,0	8,0	8,6	8,4	7	6,8	–
pH	8,5	8,0	7,0	8,0	6,9	7,0	8,0	7,8	6–9
Минерализация, мг/дм ³	370	380	480	650	750	710	680	620	< 1500
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	1,04	0,72	3,6	2,3	6,0	4,0	1,76	1,92	< 7
Общая жесткость, ммоль/л	6,5	7,4	7,0	8,4	7,7	9,7	7,5	9	< 10
Общее железо, мг/л	0,004	0,001	0,07	0,06	0,06	0,05	0,003	0,006	0,3
Нитрат-ионы, мг/л	44,25	33,7	42,8	50,1	41,0	49,3	51,2	36,1	45
Хлорид-ионы, мг/л	42,3	65,2	42,8	50,1	41,0	49,3	36,2	51,4	350
Сульфат-ионы, мг/л	5,6	6,3	108	100	58	67	24	28	500

Жесткость воды обусловлена присутствием в ней ионов кальция и магния. Природные воды по общей жесткости классифицируют на пять групп (от очень мягкой до очень жесткой). Воды исследуемых родников являются жесткими (таблица); наибольшие значения были характерны для воды родника № 2 в летний период (9,7 ммоль/л). Данное значение фиксировалось и в предыдущие годы [3; 5]. Содержание общего железа в воде исследованных источников изменялось в пределах 0,001–0,070 мг/дм³. В сравнении с 2019 г. содержание ионов железа уменьшилось: ранее фиксировались значения от 0,08 до 0,24 мг/дм³ [3]. Уменьшение количества общего железа в родниковой воде может быть связано со снижением его фильтрации через почвенные породы вследствие уменьшения в последние годы количества выпадающих осадков.

Из антропогенных источников в воду в качестве загрязнителей могут попадать нитрат-ионы. Содержание нитратов в течение исследуемого периода составляло от 25,00 до 51,20 мг/дм³. В осенний период для родника № 1 отмечено превышение значения гигиенического норматива [6] (как и в 2021 г.), а в зимний период в роднике № 1 содержание было критически близко к предельному значению (44,25 мг/дм³). Содержание хлорид-ионов в течение исследуемого периода составляло от 34,8 до 65,2 мг/дм³.

Ни в одном из источников не превышалось значение гигиенического норматива мг/дм³ [6]. Наибольшее значение наблюдалось в зимний период (родник № 1). Концентрация сульфат-ионов колебалась в пределах 5,6–6,3 мг/дм³ и не превышала значения гигиенического норматива 500 мг/дм³ [6]. Данный показатель уменьшился в сравнении с 2019 г., в котором значения колебались в пределах от 44,0 до 64,0 мг/дм³ [1].

Выводы. Результаты показали, что в целом качество воды исследуемых родников соответствовало установленным гигиеническим нормативам. Наибольшие отклонения были зафиксированы в осенний и зимний периоды по содержанию нитрат-ионов, которые могли поступать из антропогенных источников. Такие показатели, как рН, минерализация, жесткость, концентрация хлоридов и сульфатов, остаются на стабильном уровне на протяжении пяти лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богданович, О. Л. Особенности родниковых вод Беларуси / О. Л. Богданович, Т. В. Каравай, Э. С. Кашицкий // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе : сб. ст. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Минск, 19 нояб. 2019 г. / редкол.: А. В. Деревинский [и др.]. – Минск : БГПУ им. Максима Танка, 2019. – С. 4–6.
2. Родники Беларуси / сост.: Е. И. Громадская, С. А. Дубенок, А. О. Русина ; ЦНИИКИВР. – Минск : БГТУ, 2022. – 232 с.
3. Белова, Е. А. Оценка качества родниковых вод в городе Гродно по физико-химическим и микробиологическим показателям / Е. А. Белова, И. М. Колесник, К. Пучко // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6, Тэхніка. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 104–117.
4. Минюк, Г. Е. Химия окружающей среды : курс лекций / Г. Е. Минюк. – Гродно : ГрГУ, 2007. – 208 с.
5. Белова, Е. А. Динамика химического состава родниковых вод городских территорий (на примере г. Гродно) / Е. А. Белова, И. М. Колесник, К. Пучко // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6, Тэхніка. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 81–93.
6. Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения: санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь от 2 авг. 2010 г. № 105 // Коммунальная гигиена. – Минск, 2011. – Вып. 3 (13). – С. 23–33.

К содержанию

К. І. КАСПЯРЧУК

Брэст, БрДУ імя А. С. Пушкіна

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

**АНАЛІЗ ПАКАЗЧЫКАЎ ДАМІНАНТНЫХ АСОБІН
ПРАДСТАЎНІКОЎ КЛАСА АСТІНОРТЕРУГІІ Ў ВАДАЁМАХ
НАВАКОЛЛЯ АГ. МАРАВІЛЬ БЯРОЗАЎСКАГА РАЁНА**

Актуальнасць. Беларусь з’яўляецца краем азёр і рэк. Акрамя іх, ёсць мноства вялікіх і маленькіх штучных вадаёмаў: вадасховішчаў, сажалак, каналаў, залітых вадой пячаных і тарфяных кар’ераў. І практычна ўсе з іх насяляюць рыбы, якія з’яўляюцца адным з найважнейшых кампанентаў водных біяцэнозаў, як правіла знаходзячыся на вяршыні харчовага ланцуга [1]. Звычайны шчупак *Esox lucius* L. з’яўляецца тыповым прадстаўніком барэальнага раўніннага фаўністычнага комплексу і шырока распаўсюджаны ў прэсных вадаёмах Еўразіі і Паўночнаамерыканскага кантынента. У складзе іхтыяцэнозу любога вадаёма шчупак адыгрывае ролю аблігатнага драпежніка-іхтыяфага, тым самым аказваючы істотны ўплыў на навакольнае супольніцтва відаў рыб. Акрамя гэтага, у большасці акваторый шчупак дасягае высокай колькасці і, як правіла, з’яўляецца каштоўным аб’ектам аматарскага і прамысловага рыбалоўства. Цалкам заканамерна, што шчупак становіўся аб’ектам даследаванняў, накіраваных на атрыманне даных па фенатыпічнай зменлівасці і марфалогіі, розных аспектах біялогіі і экалогіі, уплыве разнастайных фактараў асяроддзя пражывання на біялагічныя паказчыкі, а таксама па гаспадарчым значэнні віду [2].

Мэта работы – аналіз характарыстык дамінантнага віду рыб сярод усіх адлоўленых у наваколлях аг. Маравіль Бярозаўскага раёна. Зыходзячы з мэты, пастаўлены наступныя задачы: 1) ажыццявіць кароткі агляд інфармацыі пра шчупака звычайнага *Esox lucius* L.; 2) зрабіць колькасны ўлік асобін; 3) правесці замеры асноўных характарыстык прадстаўніка дамінантнага віду.

Матэрыялы і метады. Агляд інфармацыі складаўся дзякуючы свабодным інтэрнэт-рэсурсам. Улік колькасці прадстаўнікоў іхтыяфаўны ажыццяўляўся шляхам адлову снасцямі аматарскай лоўлі. Адлоў праходзіў у перыяд з верасня 2024 г. па люты 2025 г. У якасці прылады лоўлі выкарыстоўваліся паплавочная снасць (вуда), донная снасць (фідар), часам ўжываўся спінінг [3]. Таксама выкарыстоўваўся прыбор сканіравання тоўшчы вады (эхалот) для вызначэння месцаў знаходжання аб’ектаў і скану воднага дна. Лоўля рыбы ажыццяўлялася пераважна ў ранішнія і вячэрнія

гадзіны падчас актыўнага клёву. Для зручнасці лоўля рыбы адбывалася з лодкі, што давала нам мажлівасць перамяшчэння і манеўру па вадаёме, а таксама актыўнага пошуку месцаў навалы рыбы. Замер характарыстык ажыццяўляўся пры дапамозе класічных вымяральных прылад: лінеек, мерных стужак, рулетак, шаляў [3]. Таксама ўлічваліся асобіны, здабытыя другімі аматарамі рыбнай лоўлі. Апрацоўка ўсіх атрыманых намі даных праводзілася ў праграме Microsoft Excel.

Характарыстыка месцаў адлову:

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

2. Вадасховішча Сялец, праз які праходзяць прытокі р. Ясельды і праводзіць сваю дзейнасць рыбгас “Сялец”, уключаны ў рэспубліканскую праграму зарыблення натуральных вадаёмаў Беларусі.

3. Ясельда – рака ў Беларусі, левы прыток Прыпяці, працякае па тэрыторыі Пружанскага, Бярозаўскага, Драгічынскага, Іванаўскага і Пінскага раёнаў Брэсцкай вобласці. Даўжыня 250 км [4; 5].

Вынікі даследавання. Працэдура вызначэння ўзросту заключаецца ў падліку элементаў структуры – гадавых кольцаў на лусках. Складанасць заключаецца ў тым, каб адрозніць элементы структуры, якія фарміруюцца раз на год, ад тых элементаў, якія ніякіх адносін да гадавых кольцаў не маюць і завуцца дадатковымі, ці дадатковымі кольцамі, ці пазнакамі. Многія віды рыб лускавага покрыва не маюць, і іх узрост можна вызначыць толькі па касцях [6].

Для вызначэння ўзросту прадстаўнікоў намі выкарыстоўваліся літаратурныя звесткі, асобіны не былі падзеленыя па палавых прыкметах. Параўнанне характарыстык дамінантнага віду класа *Actinopterygii* вадаёмаў акругі аг. Маравіль прадстаўлена ў табліцы.

Табліца – Параўнанне характарыстык дамінантнага віду класа *Actinopterygii*

Прыкмета	Месца адлову			
	Канал Вінец		Вадасховішча Сялец	
	Дыяпазон	Сярэднія значэнні	Дыяпазон	Сярэднія значэнні
Памер (даўжыня, см)	41–70	54,7	41–69	57,1
Вага (кг)	0,257–1,2	653,7	0,317–1,15	718,9
Прыкладны ўзрост (год)	1,9–4	2,5	1,9–3,5	2,8
Колькасць асобін	33		16	

У даследаванай зоне за першы год даследавання сярод усіх відаў – прадстаўнікоў класа *Actinopterygii* намі было адлоўлена 49 шчупакоў: асабіста мною было злоўлена 18 шчупакоў, 31 шчупака ахвяравалі на мае даследаванні рыбакі-аматары, якія займаліся рыбалоўствам на дадзеных вадаёмах. Аналіз паказчыкаў выявіў, што шчупакі вадасховішча Сялец адрозніваюцца ў лепшы бок ад рыб канала Вінец: яны маюць большыя даўжыню і вагу, што можа тлумачыцца лепшымі ўмовамі харчавання ці розніцай ва ўзросце.

Вывады. Такім чынам, у даследаваных вадаёмах наваколля аг. Маравіль Бярозаўскага раёна намі было знойдзена 49 асобін драпежнай рыбы – шчупака звычайнага *Esox lucius* L. Праведзены замеры і аналіз атрыманых значэнняў памераў, вагі і ўзросту, дадаткова праведзены скан некаторых участкаў вадаёмаў. Намі было заўважана, што шчупак аддае перавагу месцам з паглыбленнямі, з зараснікамі раслін, з абломкамі дрэў, дзе зручна прытаіцца. Не дзіўна, што шчупак з’яўляецца дамінантным відам даследаванай тэрыторыі, таму што з’яўляецца моцным канкурэнтам для іншых відаў рыб і разводзіцца ў досыць вялікіх аб’ёмах. Даследаванне будзе працягвацца для вывучэння асаблівасцей вадаёмаў, відавоча складу класа *Actinopterygii*, іх узросту, размеркавання і дынамікі колькасці.

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

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

2. Грунин, С. И. Биология обыкновенной щуки *Esox lucius* L. северо-востока России : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Грунин Сергей Иванович ; Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – Магадан, 2017. – 23 с.

3. Видовая структура сообществ рыб различных водоёмов. – URL: <https://www.biblio-fond.ru/view.aspx?id=896864#text> (дата обращения: 25.03.2025).

4. Ясельда / под общ. ред. А. А. Волчека, И. И. Кирвеля, Н. В. Михальчука ; Нац. акад. наук Беларуси, Полес. аграр.-экол. ин-т. – Минск : Беларус. навука, 2017. – 416 с.

5. Блакітная кніга Беларусі / Беларус. энцыкл. імя Петруся Броўкі / рэдкал.: Н. А. Дзісько [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 1994. – С. 414.

6. Стерлигова, О. П. Методы определения возраста рыб и его практическое значение : учеб. пособие / О. П. Стерлигова. – Петрозаводск : Науч. центр РАН, 2016. – 57 с.

К содержанию

Е. Д. КИСЛЯК

Брест, средняя школа № 7 г. Бреста

Научный руководитель – Е. М. Злотник, учитель химии и биологии

АЭРОГЕЛИ. МЕТОДЫ СИНТЕЗА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МАСШТАБАХ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Актуальность. В условиях стремительного прогресса и постоянных изменений в современных технологиях наблюдается возрастающая потребность в инновационных материалах, способных удовлетворить требования различных отраслей. Одним из наиболее перспективных материалов для решения указанных проблем является аэрогель.

Цель – изучить структуру аэрогелей и их физические свойства.

Материалы и методы. Модели аэрогеля были разработаны в системе автоматизированного проектирования SolidWorks. После создания модели были распечатаны на 3D-принтере Ender 3 Max. Ключевым инструментом испытаний материалов являлась разрывная машина.

Выводы. Были проведены испытания трёх моделей. Для первой модели с максимальным количеством пор установили, что для нее максимальное механическое напряжение равняется 1,32 МПа, относительная деформация составляет 25 %, модуль Юнга равен 0,3 ГПа. Для второй модели со средним количеством пор выявили, что максимальное механическое напряжение для нее равняется 1 МПа, относительная деформация составляет также 25 %, модуль Юнга равен 0,2 ГПа.

Для третьей модели с минимальным количеством пор определили, что она выдерживает механическое напряжение 0,6 МПа, относительная деформация стандартная – 25 %, модуль Юнга самый маленький – 0,15 ГПа.

Исходя из проведённых исследований над 3D-моделями, можно сделать вывод, что аэрогель становится прочнее при большем количестве нанопор. В ходе практической части проекта были сделаны выводы, что модель с наибольшим количеством пор имеет лучшие характеристики (механическое напряжение – 1,32 МПа, относительная деформация – 25 %, модуль Юнга равен 0,3 ГПа).

Из этого следует, что аэрогель можно и нужно использовать как материал из-за его прочности в различных сферах. К примеру, в фильтрации он способен выдержать высокий напор воды, в строительстве и протезировании – высокое механическое напряжение. Таким образом, проект подтвердил значимость аэрогелей как инновационных материалов.

К содержанию

А. Н. КЛИМУК

Брест, Брестский областной лицей имени П. М. Машерова

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

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛИСТЬЕВ ФАЛЕНОПСИСА ГИБРИДНОГО НА ЭТАПЕ ПЕРЕВОДА РАСТЕНИЙ В НЕСТЕРИЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

Актуальность. Морфологическая оценка состояния листьев на этапе перевода растений из условий *in vitro* в условия *in vivo* может быть использована как простой, но информативный способ визуального наблюдения за процессом адаптации к условиям *in vivo*.

Цель – оценить морфометрические параметры листьев растений фаленопсиса гибридного на этапе перевода растений из условий *in vitro* в нестерильные условия в неспециализированном помещении.

Материалы и методы. Объект исследования – растения фаленопсиса гибридного, полученные в культуре *in vitro* на кафедре биологических и химических технологий БрГУ имени А. С. Пушкина. Предмет исследования – состояние листьев как индикатор адаптивной способности растений к нестерильным условиям. Методика адаптации заключалась в постепенном увеличении времени, на 30 минут каждые три дня, разгерметизации культурального сосуда для формирования у растений устойчивости к естественной микробиоте и влажности воздуха. Время снятия крышек сосудов через 35 суток составило 5 часов, после чего сосуды были открыты окончательно.

Выводы. Характеристика растений фаленопсиса на 45-е сутки эксперимента по сравнению с 0-и сутками показала, что из 21 растения прошли начальный этап адаптации 20 растений. У адаптированных растений сохранилось 88,1 % зеленых листьев. Поскольку на 14-е сутки в половине экспериментальных сосудов визуально отмечено развитие инфекции на питательной среде вследствие попадания спор из внешней среды, то оценку морфометрических параметров листьев у адаптирующихся растений проводили отдельно в сосудах с признаками инфекции и без нее. Как показали полученные данные, развитие инфекции не оказало существенного влияния на изменение анализируемых показателей. Число зеленых листьев у растений в сосудах без инфекции составило 92,8 %, а средняя длина листьев незначительно уменьшилась (на 0,13 см). В сосудах с инфекцией доля зеленых листьев была ниже, чем в среднем по эксперименту, на 5,2 %, а средняя длина листьев практически не изменилась.

К содержанию

Е. А. КОБЯТКО, А. А. КРОТ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА «PROPHIT
МУЛЬТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС» НА ЭНЕРГИЮ
ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ *LEPIDIUM SATIVUM* L.
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Актуальность. Техногенное загрязнение оказывает негативное воздействие на почву, снижая ее плодородие и угрожая экосистемам. Влияние на растения продуктов переработки нефти при загрязнении почвы можно разделить на прямое и косвенное, опосредованное через изменение физико-химических свойств почвы, трансформацию почвенного микробного сообщества [1]. Одним из эффективных методов очистки окружающей среды от техногенных загрязнений является биоремедиация [2]. В сравнении с другими методами очистки окружающей среды она гораздо дешевле. Микробные консорциумы включают несколько видов или штаммов микроорганизмов, искусственно сконструированных или природного происхождения. Они объединяются за счет трофических связей и успешно функционируют, пока в среде есть субстраты, поддерживающие их жизнедеятельность, в том числе высокотоксичные соединения.

Цель – оценить влияние препарата «Prophit мультибактериальный комплекс» на энергию прорастания и всхожесть *Lepidium sativum* L. в условиях техногенного загрязнения.

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

Выбор тест-культуры обусловлен универсальностью кресс-салата как биоиндикатора [3]. В качестве контроля мы использовали почву культурного агрозема. В качестве техногенных поллютантов использовали свинцовую золу (далее – свинец), отработанное моторное масло (далее –

масло) и бензин АИ-92 (далее – бензин). Их вносили в почву таким образом, чтобы доза загрязнителя составляла 5 % от общего объема почвенной навески.

Подготовленные почвенные образцы помещали в пластиковые контейнеры 22×15×5 см и приливали раствор биопрепарата в соответствующей концентрации или водопроводную отстоявшуюся воду. Объем приливаемой жидкости составил 50 мл. Почвенную пластинку закрывали двойным слоем фильтровальной бумаги и высевали по 50 семян тест-культуры. Проращивание проводили в термостате при постоянной температуре 20 °С.

В качестве регистрируемых показателей учитывали энергию прорастания и всхожесть семян. Учет проросших семян производили в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84.

Результаты и обсуждение. Посевные качества семян кресс-салата в условиях культурного агрозема, используемого в качестве контроля, были максимальными, т. е. и показатель энергии прорастания, и показатель всхожести составили 100 %. В условиях техногенного загрязнения почв показатель энергии прорастания снижался. Наиболее сильное угнетение отмечено в варианте с обработкой моторного масла (–10 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Энергия прорастания *Lepidium sativum* L., %

Вид загрязнения	Доза препарата «Prophit»			
	Контроль	0,5	1,0	1,5
Масло	90	82	96	100
Бензин	96	90	90	84
Свинец	96	100	100	88

Реакция кресс-салата на внесение в почву бактериального препарата зависела от вида загрязнителя в почве. Так, использование биопрепарата в минимальной дозе оказывало положительное влияние на способность семян тест-культуры к прорастанию лишь в случае со свинцовым загрязнением, где доля проросших семян достигала 100 %. При этом в условиях углеводородного загрязнения биопрепарат, напротив, способствовал усилению токсического действия нефтепродуктов (–8,9 % и –4,3 % для вариантов с маслом и бензином соответственно).

Повышение дозы бактериального препарата благоприятно отзывалось на показателе энергии прорастания в варианте с моторным маслом. Так, внесение биопрепарата в исходной дозе способствовало прорастанию 96 % семян, что было выше, чем в условиях варианта с моторным маслом без мелиоранта, на 6,7 %, а в варианте с дозой биопрепарата 1,5 показатель энергии прорастания достигал 100 %.

При этом следует отметить, что в условиях загрязнения бензином и свинцовой золой наиболее высокая доза препарата оказывала угнетающий эффект в отношении тест-культуры (–12,5 % и –8,3 % соответственно).

Анализ показателя всхожести, регистрируемого на 5-е сутки опыта, выявил отсутствие достоверного влияния примененных поллютантов на фитотоксичность почвы. Следует отметить лишь незначительное снижение показателя в варианте со свинцовой золой – всего –2 %. Вне зависимости от вида загрязнения почвы повышение дозы биопрепарата имело обратную корреляцию с долей нормально проросших семян (рисунок 2). При этом наибольшее количество непроросших семян отмечалось при загрязнении почвы бензином (–48 %). Положительный эффект от использования биопрепарата выявлен лишь при применении для его минимальной дозы в условиях отработки моторного масла и свинцового загрязнения (таблица 2).

Таблица 2 – Всхожесть *Lepidium sativum* L., %

Вид загрязнения	Доза препарата «Prophit»			
	Контроль	0,5	1,0	1,5
Масло	100	100	100	90
Бензин	100	96	98	58
Свинец	98	100	98	90

Заключение. Выявлено, что техногенное воздействие оказало негативное влияние преимущественно на показатель энергии прорастания тест-культуры. При изучении воздействия биопрепарата «Prophit мультибактериальный комплекс» на всхожесть семян кресс-салата установлено, что в условиях техногенного загрязнения повышение дозы биопрепарата отличалось обратной корреляцией с долей нормально проросших семян. Для ремедиации загрязненных почв возможно использование биопрепарата для преодоления фитотоксичности почвы, обусловленной свинцовым загрязнением, в дозе 0,5 от указанной производителем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Назаров, А. В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения / А. В. Назаров // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2007. – Вып. 5 (10). – С. 134–140.
2. Домарачева, Л. И. Использование организмов и биосистем в ремедиации территорий / Л. И. Домарачева // Теоретическая и прикладная экология. – 2009. – № 4. – С. 4–16.
3. Сапцын, Р. В. Индикаторы эколого-биологического состояния нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы / Р. В. Сапцын, О. З. Еремченко // АгроЭкоИнфо : электрон. науч.-производ. журн. – 2023. – № 4. – URL: http://agroecoinfo.ru/СТАТУИ/2023/4/st_410.pdf (дата обращения: 01.03.2025).

К содержанию

О. А. КОНОПАЦКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА
ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛУНИНЕЦКОГО
РАЙОНА (БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Актуальность. Промышленные выбросы оксидов азота являются одними из наиболее распространенных загрязнителей атмосферного воздуха. Оксиды азота образуются в результате сжигания ископаемого топлива в промышленных установках и транспорте. Высокая концентрация выбросов оксида азота оказывают негативное воздействие на здоровье человека, способствуют образованию кислотных дождей и фотохимического смога.

Цель – осуществить сравнительный анализ выбросов диоксида азота (NO_2) в атмосферу предприятиями Лунинецкого района (Брестская область) за период 2022–2024 гг.

Материалы и методы. В качестве материалов использовали данные выбросов загрязняющих веществ, осуществляемых такими промышленными предприятиями, как «Лунинецкий хлебозавод» (филиал ОАО «Берестейский пекарь») и ОАО «Полимер». Метод исследования – сравнение и анализ.

Выводы. Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы.

1. Исследуемые предприятия производят совершенно разную продукцию: филиал ОАО «Берестейский пекарь» Лунинецкий хлебозавод – хлебобулочную продукцию, а ОАО «Полимер» – полиэтиленовые изделия.

2. Норматив допустимых выбросов (далее – НДВ) диоксида азота для Лунинецкого хлебозавода – 1,323 т/год, а для ОАО «Полимер» – 0,027 т/год.

3. Выбросы диоксида азота на Лунинецком хлебозаводе ежегодно увеличиваются. В 2022 г. наблюдается наименьшее количество выбросов – 1,219 т/год. Выбросы диоксида азота в 2023 г. по сравнению с прошлым годом увеличились на 0,65 % и составили 1,227 т/год, а в 2024 г. увеличились еще на 2,3 % (1,256 т/год). На предприятии ОАО «Полимер» выбросы сначала увеличиваются, а затем уменьшаются: в 2022 г. количество выбросов составило 0,025 т/год, за 2023 г. выбросы уменьшились на 8 % (0,023 т/год), а в 2024 г. увеличились на 11 % (0,026 т/год).

4. Количество выбросов диоксида азота на предприятиях за исследуемый период изменяется в незначительных количествах и не превышает установленный НДВ.

К содержанию

П. И. КОРЕНЬ

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

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

Актуальность. В XXI в. засоление почв стало одной из важных экологических проблем. Его основная причина – накопление в почве различных анионов, которые негативно влияют на рост и развитие растений [1]. В зимний период широко используются антигололедные реагенты, которые вызывают засоление придорожных территорий, клумб и других компонентов ландшафтного дизайна [2]. Изучение влияния засоления на процессы жизнедеятельности растений поможет выбрать наиболее солеустойчивые растения и расширить их разнообразие для использования в городских ландшафтах. В научной литературе имеются противоречивые данные о влиянии засоления на растения. В работе Е. Д. Данилова указано, что оно оказывает различное влияние на процессы роста и развития картофеля, которое зависит от выбранных сортов и от степени засоления: низкая степень оказывает нейтральное или стимулирующее влияние на длину корня и побега, а средняя – увеличивает только длину корня [3]. При изучении литературных источников было выяснено, что проблема хлоридного засоления изучена недостаточно и только на ограниченном числе культур.

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

Материалы и методы. Объектом исследования был выбран *Tagetes patula* L., который часто используют в ландшафтном дизайне и садоводстве. Для исследования были взяты семена бархатцев отклоненных сорта / Мандарин. В лабораторных условиях семена были помещены в модельную систему с разной степенью засоления, которая создавалась благодаря 1 %-му, 3 %-му, 5 %-му растворам хлорида натрия, обуславливающим соответственно низкую, среднюю и высокую степень засоления. Семена бархатцев выращивались по 30 штук в чашках Петри при комнатной температуре и естественном освещении на протяжении 14 дней. Контролем (К) являлись семена, которые выращивались на дистиллированной воде, а опытные образцы помещались в растворы с разной степенью засоления. Повторность опыта трехкратная. Результаты опыта были обработаны с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Выявлено, что засоление оказывает отрицательное влияние на всхожесть семян бархатцев. В 1 %-м растворе сульфата натрия наблюдается снижение всхожести семян на 50 % относительно контроля, а в 3 %-м и 5 %-м всхожесть подавлялась полностью (рисунок 1).

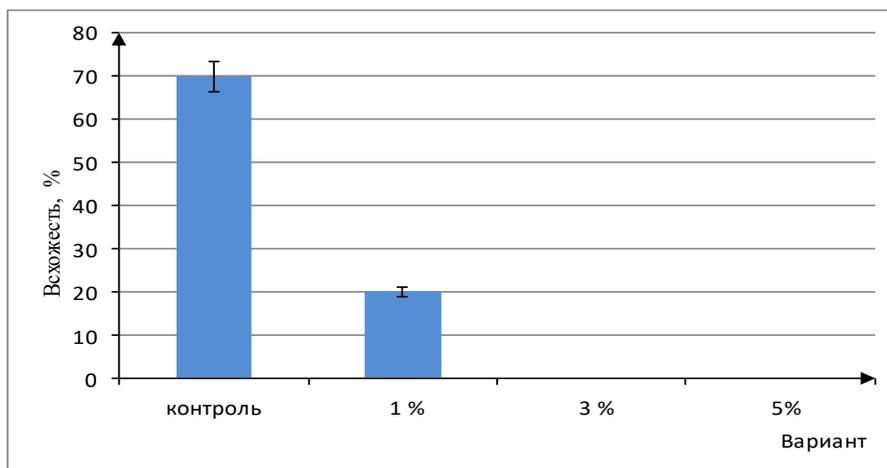


Рисунок 1 – Всхожесть семян бархатцев сорта Мандарин в условиях разной степени засоления

Длина корней на 14-й день прорастания значительно уменьшилась относительно контроля с увеличением степени засоления: в 1 %-м растворе на 91,7 %, а в 3 %-м и 5 %-м корней не сформировалось (рисунок 2, А). Длина проростков в 1 %-м растворе снижалась на 81,1 %, в 3 %-м и 5 %-м растворах побеги вообще отсутствовали (рисунок 2, Б).

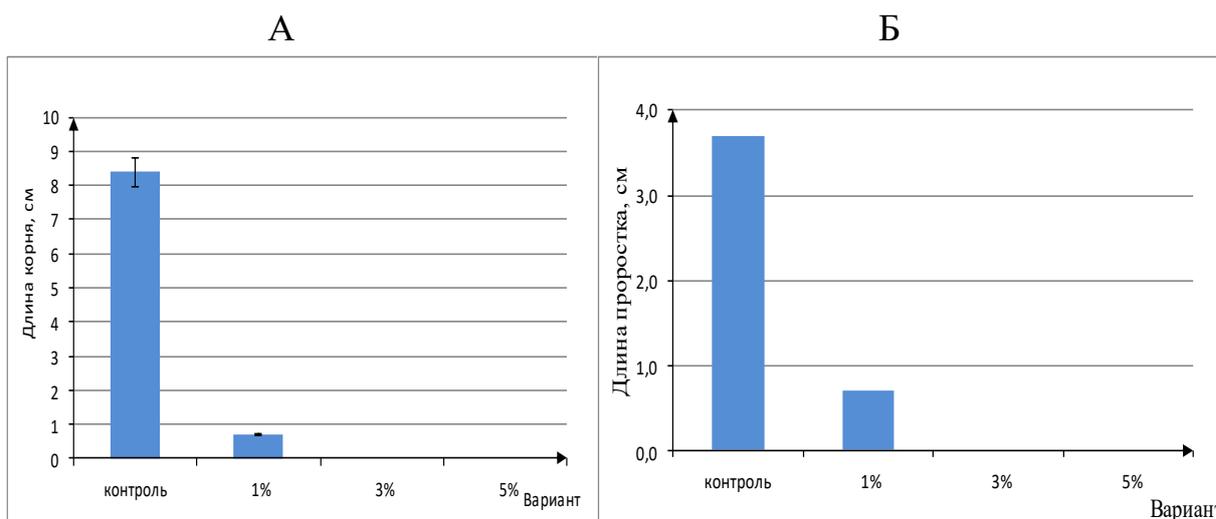


Рисунок 2 – Длина корней (А) и проростков (Б) бархатцев сорта Мандарин при различной степени засоления на 14-й день прорастания

В результате анализа отношения длины побега к длине корня отмечено, что в случае слабого (1 % NaCl) засоления оно увеличилось в 2,3 раза (таблица). Эти результаты позволяют сделать вывод, что на ранних этапах прорастания корневая система *Tagetes patula* L. угнетена сильнее под влиянием хлоридного засоления по сравнению с надземной частью.

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

Вариант	Контроль	1 % NaCl	3 % NaCl	5 % NaCl
Отношение длины корня к длине побега	0,44	1	–	–

Заключение. Таким образом, результаты исследования показали, что увеличение степени засоления угнетает процессы прорастания семян и замедляет ростовые процессы бархатцев на ранних этапах прорастания. При засолении наблюдается торможение процессов роста как надземных, так и подземных органов *Tagetes patula* L. сорта Мандарин, но главным образом страдает подземная часть, обеспечивающая растение водой и элементами минерального питания. Полученные результаты необходимо учитывать при формировании цветочно-декоративного оформления газонов и клумб, находящихся вблизи проезжих и пешеходных дорожек, которые в зимнее время обрабатываются противогололедными реагентами. *Tagetes patula* L. очень чувствительная к засолению и теряет всхожесть и декоративность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чудинова, Л. А. Физиология устойчивости растений : учеб. пособие к спецкурсу / Л. А. Чудинова, Н. В. Орлова. – Пермь : Перм. гос. ун-т, 2006. – 124 с.
2. Антигололедные реагенты на основе экологически чистых материалов / Д. С. Рязанцев, А. А. Подгорный, П. А. Пирогов // StudNet : науч.-образоват. журн. для студентов и преподавателей. – 2020. – № 12. – С. 1293–1306.
3. Влияние хлоридного засоления на ростовые и физиологические процессы растений *Solanum tuberosum* L. среднеспелых сортов / Е. Д. Данилова, Ю. В. Медведева, М. В. Ефимова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2018. – № 44. – С. 158–171.

К содержанию

В. В. КОРНЕЛЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ НИТРАТА СВИНЦА НА ЧАСТОТУ
КРОССИНГОВЕРА В СЕГМЕНТЕ *SCARLET-EBONY*
ХРОМОСОМЫ III ДРОЗОФИЛЫ**

Актуальность. Тяжелые металлы и их соединения являются одними из наиболее распространенных и токсичных загрязнителей окружающей среды. Изучение их влияния на живые организмы необходимо для прогнозирования возможных изменений экологического состояния биосферы.

Цель – оценить влияние нитрата свинца на частоту кроссинговера в сегменте *scarlet-ebony* хромосомы III дрозофилы.

Материалы и методы. Нитрат свинца добавлялся в питательную среду для выращивания дрозофилы в количествах, необходимых для достижения исследуемых концентраций 0,1 ПДК; 1 ПДК; 10 ПДК; 100 ПДК; 1000 ПДК (ПДК – предельно допустимая концентрация). В качестве родителей использовались линия дикого типа *Berlin* и мутантная линия *scarlet-ebony* (*st-e*). Родительские особи помещались на питательную среду с нитратом свинца, на которой затем развивались гибриды F₁. Далее для гибридов F₁ проводилось анализирующее скрещивание, учитывалась численность всех фенотипических классов в F_A и рассчитывались частоты кроссинговера в сегменте *st-e*.

Выводы. Установлено, что в контроле частота кроссинговера (*rf*) составила 30,14 %. При действии нитрата свинца в концентрациях 0,1 и 1 ПДК происходило снижение частоты кроссинговера в сегменте *st-e* до 27,33 и 29,33 % соответственно. Нитрат свинца в более высокой концентрации (10 ПДК и 100 ПДК) вызывал увеличение *rf* по сравнению с контролем (до 32,14 и 32,46 % соответственно). При действии самой высокой концентрации действующего вещества (1000 ПДК) частота кроссинговера незначительно снижалась и составляла 31,06 %. Таким образом, наиболее существенное снижение частоты кроссинговера происходило при концентрации Pb(NO₃)₂ 0,1 ПДК, а наибольшее увеличение при концентрации 100 ПДК. Увеличение частоты кроссинговера при действии высоких концентраций Pb(NO₃)₂ может быть обусловлено тем, что данное вещество индуцирует дополнительные разрывы в ДНК, приводящие к кроссоверным обменам. Таким образом, нитрат свинца оказывает влияние на частоту кроссинговера у дрозофилы, что свидетельствует об его определенной генетической активности.

К содержанию

А. А. КРОТ, Е. А. КОБЯТКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА «МАЛЬТАМИН» НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН КРЕСС-САЛАТА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Актуальность. Активная антропогенная деятельность способствует тому, что значительная часть почвенного покрова подвергается значительным изменениям, приводящим к его деградации. Особенно мощно деградация почв проявляет себя в пределах города. В первую очередь это проявляется в накоплении в почве многочисленных поллютантов различной природы, основными из которых являются нефтяные углеводороды и тяжелые металлы [1]. Загрязняющие вещества оказывают сильное влияние на свойства почвы, в связи с чем она способна оказывать токсическое действие на растения. Поэтому возникает практическая потребность в экологически безопасных методах реабилитации почв загрязненных территорий. До недавних пор наиболее распространенным путем реабилитации загрязненных территорий являлось изъятие токсичных почв, что глобально не решало проблему, так как оставался вопрос с их утилизацией или реабилитацией в местах вывоза. Одним из вариантов является использование биологически активных веществ, способствующих не столько разрушению токсикантов и очищению почв, сколько преодолению ее токсичности путем стимулирования роста и развития растений, что позволяет избежать механического удаления почвенного покрова с места загрязнения и продолжить его использование, что будет актуальным, например, для почв придорожных территорий.

Цель – изучить влияние регулятора роста «Мальтамин» на посевные качества *Lepidium sativum* L. в условиях техногенного загрязнения.

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

В качестве контроля мы использовали почву культурного агрозема. К навескам данной почвы добавляли свинцовую золу (далее – свинец), отработанное моторное масло (далее – масло) и бензин АИ-92 (далее – бензин) таким образом, чтобы доза поллютанта составляла 5 % в общем объеме почвенной навески. Все тщательно перемешивали, обеспечивая равномерное распределение загрязнителей по всей почвенной навеске.

Подготовленные почвенные образцы мы размещали в пластиковые контейнеры 22×15×5 см и приливали раствор мальтамина в соответствующей концентрации или водопородную отстоявшуюся воду. Объем приливаемой жидкости составил 50 мл. Почвенную пластинку закрывали двойным слоем фильтровальной бумаги и высевали по 50 семян тест-культуры. Проращивание проводили в термостате при постоянной температуре 20 °С.

В качестве регистрируемых показателей учитывали энергию прорастания и всхожесть семян. Учет проросших семян производили в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84.

Результаты и обсуждение. В наиболее благоприятных условиях (контроль) энергия прорастания тест-культуры была максимальной и составила 100 %. В присутствии используемых в опыте техногенных загрязнителей показатель энергии прорастания незначительно снижался. Наиболее токсическое действие выявлено в варианте с обработкой моторного масла – 10 % к контролю (таблица 1). Доля проросших семян в вариантах с бензином и свинцовой золой была схожей – 96 %.

Таблица 1 – Энергия прорастания *Lepidium sativum* L., %

Вид загрязнения	Доза препарата «Мальтамин»			
	–	0,5	1,0	1,5
Масло	90	98	74	90
Бензин	96	74	94	58
Свинец	96	100	98	90

Использование мальтамина показывало противоречивые результаты в зависимости от применяемой дозы и вида загрязнения. Так, применение самой низкой дозы стимулятора роста способствовало росту показателя энергии прорастания в вариантах с моторным маслом и свинцовой золой на 8,9 и 11,1 % соответственно. Дальнейшее повышение дозы биологически активного препарата, наоборот, оказывало ингибирующее воздействие на способность семян тест-культуры к прорастанию.

Применение мальтамина в условиях загрязнения почвы бензином не оказывало положительного влияния в сравнении с загрязненным контролем ни в одном из вариантов опыта.

На 5-е сутки опыта согласно ГОСТ 12038-84 производилась регистрация показателя всхожести. Доля нормально проросших семян в чистом контроле составила 100 %. Следует отметить, что в вариантах с загрязнением отработкой моторного масла и бензина также проросли все семена, тогда как в присутствии свинца этот показатель несущественно снижался на 4 %.

В результате применения стимулятора роста отмечается незначительное снижение доли проросших семян кресс-салата в условиях загрязнения почвы моторным маслом на 2 % вне зависимости от дозы мальтамина. Более существенно ингибирование показателя всхожести при использовании тестируемого препарата отмечается в варианте с загрязнением почвы бензином – от –14 % в варианте с дозой мальтамина 0,5, до –6 % в вариантах 1,0 и 1,5 (таблица 2). Однако в условиях свинцового загрязнения препарат «Мальтамин» проявил уже стимулирующее действие на прорастание семян. При этом наиболее высокий результат снова был достигнут в варианте с минимальной дозой препарата – доля нормально проросших семян составила 100 %. С дальнейшим ростом дозы препарата его стимулирующее действие ослабевало. Тем не менее даже в варианте с дозой препарата 1,5 от исходной доля нормально проросших семян была на уровне загрязненного контроля – 96 %.

Таблица 2 – Всхожесть *Lepidium sativum* L., %

Вид загрязнения	Доза препарата «Мальтамин»			
	–	0,5	1,0	1,5
Масло	100	98	98	98
Бензин	100	86	94	94
Свинец	96	100	98	96

Выводы. Выявлено, что техногенное воздействие оказало негативное влияние лишь на показатель энергии прорастания тест-культуры. При изучении воздействия регулятора роста «Мальтамин» на энергию прорастания и всхожесть семян кресс-салата установлено, что биологически активный препарат проявил как стимулирующий, так и ингибирующий эффект влияния на регистрируемые показатели в условиях техногенного загрязнения почв. Рекомендуется использование стимулятора роста растений «Мальтамин» для преодоления фитотоксичности почвы, обусловленной свинцовым загрязнением, в дозе 0,5 от указанной производителем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Середина, В. П. Загрязнение почв / В. П. Середина. – Томск : Изд. дом Том. гос. ун-та, 2015. – 346 с.

К содержанию

Д. А. КУЗНЕЦОВА

Минск, БГУ

Научный руководитель – Е. А. Грибанова, старший преподаватель

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛОВ ТОЛЕРАНТНОСТИ МЕЗОФИЛЬНЫХ ДРОЖЖЕЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ

Актуальность. Дрожжи являются важным объектом в биотехнологии. Они применяются в различных сферах промышленности, науки и сельского хозяйства. В пищевой промышленности дрожжи используются в хлебопекарном производстве для разрыхления теста. В пивоварении и виноделии для спиртового брожения, а также в изготовлении ферментированных продуктов. В биотехнологии и фармацевтике дрожжи служат источником витаминов группы В и белков, участвуют в производстве биологически активных добавок, генно-инженерных препаратов и ферментов. В сельском хозяйстве они добавляются в корма для животных, улучшая их питательную ценность. Белок дрожжей по содержанию аминокислот превосходит белок зерна злаковых [2]. Однако в процессе промышленного использования дрожжи подвергаются воздействию различных стрессов, таких как температурный, осмотический и окислительный стресс. Эти факторы могут снижать их жизнеспособность и метаболическую активность. Поэтому важным направлением исследований является изучение влияния неблагоприятных условий культивирования на клетки дрожжей и поиск методов повышения устойчивости дрожжей к стрессовым факторам.

Цель – определение пределов толерантности мезофильных дрожжей к различным стрессовым факторам.

Материалы и методы. Источниками выделения дрожжевых культур являлись плоды черного, зеленого и красного винограда (*Vitis*), эпифитная почва и листья растений эпипремнума (*Epipremnum*) и гибискуса (*Hibiscus*) [3].

Выделение чистых культур дрожжей. Культуры мезофильных дрожжей из плодов винограда и эпифитной почвы изолировали методом Коха при температуре 28 °С. Культуры липомицетов были выделены из эпифитной почвы с использованием метода почвенных комочков. Для получения культур дрожжей с поверхности листьев применялся метод высева отпечатка.

В исследованиях использовались плотные питательные среды Сабуро, YPD, ХАТА и ГПА, дополненные антибиотиком стрептомицином (25 ед/мл) [1].

Определение термоустойчивости. Температурный диапазон роста определяли на питательной среде Сабуро при температурах 10 °С, 18 °С,

28 °С, 37 °С и 42–44 °С в течение 5–7 суток. По завершении периода роста были сделаны выводы о пределах термотолерантности дрожжей [4].

Построение кривых роста. Кривые роста строили двумя методами: нефелометрическим методом с помощью спектрофотометра Metertech SP-8000 при длине волны 600 нм и методом drop plate с посевом на плотную среду Сабуро в четырех повторах для каждого разведения [4].

Определение пределов осмотолерантности. Методом предельных разведений достигали оптимальной плотности клеток и высевали методом Коха на поверхность плотной среды Сабуро с различными концентрациями NaCl: 0 %, 2,5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %. В качестве контролей использовали культуры *Saccharomyces cerevisiae* и *Candida utilis* [4].

Результаты и обсуждение. С использованием вышеуказанных методов выделили и охарактеризовали семь мезофильных штаммов дрожжей: два из черного винограда (с условными обозначениями D7, K3), два из красного (E2.3, E2.4), один из зеленого (E3.1) и два из эпифитной почвы (P1, P3). Колонии дрожжей характеризовались кремовой или белой окраской; штаммы E2.4 и E3.1 формировали субстратный мицелий. Клетки имели округлую или овальную форму с диаметром от 2,87 мкм (D7) до 5,27 мкм (E2.4).

Определение параметров роста дрожжей нефелометрическим методом и методом drop plate позволило выявить, что штаммы из черного и красного винограда демонстрировали более быстрый рост, достигая стационарной фазы через 15 часов. Остальные изоляты достигли стационарной фазы приблизительно через 39 часов, что свидетельствовало о значительно более медленном росте (рисунок 1).

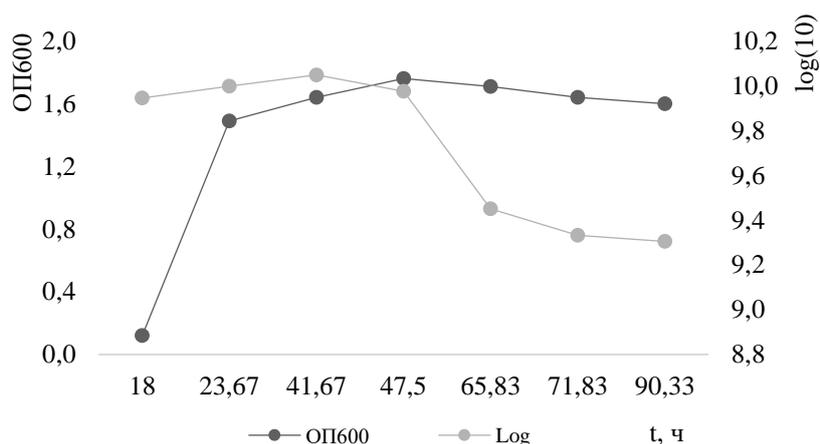


Рисунок 1 – Параметры роста штамма K3 во времени: изменение оптической плотности (ОП₆₀₀) и log₁₀ во времени

Использование одновременно нефелометрического метода и метода drop plate обусловлено разным принципом измерений. Нефелометрический метод более чувствителен на ранних стадиях роста. Метод drop plate более точен при высоких концентрациях клеток, когда нефелометрический метод может давать ошибки из-за слишком высокой оптической плотности и измерения биомассы мертвых клеток.

Дальнейшее исследование показало, что мезофильные дрожжевые культуры обладают различной температурной толерантностью. Культуры D7, P1 и P3 росли при температурах от 10 до 37 °С, в то время как культуры K3, E2.3, E2.4 и E3.1 – от 10 до 28 °С. Оптимальная температура роста составила 28 °С для культур D7, K3 и E2; 3 °С для культур E2.4 и E3.1; 28–37 °С для культур P1 и P3. Наибольший диапазон температур роста был зафиксирован у культур D7, P1 и P3. Результаты подтверждают мезофильную природу всех исследованных культур.

Осмолерантность дрожжей определяли по выживаемости в средах с разной концентрацией NaCl (рисунок 2). Выживаемость мезофильных дрожжей снижалась с ростом осмотического давления. Предел осмотолерантности составил 7,5 % NaCl для штаммов D7, P1, P3 и *S. cerevisiae*, 2,5 % для K3 и E2.3, 10 % для E2.4 и E3.1, 5 % для *C. utilis*. Оптимальный рост наблюдался при 2,5 % NaCl для D7, P1, P3 и *S. cerevisiae*, при 0 % для K3, E2.3 и *C. utilis*, при 5 % для E2.4 и E3.1. Полученные данные свидетельствуют о том, что исследованные штаммы мезофильных дрожжей относятся к умеренным галофилам.

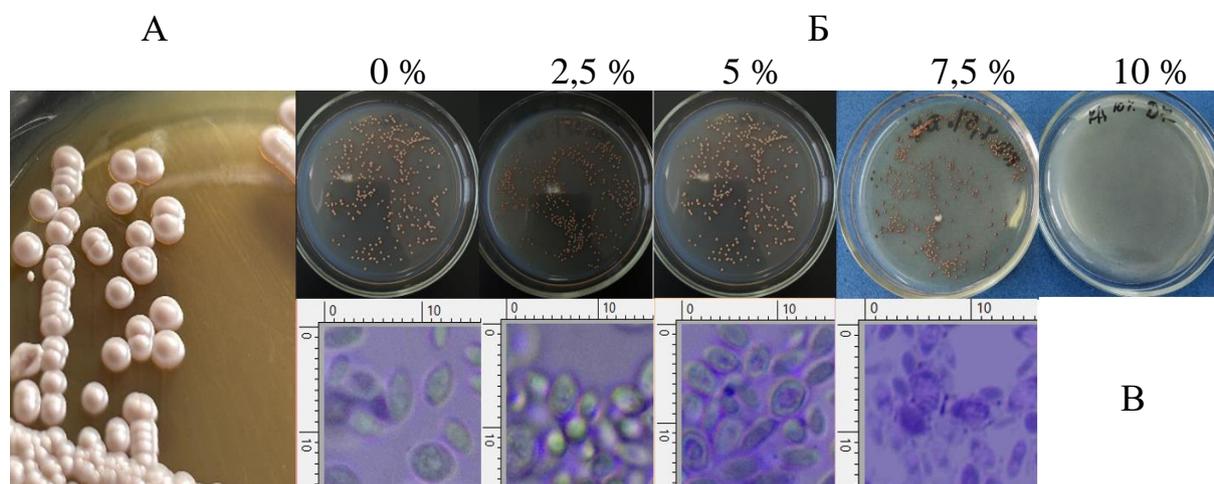


Рисунок 2 – Морфология штамма D7: А – колонии; Б – рост при добавлении различных концентраций NaCl в питательную среду Сабуро; В – изменение размера клеток (увеличение микроскопа – 100x/1,25oil)

Исследование влияния осмотического давления на размер формируемых клеток выявило, что повышение концентрации NaCl в питательной среде привело к уменьшению площади поверхности клеток у штаммов P1, P3, E2.4, *S. cerevisiae* и *C. utilis* на 35,84 %, 38,92 %, 22,11 %, 12,98 %, 51,5 % соответственно по сравнению с контролем (таблица). Напротив, у штаммов E2.3, Д7 и E3.1 наблюдалось увеличение площади поверхности клеток на 55,93 %, 5,35 % и 3,97 % при тех же условиях.

Таблица – Выживаемость культур дрожжей и изменение размера их клеток при разных концентрациях NaCl в среде

Штамм	Параметры	Концентрации NaCl в среде, %				
		0	2,5	5	7,5	10
D7	N, %	100	137,07	115,23	106,61	0
	P, мкм	5,35×2,77	3,66×2,84	3,87×2,16	4,13×3,79	–
K3	N, %	100	97,14	0	0	0
	P, мкм	4,6×2,22	3,88×1,9	–	–	–
E2.3	N, %	100	91,38	0	0	0
	P, мкм	3,76×1,9	5,59×2,9	–	–	–
E2.4	N, %	100	113,51	128,83	104,5	94,59
	P, мкм	5,17×2,75	6,82×3,5	6,86×3,05	5,7×3,04	5,35×2,07
E3.1	N, %	100	90,28	113,89	94,44	76,39
	P, мкм	4,55×2,77	6,14×3,08	7×3,05	4,83×2,34	6,31×2,08
P1	N, %	100	109,87	97,44	52	0
	P, мкм	3,85	3,64	3,54	2,47	–
P3	N, %	100	106,67	91,9	53,75	0
	P, мкм	4,24	3,58	3,63	2,59	–
<i>S. cerevisiae</i>	N, %	100	122,03	68,36	80,23	0
	P, мкм	5,04×3,32	5,57×3,1	4,85×3,06	4,87×2,99	–
<i>C. utilis</i>	N, %	100	61,68	41,59	0	0
	P, мкм	5,2×3,25	5,19×2,95	3,47×2,36	–	–

Примечание – N – выживаемость культур, P – размер клеток, «–» – отсутствие роста. У клеток овальной формы размер обозначается двумя числами – длиной и шириной, у клеток округлой формы – одним числом (диаметр). Контроли взяты из коллекции кафедры микробиологии.

Результаты опыта выявили различную реакцию разных по источнику выделения штаммов дрожжей на осмотическое давление. Так, наибольшая устойчивость к осмотическому стрессу (10 % NaCl в среде) была выявлена у дрожжей, выделенных из плодов ягод зеленого и красного винограда (E2.4 и E3.1). Менее устойчивыми, но сохранившими хорошие показатели выживаемости при 7,5 % NaCl в среде были выделенные из плодов черного винограда (Д7), штаммы из эпифитной почвы (P1 и P3) и *S. cerevisiae*. Самыми чувствительными к повышению осмотического давления в среде были определены дрожжи из плодов черного (K3) и красного винограда (E2.3).

Выводы. На основе полученных результатов дрожжевые культуры Е2.4 (из плодов красного винограда) и Е3.1 (из плодов зеленого винограда) продемонстрировали наибольшую устойчивость к осмотическому стрессу. Дрожжи, выделенные из плодов красного, черного и зеленого винограда, характеризовались сохранением высоких показателей выживаемости в условиях осмотического стресса. Дополнительно выявлено влияние и на размер клеток исследуемых культур.

Согласно результатам, эпифитные дрожжи (Р1 и Р3) имели наибольший температурный диапазон роста, сохраняя рост в диапазоне температур от 10 до 37 °С. В дополнение к этому дрожжи сохраняли жизнеспособность при увеличении осмотического давления в среде до достижения концентрации соли в среде 7,5 %.

К значимым результатам можно отнести выявление штаммов, имеющих более широкий температурный диапазон роста и устойчивость к осмотическому стрессу выше, чем у самого изученного представителя дрожжевых культур *S. cerevisiae*.

Полученные результаты позволяют судить о том, что представленные дрожжевые культуры способны приспосабливаться к влиянию стрессовых факторов как на уровне клеток, так и на уровне популяции в целом.

Исследование ответных реакций биотехнологически значимых дрожжей на стрессовые условия послужат основой для дальнейшей оптимизации условий культивирования, направленных на повышение их жизнеспособности в условиях стресса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабьева, И. П. Методы выделения и идентификации дрожжей / И. П. Бабьева, В. И. Голубев. – М. : Пищевая пром-сть, 1979. – 120 с.
2. Дрожжи в современной биотехнологии / Т. Е. Банницына, А. В. Канарский, А. В. Щербаков [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 1. – С. 24–29.
3. Кузнецова, Д. А. Влияние стрессовых факторов на эпифитные дрожжевые культуры / Д. А. Кузнецова, Е. А. Грибанова // Экологическая культура и охрана окружающей среды: IV Дорофеевские чтения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 29 нояб. 2024 г. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 240–242.
4. Экологическая микробиология : учеб.-метод. пособие / М. И. Чернявская, А. В. Сидоренко, С. Г. Голенченко [и др.]. – Минск : БГУ, 2016. – 63 с.

К содержанию

Д. О. КУНДА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НАЗЕМНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ЭКОСИСТЕМ Д. ПРИБОРОВО И ЕЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ

Актуальность. Жесткокрылые – один из самых многочисленных и разнообразных отрядов насекомых. Они играют важную роль в экосистемах, выполняя самые разнообразные функции: опылителей, разлагателей органических веществ, хищников и добычи для других животных. Изучение видового состава, распространения и экологических особенностей жесткокрылых позволяет оценить состояние экосистем и биоразнообразие, а также выявить редкие и исчезающие виды, нуждающиеся в охране [2]. Видовой состав и особенности пространственного распределения жесткокрылых малых населенных пунктов на данный момент изучены недостаточно, поэтому данная тема является актуальной [3].

Цель – изучение видового состава и особенностей распространения наземных жесткокрылых экосистем малых населенных пунктов и их окрестностей на примере д. Приборowo.

Материалы и методы. Отлов особей производился методом ручного сбора (сачок), собранные особи монтировались в коллекцию после предварительной фиксации, затем осуществлялось определение их принадлежности к тем или иным видам и семействам [4]. При этом использовали специализированные определители видов [5; 6]. Характеристика мест сбора жесткокрылых:

- 1) луг – луговое сообщество (место сбора № 1);
- 2) лес «Хвоинка» – лесные (сосняк, смешанный лес) и луговые сообщества (место сбора № 2);
- 3) огород – агроценоз (место сбора № 3).

Результаты исследования. В д. Приборowo всего нами был обнаружен 21 вид наземных жесткокрылых с различным количеством особей, принадлежащих 11 различным семействам (таблица).

Наиболее многочисленными видами в месте сбора № 1 являлись следующие: *Chrysomela populi*, *Anomala dubia*, *Rhagonycha fulva*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Aromia moschata*, *Chlorophorus varius*, *Protaetia marmorata* (Красная книга Республики Беларусь).

Наиболее массовыми видами в месте сбора № 2 являлись *Chrysomela populi*, *Geotrupes stercorarius*, *Agelastica alni*. Единичными особями были представлены *Amara aenea*, *Aromia moschata*, *Trichodes apiarius*.

Таблица – Распределение видового разнообразия наземных жесткокрылых

Видовой состав	Количество особей, шт.			
	Всего	Луг	Лес	Огород
1	2	3	4	5
Сем. Cerambycidae				
<i>Aromia moschata</i> (Linnaeus, 1758) (Усач мускусный)	9	1	3	5
<i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus, 1758) (Усач-кожевник)	1	–	–	1
<i>Hylotrupes bajulus</i> (Linnaeus, 1758) (Усач домовый)	1	–	–	1
<i>Chlorophorus varius</i> (Müller, 1766) (Усач именчивый)	1	1	–	–
<i>Strangalia attenuate</i> (Linnaeus, 1758) (Незатейливая странгалия)	2	–	–	2
Сем. Oedemeridae				
<i>Chrysanthia geniculata</i> (Schmidt, 1844)	1	–	–	1
Сем. Carabidae				
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774) (Тускляк бронзовый)	2	–	2	–
Сем. Lucanidae				
<i>Dorcus parallelipedus</i> (Linnaeus, 1758) (Оленек обыкновенный)	7	–	7	–
Сем. Geotrupidae				
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Latreille, 1802) (Навозник обыкновенный)	11	–	11	–
Сем. Scarabaeidae				
<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1758) (Бронзовка золотистая)	3	3	–	–
<i>Anomala dubia</i> (Scopoli, 1763) (Хрущик полевой)	14	6	8	–
<i>Protaetia marmorata</i> (Herbst, 1786) (Бронзовка мраморная) КК РБ	1	1	–	–
Сем. Mordellidae				
<i>Variimorda villosa</i> (Schrank, 1781) (Шипоноска мохнатая)	1	–	–	1
Сем. Coccinellidae				
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) (Гармония изменчивая)	10	3	4	3
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758) (Коровка семиточечная)	18	5	6	7
Сем. Cantharidae				
<i>Rhagonycha fulva</i> (Scopoli, 1763) (Рыжая мягкотелка)	22	6	8	8
Сем. Cleridae				
<i>Trichodes apiarius</i> (Linnaeus, 1758) (Пестряк пчелиный)	9	6	3	–

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Сем. Chrysomelidae				
<i>Agelastica alni</i> (Linnaeus, 1758) (Листоед ольховый)	11	2	9	–
<i>Chrysolina herbacea</i> (Duftschmid, 1825) (Листоед зеленый мятный)	6	5	–	1
<i>Chrysomela populi</i> (Linnaeus, 1758) (Листоед краснокрылый тополевый)	30	9	15	6
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824) (Колорадский жук)	34	–	–	34
Итого видов	21	12	11	12

Наиболее многочисленными в месте сбора № 3 были следующие виды: *Leptinotarsa decemlineata*, *Rhagoxycha fulva*, *Coccinella septempunctata*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Prionus coriarius*, *Hylotrupes bajulus*, *Chrysanthia geniculata*.

Заключение. Таким образом, в биотопах д. Приборово нами был обнаружен 21 вид наземных жесткокрылых, относящихся к 11 различным семействам. Также обнаружен один вид (*Protaetia marmorata*), включенный в последнее издание Красной книги Республики Беларусь. Необходимо продолжать исследования видового состава этой группы насекомых с целью сохранения разнообразия представителей данного таксона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии : сб. ст. / Ин-т зоологии АН БССР, Белорус. отд-ние Всесоюз. энтомол. о-ва ; ред. И. К. Лопатин, Э. И. Хотько. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 262 с.
2. Лебедева, Н. В. Биологическое разнообразие : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Н. В. Лебедева, Н. Н. Дроздов, Д. А. Кривоуцкий. – М. : ВЛАДОС, 2004. – 432 с.
3. Солодовников, И. А. Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Белорусского Поозерья и Республики Беларусь. Ч. 6 // Веснік ВДУ імя П. М. Машэрава. – 2016. – № 4 (93). – С. 53–67.
4. Денисова, С. И. Полевая практика по экологии / С. И. Денисова. – Минск : Университетское, 1999. – 119 с.
5. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О. Р. Александрович, И. К. Лопатин, А. Д. Писаненко [и др.] ; Фонд фундам. исслед. Респ. Беларусь. – Минск, 1996. – 103 с.
6. Хотько, Э. И. Определитель жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) / Э. И. Хотько. – Минск : Наука и техника, 1978. – 85 с.

К содержанию

И. М. КУХАРЕНКО

Пинск, ПолесГУ

Научный руководитель – Н. В. Водчиц, зав. ОЛ «ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве»

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОМАШНЕГО ПИВА С ДОБАВЛЕНИЕМ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОКА ЯГОД

Актуальность. В последние годы наблюдается рост интереса к крафтовому пивоварению и экспериментам с добавками натуральных ингредиентов. Использование ягодных соков позволяет расширить вкусовую палитру напитка и создать уникальные органолептические свойства.

Цель – изучить влияние добавления концентрированных соков черники и голубики на органолептические свойства домашнего нефилтрованного пива.

Материалы и методы. В исследовании использовались три варианта пива: базовое (без добавок), с добавлением концентрированного черничного и голубичного сока, которые были получены методом выпаривания.

Дегустационная оценка проводилась на основе пяти параметров. Также была зафиксирована итоговая крепость каждого варианта.

Выводы. Базовое пиво имеет светло-желтый цвет, интенсивный хмелевой с умеренной горечью вкус без сладости, выраженный хмельной аромат, среднюю плотность и газированность. В слабоалкогольном напитке послевкусие долгое, хмелевое, содержание алкоголя – 5,3 %.

Черничное пиво – темно-бордового цвета, со сладковатым ароматом, пена практически отсутствует. Напиток напоминает игристое вино, с легким пивным оттенком. Концентрированный черничный сок делает напиток более кислым и снижает его газированность, увеличивая при этом содержание алкоголя – 5,9 %.

Голубичное пиво – слегка мутноватое, темно-розового цвета, пена невысокая. Имеет сбалансированно кисло-сладкий вкус с умеренной горечью. Концентрированный голубичный сок способствует выравниванию вкуса, делает его более сбалансированным и улучшает послевкусие. Плотность – мягкая, газированность – средняя. Содержание алкоголя – 6,2 %.

Рост содержания алкоголя в вариантах с ягодами обусловлен наличием дополнительных сахаров, которые продолжили ферментацию.

К содержанию

А. А. ЛАЙКОВА

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ГНЕЗДОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ ЛАСТОЧКИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГРОДНО

Актуальность. Изучение адаптаций птиц к урбанизированной среде помогает понять механизмы выживания видов в условиях антропогенного воздействия. Во многих городах Европы наблюдается снижение численности городских ласточек из-за разрушения гнездовий, применения химикатов и изменения климата. Мониторинг состояния популяции в г. Гродно позволит вовремя принять меры по ее сохранению.

Цель – изучение особенностей распространения и гнездования городской ласточки (*Delichon urbica*) на территории г. Гродно.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили летом и осенью 2024 г. на территории г. Гродно на пяти учетных площадках. Использовался маршрутный метод учета птиц.

Выводы. В г. Гродно городская ласточка (*Delichon urbica*) встречается повсеместно, демонстрируя высокую пластичность в выборе мест гнездования. Гнезда обычно располагаются снаружи каменных, кирпичных зданий на стене под основанием крыши, различными навесами – карнизами оконных ниш, дверными косяками.

Исследования проводили на пяти учетных площадках: УП1 – новая многоэтажная застройка микрорайона Девятовка, УП2 – старая многоэтажная застройка на ул. Пушкина, УП3 – старая застройка на ул. Ожешко, УП4 – старая малоэтажная застройка на ул. Пролетарской и УП5 – зеленая зона (Коложский парк). Всего выявлено 33 гнезда. На УП1 – 16 гнезд, на УП2 – 9 гнезд, на УП4 – 8 гнезд. На УП3 и УП5 мест гнездования городских ласточек не было выявлено.

Нами проводился анализ расположения гнезд городской ласточки по трем критериям: высота расположения, место локализации гнезд, количество плоскостей прикрепления. По высоте расположения 57,5 % гнезд находятся на высоте 10–15 м над землей; 30,3 % гнезд – 5–10 м и 12,2 % – 15–20 м. Места локализации гнезд: в нише окон – 18,2 %; под выступающей частью архитектуры – 72,7 %; под крышей – 9,1 %. Чаще всего гнезда имеют одну (45,5 %) либо две (36,3 %) плоскости прикрепления, гораздо реже три плоскости прикрепления – 18,2 %.

К содержанию

УДК 574.24

К. Р. ЛАКИСОВ

Минск, БГУ

Научный руководитель – Е. А. Грибанова, старший преподаватель

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЙ НА ПСИХРОФИЛЬНЫЕ И МЕЗОФИЛЬНЫЕ ДРОЖЖИ

Актуальность. Изучение влияния стрессовых факторов на рост психрофильных и мезофильных дрожжей является актуальным направлением в микробиологии и биотехнологии, поскольку эти микроорганизмы широко применяются в пищевой, фармацевтической и биотехнологической промышленности. Понимание их адаптации к стрессовым условиям, таким как колебания температуры, изменения рН или осмотических факторов, позволяет оптимизировать производственные процессы, повышать устойчивость штаммов и улучшать качество продукции. Кроме того, исследование стрессовых реакций дрожжей имеет важное значение для экологии, медицины и фундаментальной науки, так как помогает раскрыть механизмы клеточной адаптации и может быть использовано для разработки новых лекарственных препаратов и биотехнологических решений [1].

Цель – изучить влияние стрессовых факторов на рост, метаболическую активность и адаптационные механизмы психрофильных и мезофильных дрожжей, а также выявить особенности их устойчивости к экстремальным условиям для дальнейшего применения в биотехнологических и промышленных процессах.

Материалы и методы. В работе изучали шесть дрожжевых штаммов: три мезофила (*Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodotorula mucilaginosa* и липомицет Т1) из коллекции БГУ и три психрофила (*Rhodotorula glutinis* БИМ У-375, *Solicoccozyma terricola* БИМ У-373, *Sporobolomyces phaffii* БИМ У-371), выделенных из антарктического мелкокозема в 2015–2017 гг.

Определение термоустойчивости. Свежие культуры высевали на агаризованную среду Сабуро и инкубировали при температурах 10 °С, 18 °С, 22 °С, 28 °С, 37 °С и 44 °С в течение 7–10 суток. По завершении инкубации оценивали температурный диапазон роста каждого штамма.

Построение кривых роста. Кривые роста строились двумя методами: нефелометрическим (измерения на спектрофотометре SP-8000, $\lambda = 600$ нм, кювета 1 см, наблюдение в течение 4 суток) и методом подсчёта КОЕ (drop plate: 10-кратные разведения, посев по 5 мкл на среду Сабуро в четырех повторностях, инкубация 7 суток при оптимальной температуре).

Определение пределов осмотолерантности. Использовали среду Сабуро с NaCl (0–10 %). Методом предельных разведений получали изолированные колонии (посев по Коху). Контроль – среда без NaCl.

Определение устойчивости к УФ-излучению. Культуры в стационарной фазе разводили и высевали по Коху для получения изолированных колоний. Облучали УФ (253,7 нм, 30 см) в течение 0–5 минут, инкубировали 7 суток, затем оценивали количество колоний, их морфологию и выживаемость. Проводили сравнительный анализ психрофильных и мезофильных культур.

Результаты и обсуждение. Построение кривых роста позволило выявить временные рамки роста культур.

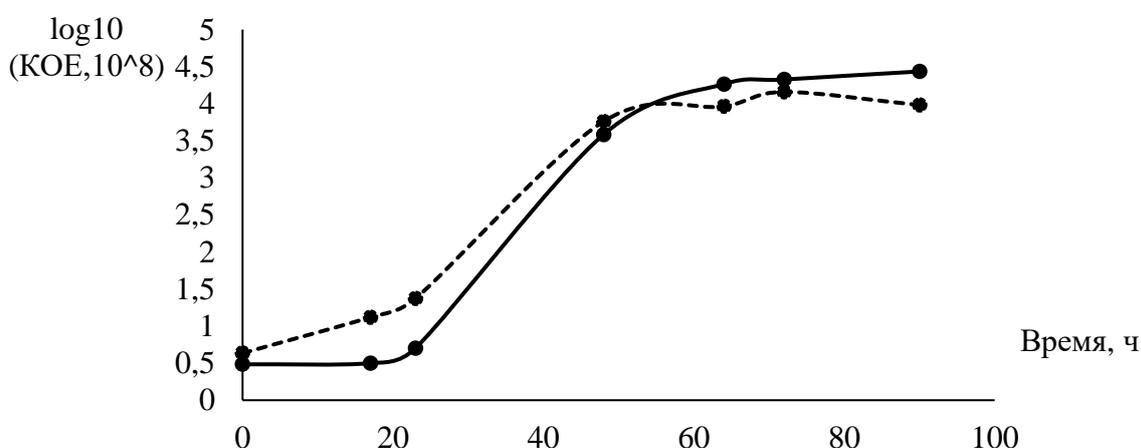


Рисунок 1 – Кривые роста на примере культуры *Rh. mucilaginosa* (выделена пунктиром) и *Rh. glutinis* БИМ Y-375 (выделена сплошной)

На рисунке 1 представлены *Rh. mucilaginosa* и *Rh. glutinis* БИМ Y-375, в их фазах роста значительной разницы не наблюдается. Психрофилы (*S. terricola* БИМ Y-373, *Sp. phaffii* БИМ Y-371) имеют удлиненную лог-фазу (до 60–66 ч) и стабильную стационарную фазу (до 90 ч). Т1 имеет такую же длинную лог-фазу (до 65 ч) и короткий стационар (до 80 ч). *S. cerevisiae* отличается короткой лог-фазой (до 21 ч) и длинным стационаром (до 75 ч).

Исследование выявило температурные предпочтения культур: психротрофы *Rh. glutinis* БИМ Y-375 (10–28 °С), *S. terricola* и *Sp. phaffii* (10–22° С) с оптимумом 18° С, тогда как мезофилы Т1, *S. cerevisiae* и *Rh. mucilaginosa* росли при 10–44 °С с оптимумом 28 °С (рисунок 2).

Эти данные подтвердили, что мезофильные дрожжи обладают более широким температурным диапазоном роста по сравнению с психрофильными.

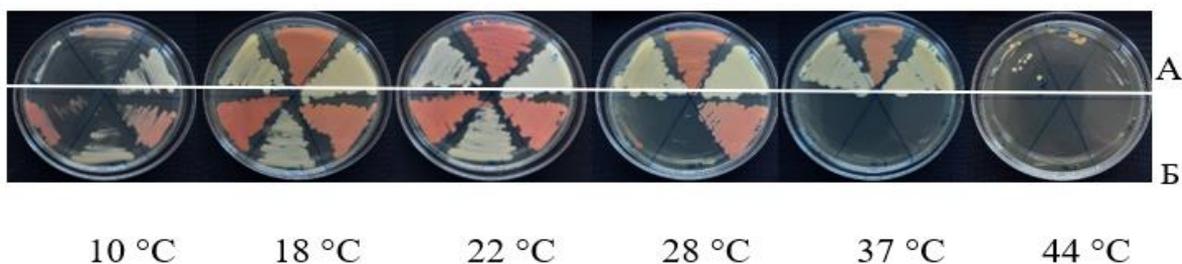


Рисунок 2 – Температурный диапазон роста культур дрожжей:
 А – мезофильные дрожжи, Б – психрофильные дрожжи

Определение пределов осмотолерантности. В ходе исследования культуры дрожжей выращивали с различными концентрациями NaCl (0 %, 2,5 %, 5 %, 7,5 %, 10 %). Микроскопирование колоний выявило различные стратегии адаптации к осмотическому стрессу (таблица).

Таблица – Результаты измерения диаметра дрожжевых клеток в зависимости от концентрации NaCl в питательной среде

Культуры	Содержание NaCl, (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
<i>Rh. glutinis</i> БИМ Y-375	5,22	4,67	5,56	6	–
<i>S. Terricola</i> БИМ Y-373	7,8	6,7	5,12	–	–
<i>Sp. phaffii</i> БИМ Y-371	7,6	6,7	6,9	6,85	–
<i>S. cerevisiae</i>	7,32	9,7	10,9	8,15	–
<i>Rh. mucilaginosa</i>	5,4	4,7	4,75	4,95	3,97
T1	3	3,2	2,9	2,9	3,9

Примечание – Измерения диаметров клеток представлены в мкм, «–» – отсутствие роста культур дрожжей.

Психрофильные дрожжи продемонстрировали различную осмотолерантность: *Rh. glutinis* БИМ Y-375 показал колебания диаметра клеток (89,5 % при 2,5 % NaCl и 114,9 % при 7,5 %), *Sp. phaffii* БИМ Y-371 сохранял стабильный размер (90–95 %), тогда как *S. terricola* БИМ Y-373 теряла устойчивость при 7,5 % NaCl. Среди мезофилов *S. cerevisiae* проявляла наибольшую адаптацию (увеличение диаметра до 148,9 % при 5 % NaCl), *Rh. mucilaginosa* демонстрировала умеренную устойчивость (снижение до 73,5 % при 10 % NaCl), а культура T1 показала аномальный рост (130 % при 10 % NaCl). Наблюдалась потеря пигмента у *Sp. phaffii* и *Rh. mucilaginosa* при повышении солёности, что свидетельствует об изменении метаболизма в условиях осмотического стресса.

Результаты указывают на большую устойчивость психрофильных штаммов (кроме *S. terricola*) по сравнению с мезофильными, за исключением *S. cerevisiae*, при этом общими адаптационными механизмами являлись изменение клеточного размера и вероятное накопление осмолитов.

Устойчивость к УФ-излучению. Облучение культур дрожжей проводили после достижения ими стационарной фазы роста с использованием разведения, обеспечивающего получения изолированных колоний. Облучение проводили в течение 1–5 минут. Результаты роста выявили снижение числа колоний у всех культур, но с разной степенью устойчивости (рисунок 3 (для мезофильных культур), рисунок 4 (для психрофильных культур)).

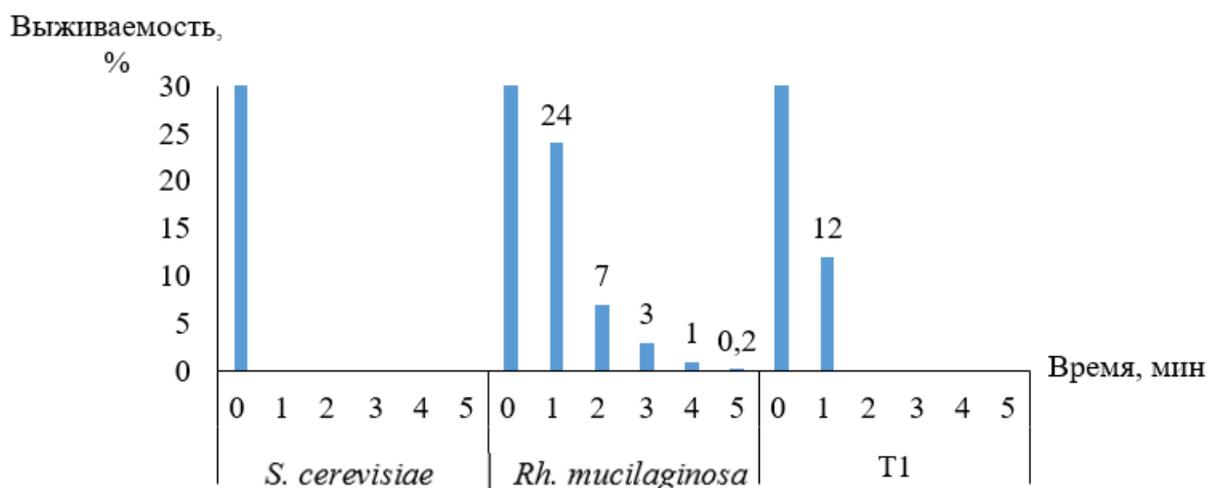


Рисунок 3 – График зависимости выживаемости от времени излучения УФ (мезофильные культуры)

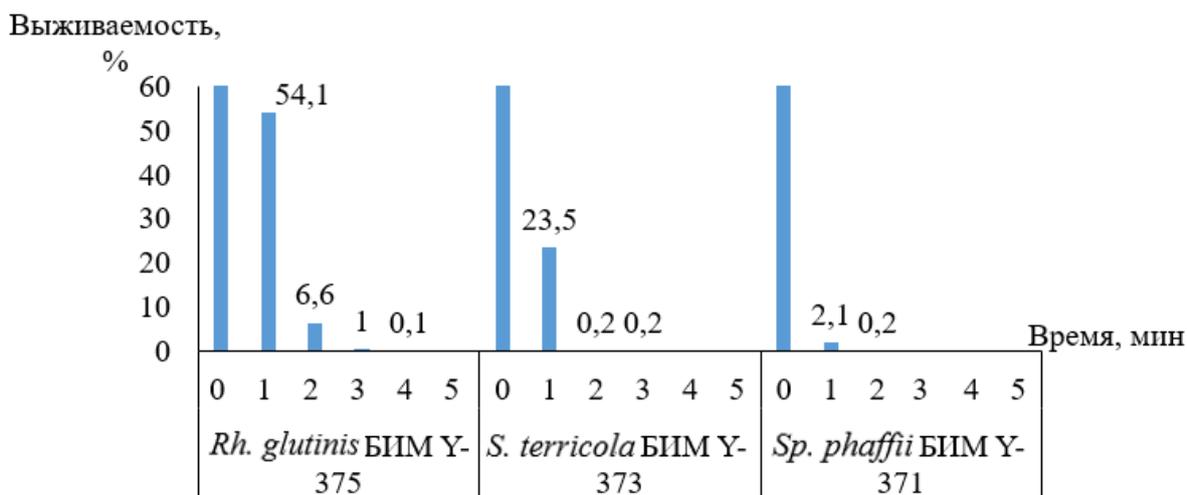


Рисунок 4 – График зависимости выживаемости от времени излучения УФ (психрофильные культуры)

Психрофильные штаммы *Rh. glutinis* БИМ У-375 (сохранял 0,1 % жизнеспособности после 4 минут облучения), *S. terricola* БИМ У-373 и *Sp. phaffii* БИМ У-371 продемонстрировали значительно более высокую устойчивость к УФ-излучению по сравнению с мезофильными культурами *S. cerevisiae* и Т1, которые полностью погибали уже через 1–2 минуты воздействия. Интересно, что среди мезофилов выделялась *Rh. mucilaginosa*, показавшая высокую резистентность (0,2 % выживших колоний после 5 минут облучения), что может быть связано с наличием защитных пигментов в ее клеточной стенке. *Rh. glutinis* БИМ У-375 проявлял временное увеличение диаметра клеток до 101,8 % после одной минуты облучения с последующим снижением до 87,8 % к 3 минутам. В то же время *Rh. mucilaginosa* демонстрировала устойчивый рост клеточного диаметра до 91,9 % даже после 5 минут экспозиции. Напротив, *S. cerevisiae* и Т1 быстро теряли клеточную целостность, что подтверждает их низкую устойчивость. Дополнительно было отмечено постепенное побледнение пигмента у *Rh. glutinis* БИМ У-375, *Sp. phaffii* БИМ У-371 и *Rh. mucilaginosa* по мере увеличения времени облучения, что может отражать изменения в метаболической активности клеток.

Выводы. Комплексные исследования ростовых характеристик, температурных предпочтений и устойчивости дрожжевых культур к стрессовым факторам выявили четкие физиолого-адаптационные различия между психрофильными (*Rh. glutinis* БИМ У-375, *S. terricola* БИМ У-373, *Sp. phaffii* БИМ У-371) и мезофильными штаммами. Психрофилы демонстрировали удлиненную лог-фазу (60–66 ч) и стабильную стационарную фазу (до 90 ч), оптимальный рост при 10–28 °С (оптимум 18 °С), а также повышенную устойчивость к УФ-излучению (*Rh. glutinis* сохранял 0,1 % жизнеспособности после 4 минут) и осмотическому стрессу. В отличие от них мезофилы (Т1, *S. cerevisiae*, *Rh. mucilaginosa*) характеризовались более широким температурным диапазоном (10–44 °С, оптимум 28 °С), схожей лог-фазой (кроме *S. cerevisiae* – до 20–21 ч) и меньшей стрессоустойчивостью, за исключением *Rh. mucilaginosa*, проявившей промежуточные свойства. Полученные данные подтверждают эволюционную адаптацию психрофильных дрожжей к экстремальным условиям и обосновывают их перспективность для биотехнологического применения в условиях низких температур и повышенного стрессового воздействия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bannizina, T. E. Yeasts in modern biotechnology / T. E. Bannizina, A. V. Kanarskii, A. V. Shcherbakov // Journal International Academy of Refrigeration. – 2016. – Т. 15, № 1. – Р. 24–29.

К содержанию

Е. А. ЛЕМАЧКО

Пинск, ПолесГУ

Научный руководитель – А. В. Шашко, канд. с.-х. наук, доцент

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ И БИОДОБАВОК

Актуальность. В современном мире наблюдается устойчивый рост интереса к здоровому питанию и продуктам функционального назначения, обладающим не только пищевой, но и физиологической ценностью. Хлебобулочные изделия, являясь основой рациона питания многих людей, представляют собой перспективную платформу для создания продуктов с улучшенными потребительскими свойствами и повышенной биологической активностью. Однако традиционные методы производства хлеба часто приводят к снижению содержания биологически активных веществ и недостаточному удовлетворению потребностей организма в необходимых нутриентах. Создание на основе хлебобулочных изделий ассортимента функциональных пищевых продуктов с учетом медико-гигиенических требований к продуктам здорового питания будет в определенной мере способствовать коррекции микронутриентного дефицита среди различных групп населения.

Цель – оценка использования нетрадиционного сырья при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения и их влияние на показатели качества.

В соответствии с этой целью были определены этапы исследования: 1) обоснование выбора натуральных обогатителей для хлебобулочных изделий функционального назначения; 2) определение оптимальных дозировок рецептурных компонентов для хлебобулочных изделий функционального назначения; 3) разработка рецептуры хлебобулочного изделия функционального назначения; 4) определение показателей качества хлебобулочных изделий функционального назначения.

Материалы и методы. В работе использованы стандартные физико-химические (определение влажности, массовой доли сахара, массовой доли жира, пористости, кислотности) и микробиологические (определение КМА-ФАнМ, БГКП, патогенных, в том числе *Salmonella*, *S. aureus*, плесневых грибов, бактерий рода *Proteus*) методы исследований показателей качества сырья и готовых изделий. Органолептический анализ проводили, используя 5-балльную оценку с учетом коэффициентов весомости, по следующим

показателям: объем хлеба, цвет корки и мякиша, запах и вкус, структура пористости, эластичность мякиша. Объектами исследования являлись следующие образцы хлеба: хлеб пшеничный «Любительский»; хлеб пшеничный с семенами льна; хлеб пшеничный «Ароматный» постный; хлеб пшеничный «Лесной»; хлеб пшеничный собственного производства; хлеб гречневый; хлеб гречневый собственного производства. В качестве сырья для приготовления образцов пшеничного хлеба было использовано следующее сырье: мука пшеничная высшего сорта, мука гречневая, соль поваренная пищевая, сахар, дрожжи прессованные, вода питьевая, масло растительное дезодорированное, «чернушка».

В качестве обогащающих компонентов были выбраны «Энтерожермина Форте» (Опелла Хелскеа Италия С.Р.Л.); БАД к пище «Ascorvita Max» (Dr. Theiss Naturwaren GmbH); «Максамин Форте» (АНГЛО-ФРЕНЧ ДРАГС ЭНД ИНДАСТРИАЛЗ ЛИМИТЕД); метабиотик нового поколения «Актофлор-С» (ООО «Гротеск»).

Результаты и обсуждение. Анализ органолептических показателей качества хлебобулочных изделий из пшеничной муки свидетельствует о соответствии установленным стандартам. По исследуемым параметрам все образцы соответствуют требованиям СТБ 2160-2011 и находятся в пределах нормы согласно соответствующим рецептурам. При добавлении «Энтерожермина Форте» и «Актофлор-С» было отмечено увеличение объема готового изделия, а также его набухание, увеличение пористости, смягчение коркового слоя, улучшенное склеивание мякиша, что, безусловно, оказывает положительное влияние на органолептические показатели пшеничного хлеба [1]. При добавлении препарата «Максамин Форте» было отмечено изменение в окраске мякиша в сторону желтого цвета, другие параметры остались без изменений.

Анализ физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий из муки пшеничной соответствует нормам тождественных белорусских и российских стандартов.

По показателю массовой доли влажности (%) изделия хлебобулочные из пшеничной муки соответствуют стандартам ГОСТ 21094-2022. Наиболее высокое содержание влажности было отмечено в хлебе «Лесном», оно составило 46 % с использованием препарата «Ascorvita Max» при норме не более 47 % [2]. Было отмечено понижение влажности при увеличении концентрации препаратов «Энтерожермина Форте» и «Актофлор-С» у пшеничного хлеба собственного производства.

Показатель кислотности хлебобулочных изделий из пшеничной муки соответствовал требованиям ГОСТ 5670-96. Наиболее высокая кислотность наблюдалась у хлеба «Лесного» с использованием «Максамин Форте» –

3,9 град, при норме не более 4,0 град, что говорит о возможном закислении готовой продукции [3].

Показатель пористости хлебобулочных изделий из пшеничной муки соответствовал требованиям ГОСТ 5669-96. Высокая пористость была отмечена у хлеба пшеничного собственного производства с использованием препарата «Энтерожермина Форте» – 73,53 %, норма – не менее 67 %, что благоприятно влияет на качество готовой продукции [4].

Параметр массовой доли сахара и жира (%) хлебобулочных изделий, а также массы нетто из пшеничной муки соответствует требованиям ГОСТ 5672-2022 и ГОСТ 5668-2022, СТБ 2160-2011 соответственно, существенных изменений отмечено не было [1; 5].

Анализ микробиологических показателей хлебобулочных изделий из пшеничной муки удовлетворяет требованиям соответствующих стандартов.

КМАФАнМ хлебобулочных изделий из пшеничной муки соответствовал требованиям ГОСТ 10444.15-94. Наиболее высокое содержание было отмечено у хлеба пшеничного собственного производства с добавлением «Энтерожермина Форте», оно составило – $2,5 \cdot 10^2$ КОЕ/г при норме не более $1 \cdot 10^3$ КОЕ/г [6].

Количество плесневых грибов в хлебобулочных изделиях из пшеничной муки, согласно требованиям ГОСТ 10444.12-2013, находилось в пределах нормы. Наибольшее их количество было отмечено у хлеба пшеничного собственного производства с применением «Актофлор-С» – менее $2 \cdot 10^1$ КОЕ/г при норме не более 50 КОЕ/г [7].

БГКП (колиформы), *S. aureus*, патогенные, в том числе *Salmonella*, бактерии рода *Proteus* не обнаружены, что соответствует стандартам ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31746-2012, ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 28560-90 соответственно [8–10].

Анализ органолептических показателей качества хлебобулочных изделий из гречневой муки свидетельствует соответствию установленным стандартам. По описываемым параметрам все исследуемые образцы соответствуют требованиям СТБ 2160-2011 и находятся в пределах нормы согласно соответствующим рецептурам [1]. Отмечено значительное увеличение объема готового изделия при добавлении препаратов «Энтерожермина Форте» и «Актофлор-С», смягчение коркового слоя, понижение пористости и улучшенное склеивание мякиша. При добавлении препарата «Максамин Форте» было отмечено изменение в окраске мякиша в сторону желтого цвета, другие параметры остались без изменений.

Анализ физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий из муки гречневой соответствует нормам тождественных стандартов.

По показателю массовой доли влажности (%) изделия хлебобулочные из гречневой муки соответствуют стандарту ГОСТ 21094-2022. Наиболее

высокое содержание влажности было отмечено в хлебе гречневом. Оно составило 45 % с применением «Максамин Форте» при норме не более 45 %, т. е. результаты соответствуют граничным показателям, что может неблагоприятно сказаться на качестве продукции [2].

Показатель кислотности хлебобулочных изделий из гречневой муки соответствовал требованиям ГОСТ 5670-96. Наиболее высокая кислотность наблюдалась у хлеба гречневого при добавлении «Ascorvita Max» – 3,5 град, норма – не более 3,5 град. Данные находятся на границе показателей, что может неблагоприятно сказаться на качестве готового изделия [3].

Параметр массовой доли сахара и жира (%), а также массы нетто хлебобулочных изделий из гречневой муки соответствует требованиям ГОСТ 5672-2022 и ГОСТ 5668-2022, СТБ 2160-2011 соответственно [1; 5].

Анализ микробиологических показателей хлебобулочных изделий из гречневой муки отвечает требованиям соответствующих стандартов.

КМАФАнМ хлебобулочных изделий из гречневой муки отвечал требованиям ГОСТ 10444.15-94. Наиболее высокое содержание было отмечено у хлеба гречневого собственного производства с применением «Энтерожермина Форте»: оно составило $2,4 \cdot 10^2$ КОЕ/г при норме не более $1 \cdot 10^3$ КОЕ/г [6].

Количество плесневых грибов в хлебобулочных изделиях из гречневой муки, согласно требованиям ГОСТ 10444.12-2013, находилось в пределах нормы. Наиболее высокое число было отмечено у хлеба гречневого собственного производства с применением «Актофлор-С» – менее $1,5 \cdot 10^1$ КОЕ/г при норме не более 50 КОЕ/г [7].

БГКП (колиформы), *S. aureus*, патогенные, в том числе *Salmonella*, бактерии рода *Proteus* не обнаружены, что соответствует стандартам ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31746-2012, ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 28560-90 соответственно [8–10].

Выводы. Таким образом, проведенные нами исследования показали, что обогащенный биодобавками хлеб из пшеничной и гречневой муки является достаточно эффективным средством повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий и рекомендуется для массового потребления людям всех возрастов, а также для питания детей дошкольного и школьного возраста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора проб, методы определения органолептических показателей и массы = Вырабы хлебабулачныя. Правила прыёмкі, метады адбору проб, метады вызначення

арганалептычных паказчыкаў і масы : СТБ 2160-2011. – Введ. 01.01.2012. – Минск : Госстандарт, 2011. – 14 с.

2. Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности : ГОСТ 21094-2022. – Взамен ГОСТ 21094-75 ; введ. 01.07.2023. – М. : Рос. Ин-т стандартизации, 2022. – 12 с.

3. Изделия хлебобулочные. Метод определения кислотности : ГОСТ 5670-96. – Взамен ГОСТ 5670-51, ГОСТ 7128-91 (в части 3.7) ; введ. 01.01.98. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 5 с.

4. Изделия хлебобулочные. Метод определения пористости : ГОСТ 5669-96. – Взамен ГОСТ 5669-51 ; введ. 01.01.98. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 4 с.

5. Хлебобулочные изделия. Метод определения массовой доли жира : ГОСТ 5668-2022. – Введ. 01.07.2023. – М. : Рос. Ин-т стандартизации, 2022. – 10 с.

6. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов : ГОСТ 10444.15-94. – Взамен ГОСТ 10444.15-75 ; введ. 01.01.96. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 8 с.

7. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов : ГОСТ 10444.12-2013. – Взамен ГОСТ 10444.12-88 ; введ. 01.07.2015. – М. : Рос. ин-т стандартизации, 2014. – 10 с.

8. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) : ГОСТ 31747-2012. – Введен 01.07.2014. – М. : Рос. ин-т стандартизации, 2013. – 12 с.

9. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода *Salmonella* : ГОСТ 31659-2012. – Введ. 01.07.2014. – М. : Рос. ин-т стандартизации, 2013. – 14 с.

10. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий родов *Proteus*, *Morganella*, *Providencia* : ГОСТ 28560-90. – Введен 01.01.91. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1991. – 6 с.

К содержанию

А. С. ЛИТВИНА

Пинск, ПолесГУ

Научный руководитель – Т. В. Козлова, д-р с.-х. наук, профессор

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ШПОНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

Актуальность. Производство шпона, как и любое другое промышленное производство, оказывает воздействие на окружающую среду. Важно учитывать экологические аспекты на всех этапах производства на деревообрабатывающих предприятиях.

Цель – определение качественного состава сточных вод и оценка количества загрязняющих веществ в атмосферном воздухе при реализации хозяйственной деятельности деревообрабатывающего предприятия.

Материалы и методы. Использовали методы измерений, устанавливающие количество загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и в сточных водах.

Выводы. В ходе исследования было установлено, что значения рН находились в пределах нормы в течение всего анализируемого периода времени. Максимальным значение данного показателя было в воде, отобранной в цехе изготовления гнуто-клееных деталей – 8,47, а минимальным – в водах хозяйственно-бытового стока – 6,67. Нормой считается значение рН в диапазоне от 6,5 до 9,0. Нормативным значением для показателя «нефтепродукты» является значение, не превышающее 1,2 мг/дм³. Максимальный показатель количества нефтепродуктов был обнаружен в пробе, взятой из стоков цеха по раскрою искусственной кожи (0,365 мг/дм³), а минимальный – в пробах стока хозяйственно-бытовых вод (0,05 мг/дм³). Наибольший показатель количества твердых частиц был отмечен в воздухе участка луцильно-сушильного отдела (25,8 мг/м³), а наименьший – в воздухе окрасочной кабины № 2 (13,3 мг/м³). В ходе исследования было установлено, что скорость газопылевых потоков в исследованных пробах не превышала нормативный показатель в течение всего проанализированного периода времени. Максимальный показатель был отмечен в пробах воздуха окрасочной кабины № 1 (15,650 м/с), а минимальный – в пробах воздуха окрасочной кабины № 2 (15,350 м/с). Таким образом, выбросы предприятия в атмосферный воздух и сточные воды не содержали вещества, количество которых превышало бы нормативные значения, а следовательно, не оказывали негативного воздействия на окружающую среду.

К содержанию

П. А. ЛУКАШИК

Витебск, ВГАВМ

Научный руководитель – Ж. В. Вишневец, канд. вет. наук, доцент

ФИТОСБОР ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Актуальность. На современном этапе развития животноводства и реализации генетического потенциала сельскохозяйственных животных и птицы большую роль играет применение биологически активных веществ для повышения показателей продуктивности, резистентности и нормализации метаболизма в организме.

Цель – разработать состав фитосбора и схему его применения цыплятам-бройлерам, изучив влияние на морфологические показатели крови и гуморальные факторы естественной резистентности.

Материалы и методы. Сформировали две группы цыплят-бройлеров в возрасте 21 день по 12 голов в каждой: первая группа – контрольная (препарат не получали), вторая группа – опытная (получали настой сбора лекарственных растений в дозе 1 мл на голову в течение 21-го дня в форме настоя 1:10).

Выводы. Составили сбор из следующих лекарственных растений: трава полыни горькой, листья одуванчика лекарственного, листья крапивы двудомной, трава тысячелистника обыкновенного, трава зверобоя продырявленного, семена укропа, трава таволги вязолистной.

Анализируя результаты исследования крови, мы отметили, что уровень гемоглобина у цыплят второй опытной группы через 7 дней употребления настоя фитосбора был выше на 9,4 % ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной группой и составил $89,5 \pm 0,45$ г/л. Количество лейкоцитов в крови цыплят второй опытной группы через 7 дней получения лекарственного средства было достоверно выше по сравнению с контролем на 22,7 % ($P < 0,05$). Важно отметить, что уровень лейкоцитов в крови птицы оставался в пределах нормы для данной возрастной группы. Настой лекарственных растений в течение 7 дней привел к повышению БАСК на 5,5 %, но без достоверных различий, а в течение 21 дня – уже вызвал достоверную разницу по отношению к контролю на 14 % ($P < 0,05$). Показатели ЛАСК в течение всего периода выпаивания настоя фитосбора у птицы наблюдали более высокими по сравнению с контролем в среднем на 8–16 %, хотя и без достоверных различий. В целом изученный сбор лекарственных растений оказал стимулирующее влияние на гуморальные факторы естественной резистентности и лейкопоз.

К содержанию

М. В. ЛЯХ

Минск, БГУ

Научный руководитель – Е. А. Грибанова, старший преподаватель

БИОСУРФАКТАНТЫ ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ ДРОЖЖЕЙ ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ: СКРИНИНГ И ХАРАКТЕРИСТИКА

Актуальность. Дрожжи, изолированные из экстремальных условий Восточной Антарктиды, представляют особую ценность благодаря их адаптации к низким температурам и другим стрессовым факторам [2]. Такие микроорганизмы потенциально способны синтезировать биосурфактанты с уникальными свойствами, которые могут сохранять активность в условиях холода, что открывает перспективы для их использования в низкотемпературных биотехнологических процессах, включая очистку загрязненных почв и вод в полярных регионах, производство биоразлагаемых моющих средств, а также в фармацевтике и косметике [1].

Актуальность данного исследования обусловлена возрастающим интересом к биосурфактантам как экологически безопасной альтернативе химическим поверхностно-активным веществам (далее – ПАВ), широко применяемым в промышленности, сельском хозяйстве и экобиотехнологиях [4]. Кроме того, изучение антарктических дрожжей расширяет знания о биоразнообразии и адаптационных механизмах микроорганизмов в криоэкосистемах [3].

Цель – выявление и изучение штаммов психротолерантных дрожжей Восточной Антарктиды, способных к синтезу биосурфактантов с высокой активностью в условиях низких температур.

Материалы и методы. В работе отражены результаты изучения 21 штамма психротолерантных дрожжей, изолированных из проб поверхностных отложений (мелкозёма) Восточной Антарктиды в период проведения белорусских антарктических экспедиций 2015–2017 гг.

Определение термотолерантности. Культуры инкубировали на агаризованной среде Сабуро при температурах 10 °С, 18 °С, 22 °С, 28 °С, 37 °С и 44 °С в течение 5–7 суток. Температурный диапазон роста определяли по интенсивности роста культур.

Гемолитический тест. 100 мкл культуральной жидкости наносили на поверхность кровяного агара (HIMEDIA) с последующей инкубацией при 37 °С в течение 24–48 часов. Наличие гемолиза определяли по образованию зон просветления вокруг колоний.

СТАВ-тест. Культуры высевали на специальный агар (0,15 г/л СТАВ, 0,005 г/л метиленового синего, 2 % агар-агар). После 7-дневной инкубации отмечали образование тёмно-синих зон, свидетельствующих о синтезе анионных биосурфактантов.

Тест на растекание масла. 20 мкл культуральной жидкости наносили на поверхность масляного слоя. Вытеснение масла указывало на наличие поверхностно-активных веществ.

Определение индекса эмульгирования (EI). Проводили смешивание культуральной жидкости с гидрофобным агентом (1:1) с последующим энергичным встряхиванием в течение 2 минут. После 24-й стабилизации измеряли высоту эмульсионного слоя для расчёта индекса эмульгирования.

Антимикробная активность. Активность биоПАВ оценивали в отношении тестовых штаммов (*Pectobacterium carotovorum*, D3310, jn42, j289, *Staphylococcus saprophyticus*, *Sarcina lutea*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*) методом лунковой диффузии на среде ПДА. Ингибирующий эффект определяли по зонам задержки роста тестовых культур после 24–48 часов инкубации при 28 °С.

Исследование динамики биосинтеза сурфактантов в зависимости от фазы роста культур. Для изучения динамики биосинтеза сурфактантов проводили поэтапное культивирование дрожжевых культур. Первичное накопление биомассы осуществляли в 10–15 мл среды ВРМ с 1 % глицерина в течение 3–4 суток, после чего 1 мл выросшей культуры переносили в 30 мл свежей питательной среды аналогичного состава, устанавливая начальную оптическую плотность (ОП600) на уровне 0,1–0,2 А. Культивирование проводили в течение 5–7 суток с регулярным мониторингом параметров роста (методом drop plate) и биосинтетической активности.

Результаты и обсуждение. В рамках выполнения поставленных задач был проведен первичный скрининг психротолерантных дрожжевых культур Восточной Антарктиды на способность к продукции биологических поверхностно-активных веществ (биоПАВ). Из 21 исследуемого штамма дрожжей, культивируемого на среде ВРМ с глицерином в качестве единственного источника углерода, эмульгирующая активность была обнаружена у 14 культур. Наибольшие значения индекса эмульгирования продемонстрировали штаммы *Leucosporidium fragarium* БИМ Y-363 (EI = 45 %), *Leucosporidium* sp. БИМ Y-364 (EI = 45 %), *Leucosporidium* sp. БИМ Y-377 (EI = 42,5 %), *Cystobasidium ritchiei* БИМ Y-368 (EI = 47,5 %) и *Sporobolomyces phaffii* БИМ Y-372 (EI = 47,5 %), которые были отобраны для дальнейших исследований как наиболее перспективные продуценты биоПАВ.

Температурные исследования показали, что среди изученных микроорганизмов отсутствуют строгие психрофилы (криофилы), способные расти исключительно при низких температурах (≤ 10 °С). Все штаммы проявляли

способность к росту в широком температурном диапазоне от 10 °С до 37 °С с оптимальными показателями при 18–22 °С.

Изучение влияния источника углерода на биосинтез биоПАВ проводили с использованием глицерина, глюкозы, подсолнечного масла, а также натурального и синтетического моторных масел. Максимальная продукция ПАВ наблюдалась при культивировании на глицерине и глюкозе, где значения индекса эмульгирования варьировали от 32,5 до 45 %. Тест на вытеснение масла подтвердил активность биоПАВ в отношении гидрофобных соединений: у отобранных штаммов (*L. fragarium* БИМ У-363, *Leucosporidium* sp. БИМ У-364, *Leucosporidium* sp. БИМ У-377, *C. ritchiei* БИМ У-368, *Sp. phaffii* БИМ У-372) отмечалось вытеснение масляного слоя: от 2 мм в диаметре у культур *L. fragarium* БИМ У-363, *Leucosporidium* sp. БИМ У-364 и *Sp. phaffii* БИМ У-372 до 9 мм у *C. ritchiei* БИМ У-368.

Гемолитическая активность была обнаружена только у штамма *Moesziomyces parantarcticus* БИМ У-380 (который ввиду низких показателей эмульгирующей активности в дальнейших исследованиях не участвовал), причем исключительно при непосредственном росте культуры на кровяном агаре в течение 5 суток. Отрицательные результаты СТАВ-теста свидетельствовали об отсутствии продукции анионных биосурфактантов у исследуемых культур.

В тестах на антимикробную активность наибольший ингибирующий эффект проявляли биоПАВ штаммов *Leucosporidium* sp. БИМ У-364 и *Sp. phaffii* БИМ У-372, выращенных на глюкозе, с диаметрами зон задержки роста 5,7 мм и 6 мм соответственно. Интересно, что штамм *Leucosporidium* sp. БИМ У-377 дополнительно проявлял стимулирующее действие на рост культуры *S. marcescens*, что указывает на специфичность действия продуцируемых им биологически активных соединений.

Сопоставление полученных данных о кинетике роста (по изменению оптической плотности и количеству клеток) с динамикой изменения индекса эмульгирования позволило установить зависимость между фазой роста культуры и продукцией поверхностно-активных веществ.

Согласно полученным результатам, в период экспоненциального роста дрожжей (от 5–8 до 40–45 часов) культуры постепенно переходили к синтезу и накоплению биоПАВ, о чем свидетельствовали увеличивающиеся со временем показатели эмульгирующей активности.

При достижении стационарной фазы роста (после 2 суток культивирования) дрожжи были способны образовывать максимальное количество поверхностно-активных веществ. На рисунке 1 представлен пример зависимости кинетики роста и синтеза биоПАВ штамма *Sp. phaffii* БИМ У-372.

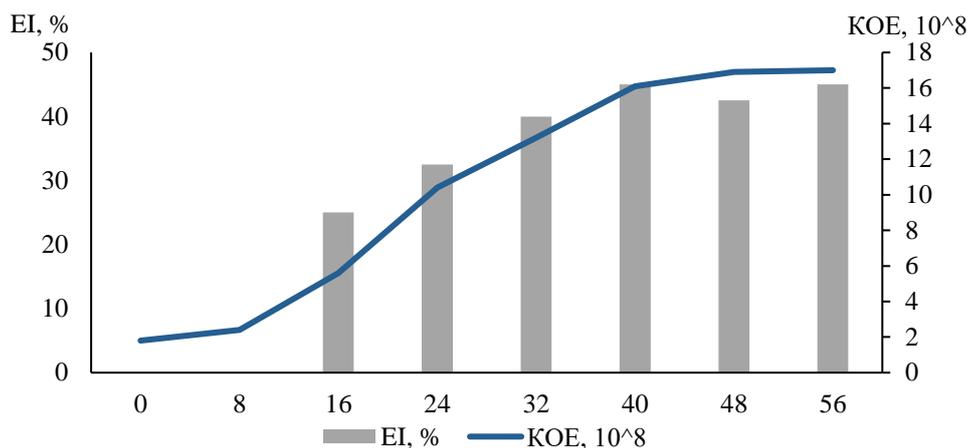


Рисунок 1 – Сопоставление кинетики роста с динамикой изменения индекса эмульгирования во времени для культуры *Sp. phaffii* БИМ Y-372

Схожие результаты и зависимости были определены для всех исследуемых психротолерантных культур дрожжей Восточной Антарктиды.

При сопоставлении результатов определения индекса эмульгирования и концентрации клеток в исследуемой питательной среде (рисунок 2) не было выявлено прямой зависимости количества клеток и продукции биоПАВ, что предположительно может свидетельствовать о синтезе внеклеточных ПАВ. Для подтверждения необходимы дополнительные исследования.

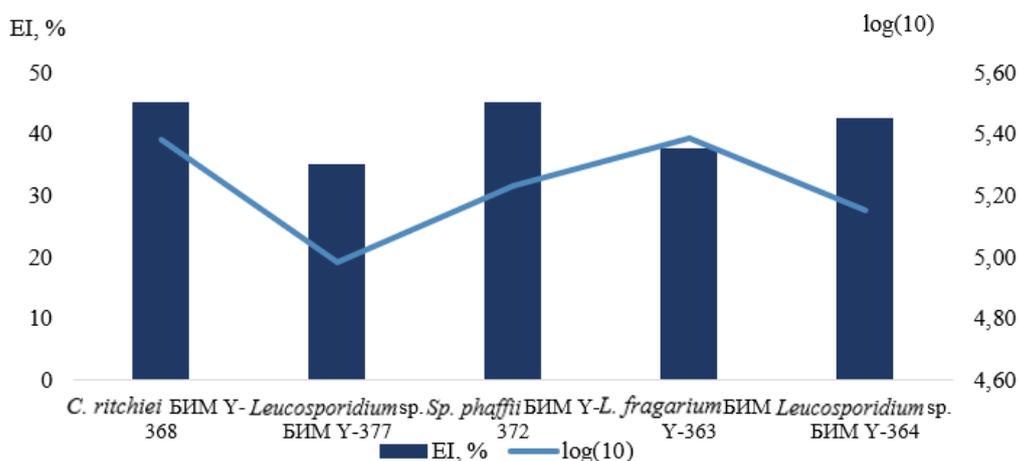


Рисунок 2 – Результаты определения индекса эмульгирования у культур в стационарной фазе роста (56 часов)

Выводы. Проведенные исследования выявили, что значительная часть изученных антарктических дрожжевых штаммов (14 из 21) обладали способностью к синтезу биологических поверхностно-активных веществ.

При этом среди исследуемых микроорганизмов не было обнаружено строгих психрофилов: все культуры проявляли свойства психротрофов, демонстрируя рост в широком температурном диапазоне от 10 до 37 °С. Для большинства штаммов оптимальные температурные условия роста находились в пределах 18–22 °С.

Исследования показали, что синтез биосурфактантов дрожжевыми культурами существенно зависит от используемого источника углерода. Наибольшая продуктивность наблюдалась при культивировании на глицерине и глюкозе, что свидетельствует о важности выбора и оптимизации питательной среды для наибольшего выхода целевых метаболитов.

Особую ценность представляют выявленные разновидности биологически активных продуцируемых соединений. Помимо своих основных поверхностно-активных свойств, биосурфактанты психротолерантных дрожжей демонстрировали выраженное антимикробное действие, а в случае отдельных штаммов – даже способность стимулировать рост тестовых бактериальных культур. Это открывает перспективы для применения этих веществ не только в качестве экологически безопасных детергентов, но и как многофункциональных биологически активных агентов в различных отраслях биотехнологии.

Таким образом, психротолерантные дрожжи, особенно их представители, выделенные из экстремальных местообитаний, представляют собой перспективную базовую платформу для разработки новых биотехнологических решений в области производства определенных биосурфактантов с заданными необходимыми свойствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Biosurfactants: the green generation of speciality chemicals and potential production using Solid-State fermentation (SSF) technology / I. M. Banat, Q. Carboué, G. Saucedo-Castañeda, J. de Jesús Cázares-Marinero // *Bioresource Technology*. – 2021. – Vol. 320. – P. 124222.

2. Psychrophilic yeasts: insights into their adaptability to extremely cold environments / H. Liu, G. Zheng, Z. Chen [et al.] // *Genes (Basel)*. – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 158.

3. Psychrophilic yeasts from worldwide glacial habitats: diversity, adaptation strategies and biotechnological potential / P. Buzzini, E. Branda, M. Goretti, B. Turchetti // *FEMS Microbiology Ecology*. – 2012. – Vol. 82, № 2. – P. 217–241.

4. Griбанова, E. Physiological and biochemical traits of yeasts from soils of various ecosystems of East Antarctica / E. Griбанова, V. Miamin // *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2021. – № 2. – P. 106–116.

К содержанию

А. В. МЕЛЮХ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – О. В. Корзюк, старший преподаватель

РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ С КИСЛОТАМИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АМАРАНТА ТРЕХЦВЕТНОГО СОРТА ИЛЛЮМИНАЦИЯ

Актуальность. Декоративные растения используют для удовлетворения эстетических потребностей человека, применяют для озеленения населённых мест. Они характеризуются красивой формой и окраской листьев, цветков или плодов, необычной формой кроны. Неблагоприятная экологическая ситуация и загрязнение окружающей среды приводят к нежелательным последствиям, поэтому в последнее время активно разрабатывается обширное направление по изучению влияния регуляторов роста на различные стороны обмена веществ в растении.

Цель – анализ влияния 24-эпикастастерона (далее – ЭК) и его конъюгатов с кислотами – 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) – на морфометрические параметры амаранта трехцветного сорта Иллюминация в условиях лабораторного эксперимента.

Материалы и методы. Для оценки влияния ЭК и его конъюгатов с кислотами S23 и S31 на рост и развитие амаранта трехцветного (*Amaranthus tricolor L.*) сорта Иллюминация был использован диапазон концентраций 10^{-11} – 10^{-7} М. Проращивание проводили согласно ГОСТ 24933.0-81. Все опыты проводились в четырехкратной повторности. На 10-е сутки измерялись морфометрические параметры – длина корня.

Выводы. Проведенные исследования показали, что обработка семян раствором ЭК в концентрации 10^{-8} М при дальнейшем проращивании приводила к увеличению длины корня амаранта по сравнению с контрольными растениями. Длина корня увеличивалась на 18,6 %. Действие S23 в концентрации 10^{-11} М приводило к увеличению длины корня на 13,1 %. При обработке семян раствором S31 и дальнейшем проращивании у растений амаранта наблюдалось увеличение длины корня только при воздействии раствора S31 в концентрации 10^{-11} М, длина корня увеличилась на 15,0 % по сравнению с контрольными образцами. Таким образом, соединение ЭК и его конъюгаты S23 и S31 демонстрируют наибольший стимулирующий эффект в данных концентрациях.

К содержанию

И. А. МИКОЛАЙЧИК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ В РАЗНЫХ ТИПАХ БИОЦЕНОЗОВ ЩУЧИНСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Наиболее многочисленной группой среди грызунов являются мышевидные грызуны. В целом эта группа изучена достаточно хорошо, но систематические списки представителей есть не по всем регионам. Актуальность исследования заключается в определении видового разнообразия мышевидных грызунов Щучинского района и их популяционной структуры, что позволяет оценить их роль в экосистемах.

Цель – выявить видовое разнообразие мышевидных грызунов в разных типах биоценозов на территории Щучинского района.

Материалы и методы. Исследования проводили в летний период (июль – август) 2024 г. на территории Щучинского района. Выбраны пять биоценозов: участок смешанного леса, моноагроценоз (ржаное поле), моноагроценоз (кукурузное поле), полиагроценоз, низинный луг. При учете грызунов использовали метод ловушко-линий. Приманкой служили слегка обжаренные кубики хлеба. Всего собрано 48 экземпляров грызунов.

Выводы. За время проведения исследования выявлены представители семи видов мышевидных грызунов. Отловленные виды относятся к двум семействам: Мышиные (*Muridae*) и Полевки (*Microtidae*). К семейству Мышиные (*Muridae*) относятся такие виды, как мышь полевая (*Apodemus agrarius*), мышь желтогорлая (*Apodemus flavicollis*), мышь лесная (*Apodemus sylvaticus*), мышь домовая (*Mus musculus*) и мышь-малютка (*Micromys minutus*). К семейству Полевки (*Microtidae*) относятся полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*) и полевка рыжая (*Clethrionomys glareolus*).

Исходя из полученных результатов, можно отметить, что наиболее часто встречающимся, массовым видом во всех биоценозах является мышь полевая (*Apodemus agrarius*) – 35,42 %. Это обычный и широко распространенный вид грызунов в Беларуси. Среди полевок также во всех биоценозах в небольшом количестве регистрируется полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*). Вторым по численности видом является мышь желтогорлая (*Apodemus flavicollis*) – 22,92 %. В то же время только в биоценозе 3 (кукурузное поле) отмечена мышь-малютка (*Micromys minutus*) – 2,08 %. Мышь лесная (*Apodemus sylvaticus*) выявлена только в смешанном лесу.

К содержанию

П. В. МИНЕЕВА

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

ВЫЯВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ДЕКОРАТИВНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Актуальность. В последние десятилетия наблюдается устойчивый интерес к вопросам озеленения и благоустройства территорий, что обусловлено не только эстетическими, но и экологическими аспектами. Цветочно-декоративные культуры играют ключевую роль в формировании комфортной городской среды, способствуя улучшению микроклиматических условий и повышению уровня жизни населения. В условиях современного городского строительства и ландшафтного дизайна особое внимание уделяется взаимодействию различных видов растений, которые могут как дополнять, так и конкурировать друг с другом [1].

Цель – выявление характера взаимодействия между тремя декоративными растениями: агератумом, бархатцами и лобелией.

Материалы и методы. Объектами исследования были агератум мексиканский сорта Голубой букет, бархатцы отклонённые сорта Оранжевый малыш, лобелия эринус сорта Каскад белый. Семена агератума (*Ageratum houstonianum* Mill.), бархатцев (*Tagetes patula* L.) и лобелии (*Lobelia erinus* L.) по 20 штук проращивались на фильтровальной бумаге в чашках Петри при температуре 20 °С и естественном освещении (контроль). Также были заложены варианты совместного произрастания семян растений в соотношениях агератум – бархатцы, агератум – лобелия, бархатцы – лобелия и агератум – бархатцы – лобелия. Полив производился дистиллированной водой. В ходе лабораторного эксперимента оценивались всхожесть, длина проростков и корней, а также площадь листьев на 12-й день произрастания. Повторность опыта трехкратная. Результаты опыта обработаны статистически с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. По результатам исследования было установлено, что при совместном произрастании агератума (А) с бархатцами (Б) и лобелией (Л) всхожесть агератума возросла на 10 % относительно контроля (рисунок 1). Выявлено, что соседи благоприятно влияли на всхожесть бархатцев и этот показатель вырос относительно контроля на 10 % в паре как с агератумом, так и с лобелией. Отмечено, что на всхожесть лобелии позитивно повлияли агератум и бархатцы, повысив обсуждаемый показатель на 20 % по сравнению с контролем.

При совместном произрастании трёх растений всхожесть агератума и лобелии повысилась на 20 % относительно контроля, а бархатцев – на 10 %.

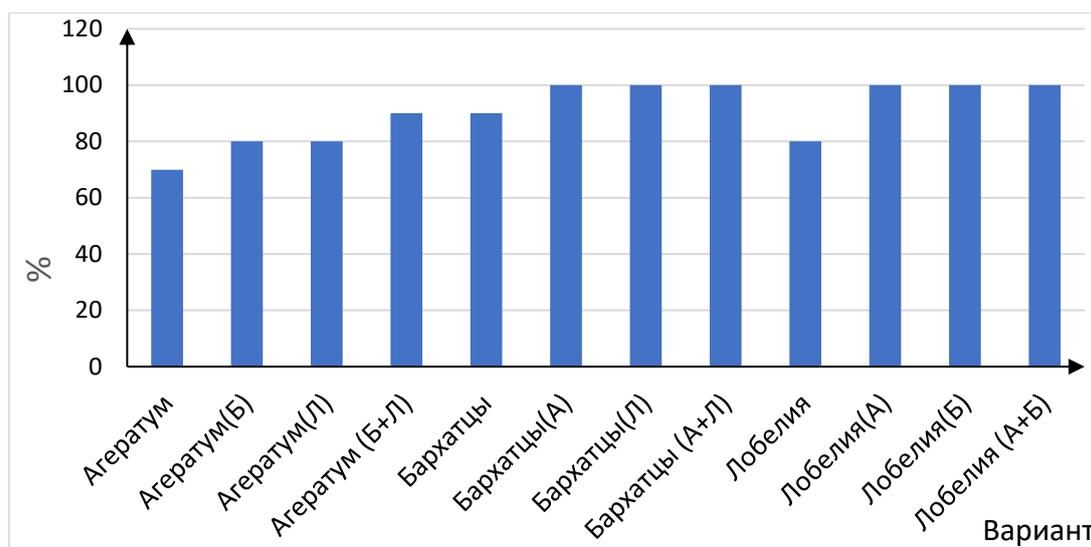


Рисунок 1 – Всхожесть агератума, бархатцев и лобелии при раздельном и совместном произрастании

При оценке влияния совместного произрастания на высоту проростков отмечена стимуляция роста у агератума в паре как с бархатцами, так и с лобелией на 31,9 % относительно контроля, аналогичная реакция была у бархатцев в парах бархатцы – агератум и бархатцы – лобелия – на 17,9 и 21,4 % соответственно, а также и у лобелии в парах лобелия – агератум, лобелия – бархатцы – на 18,8 и 21,9 % соответственно (рисунок 2). В варианте с одновременным присутствием трёх растений высота проростков агератума, бархатцев и лобелии увеличивалась в сравнении с контролем на 53,9, 28,8 и 6,3 % соответственно.

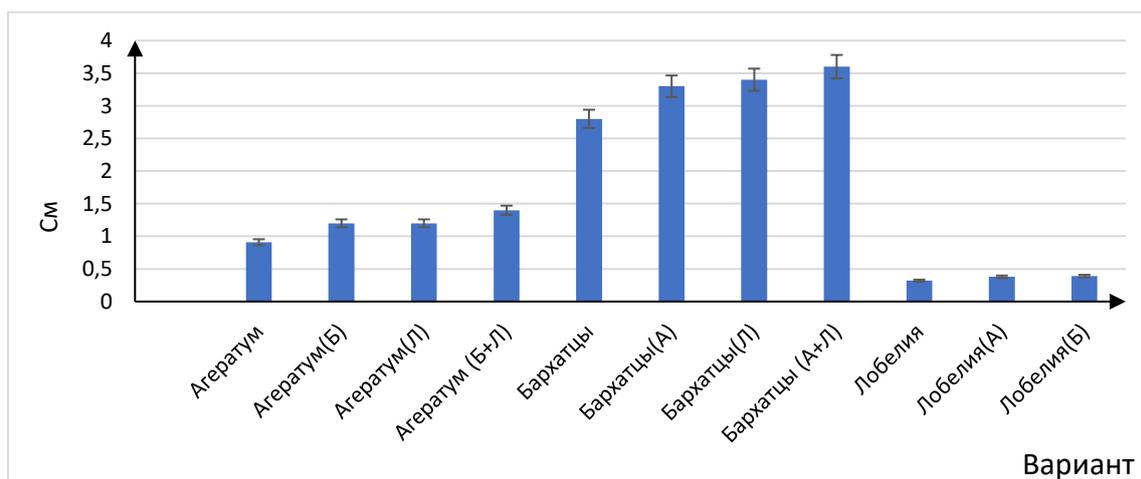


Рисунок 2 – Влияние совместного произрастания агератума, бархатцев и лобелии на длину проростков на 12-й день вегетации

При оценке влияния совместного произрастания на длину корней выявлено увеличение обсуждаемого параметра у агератума относительно контроля на 6,7 % в парах агератум – бархатцы и агератум – лобелия (рисунок 3), в остальных вариантах достоверных отклонений по длине корней отмечено не было.

В варианте с одновременным присутствием трёх растений показатели агератума, бархатцев и лобелии увеличивались в сравнении с контролем на 20, 6,8 и 9,7 % соответственно.

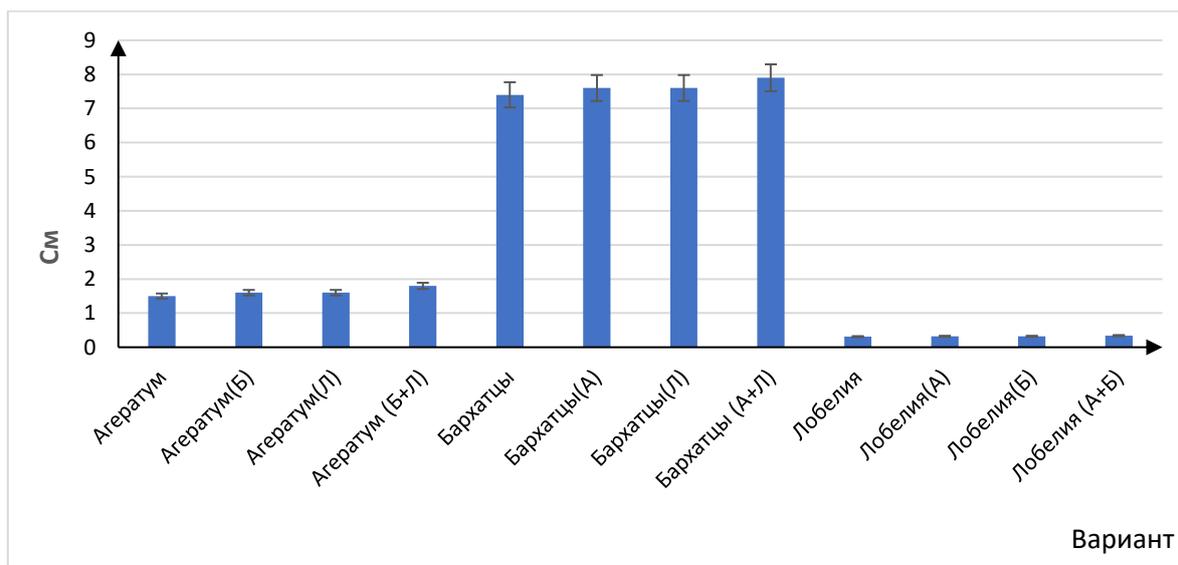


Рисунок 3 – Влияние совместного произрастания агератума, бархатцев и лобелии на длину корней на 12-й день вегетации

Декоративность листовой пластинки обусловлена её морфологическими и анатомическими особенностями, такими как форма, размер, окраска, текстура и жилкование. Эти характеристики определяются генетическими факторами и условиями окружающей среды. Листовая пластинка является ключевым элементом в жизни растений, обеспечивая выполнение основных функций: фотосинтеза, газообмена и транспирации. Поэтому важным для изучения параметром является площадь листовой пластинки, которую определяли весовым методом [2]. В ходе исследований влияния совместного произрастания трех декоративных растений на формирование листовой пластинки и ее площадь установлено, что у агератума площадь листа выросла на 8,7 % при совместном выращивании с бархатцами и лобелией (рисунок 4). В свою очередь, площадь листьев лобелии также возросла: на 5,6 % при соседстве с агератумом и бархатцами, на 11,1 % при одновременном выращивании с обоими растениями, а в случае с бархатцами выявлены незначительные отклонения от контрольных значений по данному показателю.

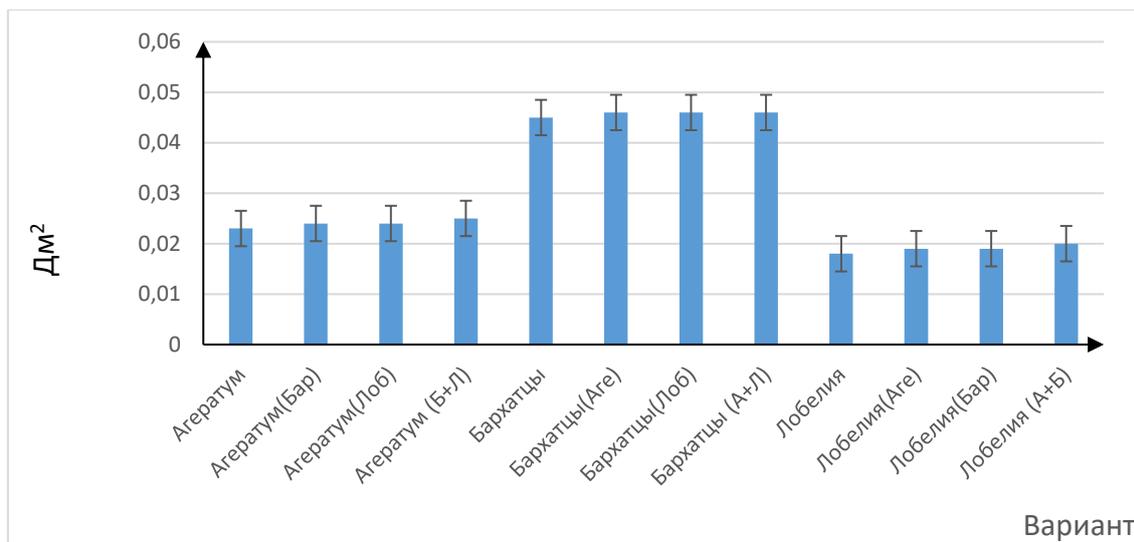


Рисунок 4 – Площадь листьев агератума, бархатцев и лобелии при раздельном и совместном произрастании на 12-й день вегетации

Выводы. Исследование взаимодействия между агератумом, бархатцами и лобелией показало положительный эффект совместного прорастания этих декоративных растений. Результаты свидетельствуют о том, что в условиях совместного выращивания все изучаемые показатели были выше, чем в контрольной группе, где растения выращивались отдельно. Это может указывать на наличие синергетического эффекта между видами, который способствует улучшению их роста и развития [3]. Таким образом, сочетание подобранных пар цветочно-декоративных культур можно активно использовать при оформлении разнообразных цветочных композиций на клумбах, рабатках и других элементах ландшафтного озеленения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сидоренко, М. В. Проблематика современных подходов к созданию пейзажных цветочных садов в современной городской среде на примере г. Минска / М. В. Сидоренко, Е. М. Тырина // Труды Белорусского государственного технологического университета. Лесное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 211–215.
2. Уткин, А. И. Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование / А. И. Уткин, Л. С. Ермолова, И. А. Уткина ; отв. ред. С. Э. Вомперский ; Ин-т лесоведения РАН. – М. : Наука, 2008. – 292 с.
3. Нехуженко, Н. А. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры : учеб. пособие / Н. А. Нехуженко. – СПб. : Нева, 2004. – 190 с.

К содержанию

Д. И. МИСЮЛЯ

Минск, БГУ

Научный руководитель – И. В. Минеева, д-р хим. наук, доцент

ДЕЙСТВИЕ НА *AZOTOBACTER CHOROCOCCUM* НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 4Н-ХРОМЕНА

Актуальность. Хроменовой фрагмент (рисунок 1, выделен синим) достаточно часто встречается в биологически активных веществах, а различные его синтетические производные обладают довольно широким спектром действия: антипролиферативного, антигрибкового, антитрипаносомального, бактериостатического и т. п. [1]. Это обуславливает актуальность поиска простого и эффективного способа формирования довольно сложных структур, содержащих хроменовой фрагмент.

Мультикомпонентные реакции (далее – МКР) удовлетворяют названным условиям: из нескольких простых субстратов (малонитрил, замещенный салициловый альдегид и дикарбонильная компонента) в результате одной многокомпонентной трансформации, без выделения побочных продуктов, формируется достаточно сложная структура.

Azotobacter chorococcum Beijerinck – повсеместно распространенный представитель микробиома почвы. Нитрогеназный комплекс (далее – НК) данной бактерии позволяет усваивать молекулярный азот из атмосферного воздуха (азотфиксация). НК отличается также неспецифичностью действия по отношению к различным субстратам (возможность восстановления азидов, цианидов, ацетилен и др.), что обуславливает актуальность оценки возможности использования азотобактером различных азотсодержащих субстратов в качестве источника азота.

Цель – качественно оценить воздействие некоторых производных 4Н-хромена на рост *Azotobacter chorococcum*, выращиваемых в периодической культуре.

Материалы и методы. Производные 2-амино-3-циано-4Н-хромена получали в результате МКР, схема которой приведена на рисунке и в таблице 1. Накопление промежуточного продукта 2-имино-3-циано-4Н-бензохромена (иминокумарина) с достаточно высокими выходами (80–90 %) наблюдали в системах с различными катализаторами (соли металлов, аминокислоты, органические основания, в особенности в присутствии Na_3PO_4). Некоторое его количество накапливается и при применении DMAP.

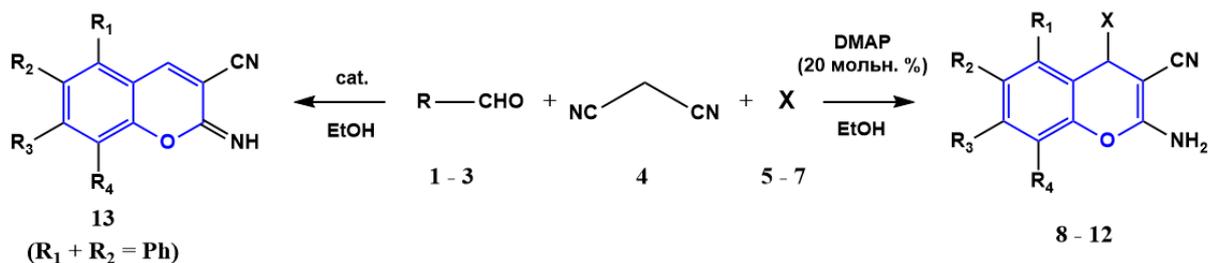


Рисунок – Схема мультикомпонентной реакции

Таблица 1 – Участники и продукты исследуемой МКР

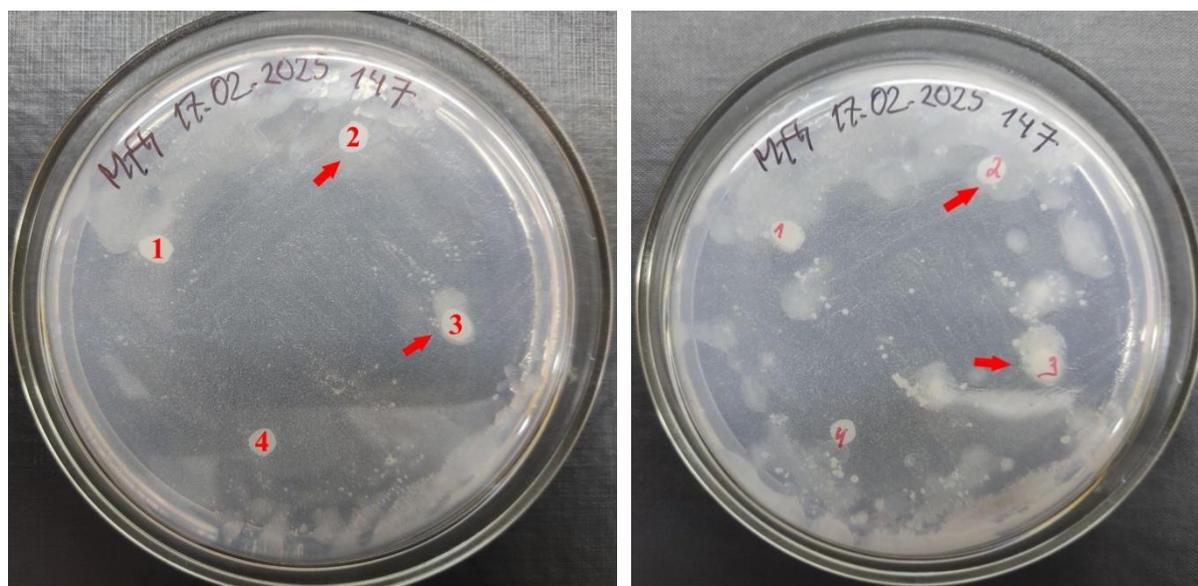
R-CHO	X	№ продукта	R _n (продукт)	Выход, %
		8	R ₂ = Br R ₄ = Br	62,7
		9	R ₂ = NO ₂	76,7
		10	R ₁ + R ₂ = Ph	69,4
		11	R ₁ + R ₂ = Ph	76,2
		12	R ₁ + R ₂ = Ph	23,8
	—	13	R ₁ + R ₂ = Ph	80–90

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

Результаты и обсуждение. Производные 2-амино-4*H*-хромена, полученные из двух различных замещенных салициловых альдегидов (3,5-дибром- и 5-нитросалициловые альдегиды), показали различную активность в условиях *in vitro* (таблица 2). Стимулирующую активность констатировали в том случае, когда в зоне небольшой плотности посева микроорганизмов интенсивный рост последних наблюдался только в области диска с исследуемым веществом (фото 1, точки 2 и 3).

Таблица 2 – Результаты первичных наблюдений

Соедин./сут.	2	4	6	8	15
8	–	Рост в трёх точках; заметное стимулирование	Интенсивный рост в трёх точках; стимулирование	Аналогично прошлому этапу	Аналогично прошлому этапу
9	–	Рост в точке 1	Интенсивный рост в точках 1 и 2	Аналогично прошлому этапу	Аналогично прошлому этапу



4-е сутки культивирования

6-е сутки культивирования

Фото 1 – Потенциально стимулирующая активность соединения 8

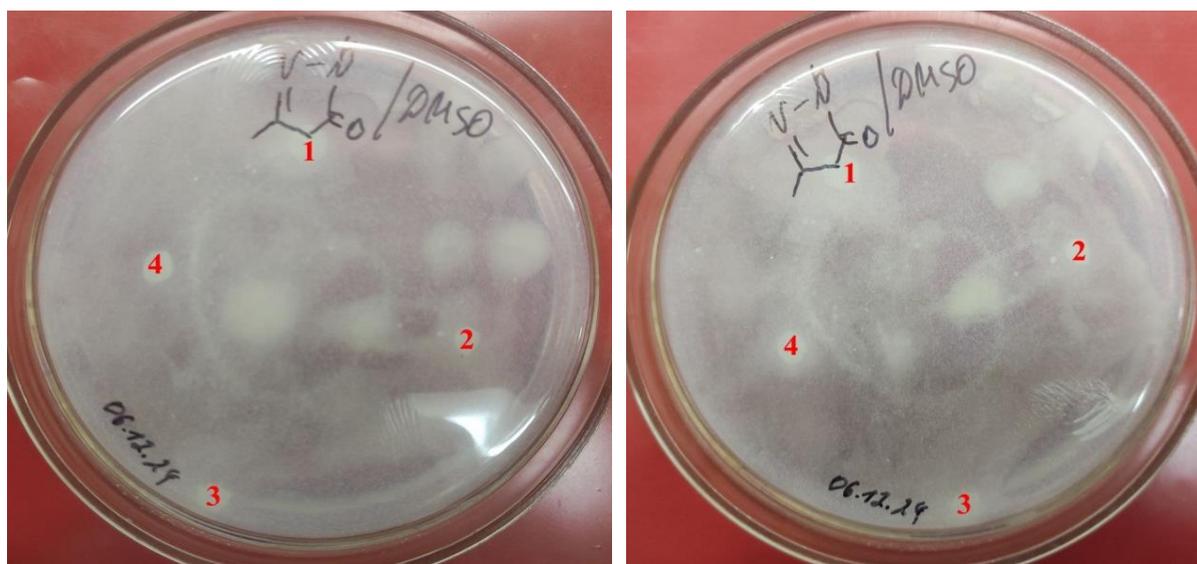
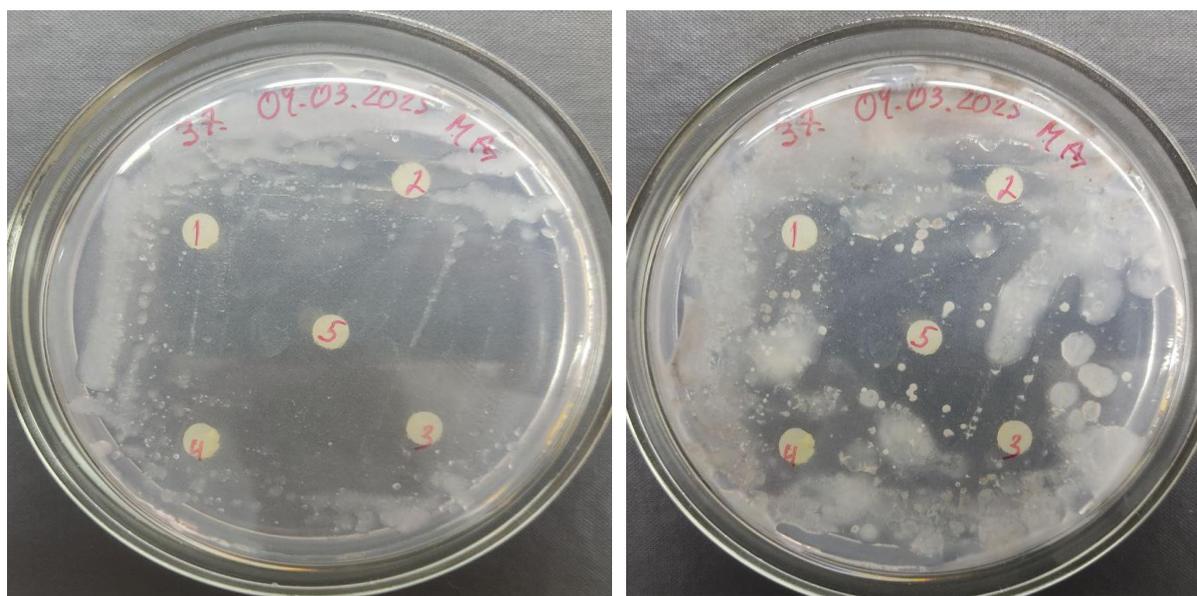
Несмотря на присутствие нитрогруппы в соединении 9, оно не проявляло заметного стимулирующего действия (рост микроорганизмов вокруг диска в зоне с малой плотностью посева). Напротив, в случае 3,5-дибромпроизводного 8 наблюдалось заметное стимулирование роста бактерий.

Продукты МКР с участием 2-гидроксиафталяльдеида 3 и различными 1,3-дикарбонильными компонентами (5–7) в зависимости от структуры

демонстрируют различные эффекты в культуре *in vitro*. Данные о диаметре зоны ингибирования (далее – ЗИ) приведены в таблице 3. Состояние бактериальной культуры с внесенным в нее веществом **10** (выше) и бактериальной культуры, в которую был внесен исходный субстрат МКР **5**, показано на фото 2.

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

Параметр/соединение	10	5	11	6	12
Диаметр ЗИ, мм	21 ± 2,04	Интенсивный рост	Интенсивный рост	Интенсивный рост	9 ± 3,2



4-е сутки культивирования 6-е сутки культивирования
 Фото 2 – Действие веществ **10** (выше) и **5** (ниже) на *A. chorococcum*

Как видно, в случае пиразолинового производного **10**, содержащего метиловый радикал, наблюдается довольно ощутимый бактериостатический эффект. В то же время исходный пиразолин **5**, наоборот, оказывал стимулирующее действие на указанную бактериальную культуру (фото 2). Напротив, замена метилового радикала на изобутиловый (**11**) приводит к почти полной утрате бактериостатического действия: бактериальная культура при этом приобретает вид, сравнимый с культурой, в которой изучалось влияние исходного пиразолинового производного **5** (фото 2). Примечательно, что этот же эффект имеет место в случае исходного вещества малонитрила (**4**). Соединение **12** обладает сравнительно более слабым бактериостатическим эффектом. Иминокумарин **13**, образующийся в результате неполной мультикомпонентной трансформации, также не проявил видимого бактериостатического эффекта к 4-м суткам культивирования. Это может указывать на то, что возможное присутствие в продуктах синтеза иминокумарина, подобного **13**, вряд ли способно существенным образом повлиять на бактериостатические свойства основного продукта синтеза.

Выводы. Исследование позволило сделать следующие выводы.

1. Некоторые производные 4*H*-хромена способны проявлять потенциально стимулирующую активность в отношении роста *Azotobacter chroococcum* в периодической культуре.

2. Несмотря на возможное использование пиразолиновых производных азотобактером как источников азота (что проявляется в потенциальной ростстимулирующей активности в отношении микроорганизмов), небольшие структурные изменения в продуктах синтеза значительно изменяют биологическую активность последних – от потенциального стимулирования (**11**) до бактериостатического (**10**) эффекта.

3. Исходные субстраты МКР, такие как пиразолиновые производные **5** и **6**, а также малонитрил **4**, не обладают бактериостатическим эффектом по отдельности. Наоборот, в случае данных субстратов имеет место некоторая стимулирующая рост активность.

4. Для продуктов МКР **10** и **12** целесообразно количественно оценить степень их бактериостатического эффекта посредством оценки минимальной ингибирующей концентрации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Khaksar, S. A facile and efficient synthesis of 2-amino-3-cyano-4*H*-chromenes and tetrahydrobenzo[*b*]pyrans using 2,2,2-trifluoroethanol as a metal-free and reusable medium / S. Khasar, A. Rouhollahpour, S. M. Talesh // Journal of Fluorine Chemistry. – 2012. – Vol. 141. – P. 11–15.

К содержанию

А. А. МИХАЛЬЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ НИТРАТОВ СВИНЦА И КАДМИЯ НА МИТОЗ КЛЕТОК КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ ЯЧМЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*HORDEUM VULGARE* L.)

Актуальность. Соединения тяжёлых металлов являются наиболее распространёнными и опасными загрязнителями окружающей среды. Накапливаясь в растениях, они угнетают физиологические процессы и могут приводить к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с этим исследования влияния соединений тяжёлых металлов на растительный организм являются актуальными и имеют большое практическое значение.

Цель – оценить влияние нитратов свинца и кадмия на митотическую активность и относительную продолжительность стадий митоза клеток корневой меристемы ячменя.

Материалы и методы. Для проведения исследований были взяты растворы нитрата свинца $Pb(NO_3)_2$ в концентрации 10^{-3} М и нитрата кадмия $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ в концентрации 10^{-4} М (более высокие концентрации практически полностью ингибируют прорастание семян, а более низкие незначительно угнетают процесс прорастания семян). Семена ячменя в течение 5 часов замачивали в растворах исследуемых соединений, а затем проращивали в термостате при $t = 21^\circ C$. Корешки фиксировали в спиртоуксусном (3:1) фиксаторе, окрашивали ацетокармином, после чего готовили препараты клеток корневой меристемы. На основе результатов анализа препаратов определяли митотический индекс как показатель митотической активности клеток и относительную продолжительность стадий митоза.

Выводы. Нитрат свинца в концентрации 10^{-3} М и нитрат кадмия в концентрации 10^{-4} М оказывают негативное влияние на митоз у ячменя, вызывая снижение митотической активности. Так, среднее значение митотического индекса в контроле составляет 86,36 %, тогда как при действии нитрата свинца – 79,56 %, а нитрата кадмия – 60,07 %. Исследуемые соединения также изменяют относительную продолжительность стадий митоза. При их действии длительность профазы увеличивается, а анафазы и телофазы уменьшается. Изменения относительной продолжительности стадий митоза могут нарушать нормальный ход клеточного деления и приводить к различным генетическим нарушениям.

К содержанию

В. В. НАЗАРОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. А. Мартысюк, канд. пед. наук, доцент

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ
В ДИСЦИПЛИНЕ «БИОЛОГИЯ. 7 КЛАСС»**

Актуальность. В настоящее время наблюдается глобальное воздействие человека на окружающую среду, в результате чего человечество страдает от нежелательных последствий преобразования природы. Поскольку взаимодействие науки с обыденным сознанием осуществляется через образование, то данная проблема – это во многом проблема образования.

Цель – провести анализ учебной программы по биологии и учебного пособия «Биология. 7 класс»; выявить систему экологических понятий дисциплины «Биология. 7 класс»; разработать и апробировать авторский урок «Охраняемые растения Беларуси».

Материалы и методы. Концептуальные разработки в области экологического образования (С. Н. Глазачев, И. Т. Суравегина, И. Д. Зверев, И. Н. Пономарёва, А. Н. Захлебный); учебные пособия и методические рекомендации по дисциплине «Биология. 7 класс».

Выводы. Анализ учебного пособия «Биология. 7 класс» (автор Н. Д. Лисов) показал, что экологические понятия в данном пособии раскрыты хорошо. Тем не менее перечень экологических понятий можно было бы дополнить за счёт увеличения количества упоминаемых охраняемых растений, усиления акцента на взаимосвязи растительных организмов со средой обитания.

На основе анализа учебного пособия «Биология. 7 класс» и методической литературы выявлена система экологических понятий, необходимость формирования которых у учащихся не вызывает сомнения.

Для усиления экологической направленности дисциплины «Биология. 7 класс» разработан и апробирован в период педагогической практики на базе ГУО «Средняя школа № 3 г. Пинска» авторский урок «Охраняемые растения Беларуси». Для урока создана оригинальная наглядность. В ходе проведения урока была отмечена высокая познавательная активность учащихся, большой интерес к обсуждаемой проблеме и путям её решения. Выявление эффективности авторского урока осуществлялось путём анкетирования учащихся через месяц после его проведения. Анкетирование подтвердило, что учащиеся 7 класса помнили многие охраняемые растения, называли меры, предпринимаемые для охраны растительного мира в Республике Беларусь.

К содержанию

В. Л. НЕКРАШЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО ТЕТРАСУКЦИНАТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ СОРТА ОМЕГА В ВЕГЕТАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Актуальность. Гречиха посевная является ценной крупяной культурой, содержащей все вещества, необходимые для питания человека. Гречневая крупа содержит комплекс биологически полноценных белков, которые включают в себя оптимальное сочетание незаменимых аминокислот. В ней есть многие макро- и микроэлементы, а также витамины [1]. Но белорусские производители не всегда могли конкурировать по себестоимости крупы с другими, прежде всего российскими, из-за сравнительно низкой урожайности и устойчивости к неблагоприятным климатическим (и не только) факторам. Гречиха остро реагирует на недостаток влаги, а также может повреждаться возвратными заморозками. Для повышения устойчивости к комплексу факторов можно использовать природные адаптогены, в том числе и брассиностероиды (далее – БС), относящиеся к сравнительно новому классу растительных гормонов [2]. Установлено их положительное влияние на многие сельскохозяйственные культуры [3]. Но в Республике Беларусь как стимуляторы роста, развития и устойчивости растений официально зарегистрированы только два БС [4]. В исследованиях, осуществленных в БрГУ имени А. С. Пушкина, была установлена ростстимулирующая и протекторная активность ряда брассиностероидов на гречихе посевной [5]. Для повышения эффективности препаратов стероидной природы сотрудники лаборатории химии стероидов ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси» синтезировали конъюгаты БС с органическими кислотами, в том числе янтарной, также являющейся стимулятором роста растений. Их действие уже исследовано на гречихе диплоидного сорта Влада [6]. Большой интерес представляет анализ их влияния на показатели всхожести, роста и развития гречихи посевной новых тетраплоидных сортов, только получающих распространение в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь.

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

Материалы и методы. На основе проведенного скрининга рострегулирующей активности эпикастастерона (далее – ЭК) и его конъюгата с янтарной кислотой – тетрасукцината (S439) – рулонным методом в спектре концентраций от 10^{-11} до 10^{-7} М с использованием гречихи посевной тетраплоидного сорта Омега были подобраны три наиболее перспективные концентрации этого препарата для проведения дальнейших исследований в почвогрунте: 10^{-10} , 10^{-9} и 10^{-8} М. Для оценки его влияния на морфометрические показатели производилось замачивание семян гречихи на 5 часов в растворах исследуемых стероидных соединений, а затем посев в вегетационных сосудах (пластиковые горшки) в подготовленную почву. В каждый горшок сеяли по пять семян, на каждый вариант использовали четыре сосуда, распределенные рандомизированно. Таким образом, с учетом контроля общее количество сосудов составило 28 штук, по 10 и 8 в пластиковом поддоне. Гречиху выращивали в лабораторных условиях до появления цветочных бутонов и начала цветения наиболее развитых растений. По завершении эксперимента проводили определение высоты побегов, длины корней и массы растений. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel по П. Ф. Рокицкому [7].

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

Результаты исследований. Анализ морфометрических данных показали, что оба препарата оказали на них неоднозначное влияние. Так, раствор ЭК в концентрации 10^{-10} М достоверно уменьшал высоту проростков на 5,9 %, а их массу – всего на 1,7 % по отношению к контролю с водой (таблица). В средней используемой дозе наблюдалось достоверное увеличение этих показателей на 10,0 и 4,7 % соответственно. Применение раствора с концентрацией 10^{-8} М приводило к почти одинаковому и достоверному положительному изменению обоих показателей – на 9,6 и 9,3 % соответственно. Раствор тетрасукцината в минимальной используемой дозе влиял очень слабо, вызвав незначительное уменьшение высоты побегов, но увеличение их массы (на 2,1 и 2,3 % соответственно). Более выраженное стимулирующее влияние оказала средняя доза, где наблюдалось увеличение обоих показателей на 11,2 и 8,5 % соответственно. Раствор с концентрацией 10^{-8} М действовал слабее, но также положительно (увеличение на 3,5

и 1,5 % соответственно), но отличия от контроля были недостоверными. Таким образом, S439 проявил выраженные стимулирующие свойства в отношении обоих показателей в более низкой концентрации 10^{-9} М, тогда как ЭК оказал аналогичное влияние в дозе 10^{-8} М.

Таблица – Влияние эпикастастерона и его тетраСУКЦИНАТА на высоту проростков гречихи посевной сорта Омега и их массу в вегетационном эксперименте

Показатель	Высота проростка		Масса проростка	
	мм	% к контролю	г	% к контролю
24-эпикастастерон (ЭК)				
Контроль	365,7 ± 5,71	100,0	3,43 ± 0,22	100,0
10^{-10}	344,3 ± 4,87*	94,1	3,37 ± 0,19	98,3
10^{-9}	402,1 ± 6,28***	110,0	3,59 ± 0,15*	104,7
10^{-8}	400,8 ± 7,92**	109,6	3,75 ± 0,21**	109,3
ТетрасуКЦИНАТ 24-эпикастастерона (S439)				
10^{-10}	358,2 ± 5,38	97,9	3,51 ± 0,17	102,3
10^{-9}	406,5 ± 5,79***	111,2	3,72 ± 0,14*	108,5
10^{-8}	378,6 ± 6,35	103,5	3,47 ± 0,20	101,2

Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,01$; *** – при $P \leq 0,001$.

Сходное влияние обоих препаратов проявилось при их действии на корневую систему гречихи сорта Омега. Раствор ЭК в концентрации 10^{-10} М уменьшал длину корней на 5,9 %, а их массу увеличивал на 1,8 %, но различия по отношению к контролю с водой были недостоверными. Две остальные дозы ЭК увеличили и длину, и массу корней, но наиболее значимо и достоверно – при дозе 10^{-8} М (на 13,1 и 7,9 % соответственно). Раствор тетраСУКЦИНАТА ЭК проявил максимальное стимулирующее действие на оба показателя в концентрации 10^{-9} М, достоверно увеличив длину и массу корней на 10,1 и 9,3 % соответственно. В остальных вариантах также наблюдалось увеличение обоих параметров, но при применении самой низкой концентрации оно было выражено очень слабо.

Сравнение с результатами опыта, проведенного ранее на диплоидном сорте Влада, показало более слабую отзывчивость сорта Омега, хотя абсолютные значения как высоты, так и массы побегов были намного больше, что может объясняться более длительным сроком развития растений до начала цветения. Так, у Влады раствор ЭК в концентрации 10^{-10} М достоверно уменьшал высоту проростков на 18,1 %, а их массу – на 20,4 %. Применение раствора с концентрацией 10^{-8} М приводило к увеличению обоих показателей на 15,1 и 33,4 % соответственно. Раствор S439 в минимальной дозе вызвал незначительное повышение показателей, а наиболее выраженное стимулирующее влияние оказала средняя доза, где наблюдалось достоверное увеличение показателей на 5,9 и 16,4 % соответственно.

На корневую систему гречихи сорта Влада и ЭК, и его тетраСУКЦИНАТ также оказали влияние, выраженное намного сильнее. Так, ЭК в дозе 10^{-8} М с максимальной степенью достоверности увеличил длину и массу корней на 46,3 и 42,2 % соответственно. Раствор S439 проявил максимальное стимулирующее действие на оба показателя в концентрации 10^{-10} М, аналогично увеличив их на 56,4 и 49,4 % соответственно, и даже при применении средней дозы увеличение было достоверным – на 47,4 и 27,7 % соответственно.

Заключение. Таким образом, тетраплоидная гречиха сорта Омега в вегетационном опыте показала менее выраженную чувствительность к действию 24-эпикастастерона и его тетраСУКЦИНАТА по сравнению с диплоидным сортом Влада, что может объясняться более крупными размерами и более плотными покровами плодов у сорта Омега, что обеспечивает большую стабильность начального роста и развития за счет большего запаса питательных веществ и большей устойчивости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. – Минск : Промкомплекс, 2014. – 628 с.
5. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.
6. Кароза, С. Э. Анализ рострегулирующей активности конъюгатов эпикастастерона с органическими кислотами на примере гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) / С. Э. Кароза // Биотехнология: достижения и перспективы развития : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 25–26 нояб. 2021 г. / Полес. гос. ун-т ; редкол. : В. И. Дунай [и др.]. – Пинск, 2021. – С. 79–84.
7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.
8. Государственный реестр сортов. – URL: <http://sorttest.by/gosudarstvennyu-reyestr-sortov-2023-1.html> (дата обращения: 28.04.2024).

К содержанию

УДК 595.799(470.620)

Ю. И. НЕСТЕРОВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОРНИТОКОМПЛЕКСОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. ГРОДНО

Актуальность. В урбоценозах птицы играют одну из ключевых ролей в функционировании сообществ животных. Важное значение они имеют и для человека. К тому же птицы являются прекрасной модельной группой животных – индикаторов качества окружающей среды, так как очень чувствительны к любым структурным изменениям в городских экосистемах.

Цель – выявление видового разнообразия и экологической дифференциации орнитофауны урбанизированных территорий в г. Гродно.

Материалы и методы. Исследования проводили в период с июня 2024 г. по январь 2025 г. Нами выбраны пять учетных площадок на территории г. Гродно: УП1 – новая многоэтажная застройка в районе Вишневец, располагается в южной части г. Гродно, УП2 – малоэтажная застройка в районе Южный, УП3 – промышленная зона ОАО «Гродно-Азот», УП4 – старая многоэтажная застройка по ул. Пушкина, УП5 – улица Советская, центральная часть г. Гродно. В качестве основного использовали маршрутный метод учета птиц. Определение видов осуществляли визуально и по голосам.

Выводы. За время исследований на территории г. Гродно нами зарегистрировано 25 видов птиц, которые относятся к 4 отрядам и 15 семействам. Наибольшим видовым разнообразием представлен отряд Воробьинообразные (Passeriformes). К нему относятся 19 видов, что составляет 76 % от учтенных видов. Из отряда Голубеобразные (Columbiformes) встречено 4 вида, или 16 % от учтенных птиц. К отряду Ржанкообразные (Charadriiformes) относится 1 вид, или 4 %. К отряду Стрижеобразные (Apodiformes) – 1 вид, или 4 %.

По местам гнездования птиц города разделили на пять экологических групп: кроногнездные (7 видов), наземногнездящиеся (2 вида), дуплогнездники (7 видов), гнездящиеся в зданиях и других сооружениях (4 вида), гнездящиеся в разнообразных местах (5 видов). По типу питания на учетных площадках г. Гродно выделили пять экологических групп: всеядные (8 видов), растительноядные (4 вида), насекомоядные (9 видов), беспозвоночноядные (1 вид), растительно- и насекомоядные (3 вида).

К содержанию

Р. В. ПАЛЮШ

Барановичи, БарГУ

Научный руководитель – С. К. Рындевич, канд. биол. наук, доцент

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ РУДЕРАЛЬНЫХ БИОТОПОВ Г. БАРАНОВИЧИ

Актуальность. Изучение рудеральных биотопов и сопутствующих им растительных сообществ позволяет понять процессы, происходящие в антропогенно измененных экосистемах, особенно на урбанизированных территориях. В рудеральных биотопах зачастую встречаются чужеродные виды, среди которых могут быть и инвазивные растения, представляющие значительную опасность для аборигенной флоры. Климатические изменения приводят к изменению структуры сообществ растений, что также определяет актуальность этого направления флористических исследований.

Цель – установить таксономический состав травянистых цветковых растений в рудеральных биотопах г. Барановичи.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выбраны травянистые покрытосеменные растения. Для установления таксономической структуры флоры рудеральных биотопов был применён маршрутный метод сбора образцов. Сборы выполнены вблизи автомобильных и железных дорог на расстоянии 10 м от них. С учётом различного уровня антропогенного воздействия было выделено пять локалитетов. После сбора растений осуществлялась их гербаризация для последующей идентификации и хранения растительного материала. Исследования проведены в период с июня по июль 2024 г.

Выводы. В результате проведенных исследований отмечено 47 видов из 16 семейств (Poaceae, Cyperaceae, Apiaceae, Caryophyllaceae, Asteraceae, Fabaceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae, Convolvulaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Boraginaceae, Crassulaceae, Caprifoliaceae, Euphorbiaceae, Brassicaceae), 15 порядков и двух классов. Установлено, что среди рудеральных покрытосеменных по числу видов лидируют сложноцветные (*Tanacetum vulgare* L., *Pilosella officinarum* F., *Achillea millefolium* L., *Tussilago farfara* L., *Centaurea jacea* L., *C. scabiosa* L., *C. pseudomaculosa* Dobrocz., *Artemisia campestris* L.) и бобовые (*Medicago lupulina* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Lotus corniculatus* L., *Trifolium repens* L., *T. arvense* L., *Securigera varia* L., *Vicia cassubica* L.).

К содержанию

Я. А. ПАТЕЙЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. А. Мартысюк, канд. пед. наук, доцент

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОЛЬЧАТЫХ ЧЕРВЕЙ (БИОЛОГИЯ. 8 КЛАСС)

Актуальность. Биология как учебная дисциплина является системой биологических понятий, развивающихся в логической последовательности и находящихся во взаимосвязи. Среди биологических понятий особое место занимают экологические понятия. Формирование экологических понятий в дисциплине «Биология. 8 класс» – одно из важнейших направлений экологического образования на современном этапе.

Цель исследования – провести анализ учебной программы по биологии и учебного пособия «Биология. 8 класс»; выявить систему экологических понятий темы «Тип кольчатые черви»; разработать детальные планы-конспекты уроков с акцентом на экологические понятия.

Материалы и методы. Концептуальные разработки в области экологического образования (С. Н. Глазачев, И. Т. Суравегина, И. Д. Зверев); учебное пособие по дисциплине «Биология. 8 класс».

Выводы. Анализ учебного пособия «Биология. 8 класс» (Тип кольчатые черви) показал, что в § 10 отмечена роль малощетинковых червей в природе: обитающие в водоёмах малощетинковые черви производят очистку воды; дождевые черви перемешивают и рыхлят почву, обогащают её веществами, которые легко усваиваются растениями; многие виды червей служат пищей для рыб и т. д. Однако, на наш взгляд, необходимо ещё отмечать взаимосвязь среды обитания и особенностей внешнего строения кольчатых червей. В частности, в связи с обитанием в почве дождевой червь имеет заострённые концы тела, сегментированное строение, щетинки на каждом сегменте, у него вырабатывается слизь, облегчающая передвижение в почве.

Вышеперечисленные экологические аспекты учтены при разработке планов-конспектов уроков по теме «Тип кольчатые черви». Кроме того, мы считаем необходимым демонстрацию на данных уроках опытов экологического содержания. В частности, очень интересным является опыт «Значение дождевых червей в перемешивании почвы». Разработанные уроки апробированы на базе ГУО «Высоковская средняя школа». Апробация показала, что разработанные нами уроки способствуют формированию экологических понятий, а также активизации познавательной активности учащихся.

К содержанию

К. Н. ПРИГОДИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПЧЕЛОВОДСТВА
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА
ПЧЕЛАМИ ОПЫЛЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ**

Актуальность. Пчеловодство играет важную роль в сельском хозяйстве Республики Беларусь, способствуя повышению урожайности сельскохозяйственных культур и сохранению биоразнообразия. В стране развито как традиционное, так и промышленное пчеловодство. Выбор пчелами растений для опыления зависит от множества факторов, включая видовой состав медоносов, климатические условия и антропогенное воздействие. Анализ способствует оптимизации размещения пасек, увеличению медосбора и улучшению экосистемных связей. Это делает исследование выбора пчелами опыляемых растений в данном регионе актуальным и значимым для пчеловодов и аграриев.

Цель – определить особенности выбора пчелами растений для опыления и провести сравнительный анализ посещаемости пчелами различных растений для повышения эффективности пчеловодства.

Материалы и методы. Использовали метод наблюдения за активностью пчел на различных медоносных растениях в нескольких локациях Пинского района Брестской области Республики Беларусь.

Выводы. Выбор пчелами растений для опыления зависит от их видового состава, наличия нектара, погодных условий, месяца и расположения растений относительно пасеки. Сравнительный анализ показал, что первые пчелы при благоприятных температурных условиях (как в 2025 г.), вылетают еще в марте, как только появляются цветущие первоцветы. В июне они чаще посещают липу, гречиху и цветочные луга, а в июле предпочитают акацию, гречиху и голубику. Наименее привлекательными оказались рябина и клевер, так как первая опыляется мухами, а второй – шмелями. Наибольшая активность пчел наблюдалась в местах с богатым цветочным разнообразием, к которым относились дачные участки, а наименее посещаемыми местами оказались окрестности канав, заросшие разными видами ив, и сосновые леса. Таким образом, результаты исследования могут быть полезны для рационального размещения пасек, выбора оптимальных медоносов и повышения эффективности пчеловодства в регионе в разное время года.

К содержанию

Е. А. ПТАШИЦ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

МЕЛИОРИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭКОСИЛА И ОКСИДАТА ТОРФА ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ СЕМЯН ОВСА НА ПОЧВЕ С ГЕРБИЦИДОМ «БОКСЕР-КЭ»

Актуальность. Интенсивность использования гербицидов в современном сельском хозяйстве обуславливает необходимость решения связанных с ними экологических и экономических проблем. Гербициды широко применяются для контроля сорняков, однако их использование может приводить к фитотоксичности, что негативно сказывается на росте и развитии культурных растений [1]. Фитотоксичность почвы, вызванная гербицидами, представляет собой значительную экологическую проблему, приводящую к снижению плодородия почвы и ухудшению качества сельскохозяйственной продукции [2]. В этом контексте использование регуляторов роста растений является перспективным направлением для снижения негативного воздействия гербицидов. Эти вещества могут способствовать улучшению устойчивости растений к стрессовым условиям, что повышает урожайность и качество продукции. Повышение эффективности использования регуляторов роста растений может привести к снижению затрат на восстановление почвы и увеличению прибыли для сельскохозяйственных производителей, что особенно важно в условиях глобальной конкуренции и необходимости устойчивого развития агропромышленного комплекса [3]. Проведение исследований в данной области способствует развитию новых технологий и методов, направленных на улучшение состояния почвы и повышение устойчивости сельскохозяйственных культур, что важно для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства.

Цель – исследовать эффективность использования регуляторов роста растений «Экосил» и «Оксидат торфа» для снижения фитотоксичности почвы, загрязненной гербицидом «Боксер-КЭ», в отношении прорастающих семян овса сорта Лидия для дальнейшей разработки методов, способствующих улучшению состояния почвы и повышению устойчивости растений.

Материалы и методы. Объекты исследований – регуляторы роста растений торговых марок «Экосил» (производитель – фирма «БелУниверсалПродукт», Беларусь, действующее вещество – тритерпеновые кислоты, 50 г/л) и «Оксидат торфа» (производитель – фирма «Юнатэкс», Беларусь, 4 %-й водный концентрат биологически активных веществ, содержащихся

в торфе.). Тест-объект исследования – овес посевной (*Avena sativa* L.) сорта Лидия, районированного для всех областей Республики Беларусь [4].

Материалы исследований – растворы гербицида «Боксер-КЭ» (0,05 л/м²) (производитель – фирма «Сингента», Швейцария, действующее вещество – просульфокарб, 5 мл/л), экосила (0,2 мл/л) и оксидата торфа (6 мл/л).

Фитотестирование проводили в чашках Петри, куда помещали по 60 г почвы. Почва равномерно увлажнялась и при помощи распылителя обрабатывалась следующими вариантами растворов (по 4 мл): контроль – вода; опыты: 1) раствор гербицида; 2) раствор экосила; 3) раствор оксидата торфа; 4) последовательный полив «гербицид + экосил»; 5) «гербицид + оксидат торфа. Влажную обработанную почву накрывали фильтровальной бумагой и размещали на ней по 20 семян овса. Повторность опытов – трёхкратная. Семена проращивали в термостате при температуре $23 \pm 0,2$ °С.

Критерии оценки биологической активности – лабораторная всхожесть семян (согласно СТБ 1073-97) [5], сухая масса 100 зародышевых корешков. Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали, что присутствие в почве гербицида «Боксер-КЭ» приводило к снижению всхожести, длины зародышевых корешков и их сухой массы. На диаграмме представлены результаты исследования изменений в различных вариантах опыта показателя «сухая масса корешков» как наиболее достоверно отражающего чувствительность прорастающих семян овса (*Avena sativa* L.) сорта Лидия к внешним факторам (рисунок).

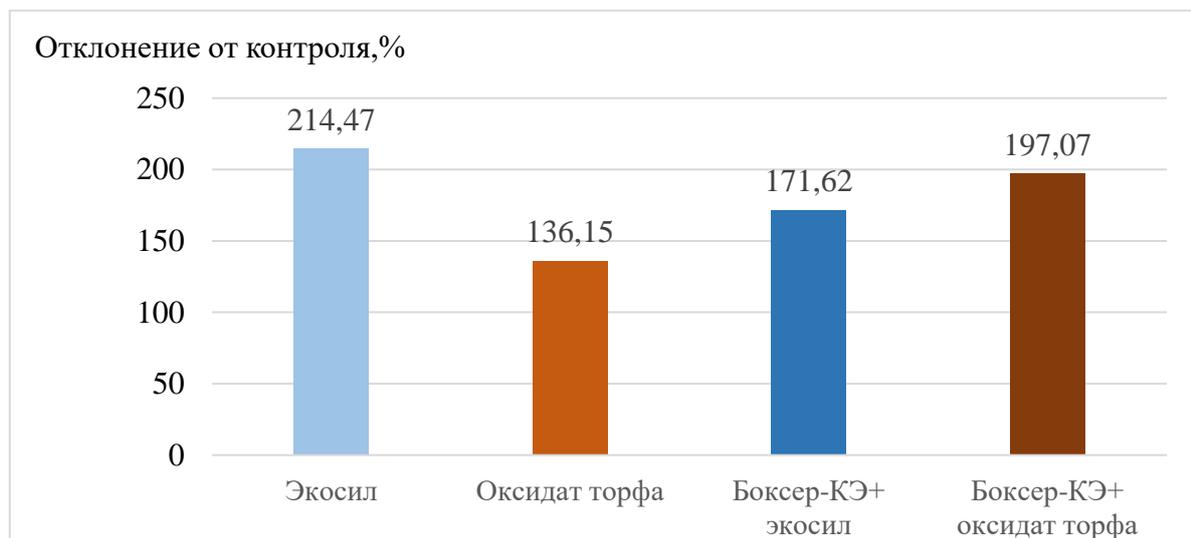


Рисунок – Отклонение от контроля сухой массы 100 зародышевых корешков овса сорта Лидия в опытах с использованием экосила и оксидата торфа в качестве мелиорантов

Как видно на рисунке, обработка почвы регуляторами роста растений «Экосил» и «Оксидат торфа» способствовала значительному увеличению массы корешков – на 214,47 и 136,15 % по отношению к контролю соответственно.

Почва после обработки гербицидом «Боксер-КЭ» обладала высокой фитотоксичностью по отношению к показателю массы корешков: разница с контролем составляла 85,58 %. Дополнительная обработка такой почвы растворами исследуемых регуляторов растений частично нейтрализовала негативное воздействие гербицида, что проявлялось в достоверно значимом увеличении анализируемого показателя. Так, после обработки почвы препаратами «Экосил» «Оксидат торфа» он увеличился по сравнению с обработкой гербицидом на 171,62 и 197,07 % соответственно.

Выводы. Проведенные исследования и их анализ позволяют сделать вывод о том, что регуляторы роста растений торговых марок «Экосил» и «Оксидат торфа» могут проявлять мелиоративные свойства в отношении почв, загрязненных гербицидом «Боксер-КЭ». Следовательно, обработка гербицидосодержащей почвы перед посевом овса (на примере сорта Лидия) одним из растворов данных регуляторов роста может быть эффективным способом для снижения или нейтрализации негативного воздействия гербицидов на почву и растения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федотова, Л. С. Влияние аминокислотных препаратов на преодоление гербицидного стресса картофеля / Л. С. Федотова, Н. А. Тимошина, Е. В. Князева // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 6. – С. 90–93.

2. Гуляев, Г. В. Селекция растений в преддверии XXI века / Г. В. Гуляев // Принципы и методы селекции и семеноводства зерновых и зернобобовых культур в Нечерноземье. – М., 1996.

3. Баталова, Г. А. Использование овса и продуктов его переработки в питании, народной медицине и косметике / Г. А. Баталова. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2004. – 100 с.

4. Государственный реестр сортов – 2020. – URL: https://www.sorttest.by/gosudarstvennyu_reyestr_2020.pdf. (дата обращения: 12.03.2024).

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

6. Максимова, Н. Б. Оценка токсичности и загрязненности почв методом фитоиндикации / Н. Б. Максимова, Г. Г. Лаврентьев, А. А. Лаврентьев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 2. – С. 106–112.

К содержанию

А. Н. ПУШИЛО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ШЛЯПОЧНЫЕ ГРИБЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. П. ТЕЛЕХАНЫ ИВАЦЕВИЧСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Шляпочные грибы играют важную средообразующую роль в экосистемах и подразделяются на три основные категории по их съедобности: съедобные, ядовитые и условно-съедобные. Шляпочные грибы содержат белки, углеводы, жиры, витамины, минералы. Кроме того, некоторые из них обладают лекарственной ценностью. Токсичность шляпочных грибов обусловлена наличием различных токсинов, которые могут вызывать разные симптомы отравления.

Цель – установить разнообразие шляпочных грибов в окрестностях г. п. Телеханы Ивацевичского района.

Материалы и методы. Объектами исследования явились шляпочные грибы, произрастающие в окрестностях г. п. Телеханы Ивацевичского района. Сбор грибов проводился в течение грибного сезона (июль – октябрь) в различных типах местообитаний в окрестностях г. п. Телеханы. Грибы собирали вручную, срезая их ножом у основания. Для дальнейшего исследования подвергали сушке и замораживанию.

Выводы. Видовой состав шляпочных грибов в окрестностях г. п. Телеханы сопоставим с данными других регионов Беларуси, расположенных в аналогичной природно-климатической зоне. Однако имеются некоторые отличия, связанные с местными экологическими условиями. Например, в окрестностях г. п. Телеханы было выявлено относительно большее количество видов, характерных для смешанных лесов, таких как лисичка обыкновенная, масленок обыкновенный и сыроежка зеленая. Это связано с преобладанием смешанных лесов в данном регионе.

В результате проведенных исследований было установлено, что в окрестностях г. п. Телеханы произрастает 20 видов шляпочных грибов, которые относятся к двум отделам: *Boletus edulis*, *Boletus badius*, *Morchella esculenta*, *Gyromytra esculenta*, *Cantharellus cibarius*, *Agaricus bisporus*, *Russula virescens*, *Russula sanguinea*, *Russula aeruginea*, *Suillus luteus*, *Amanita phalloides*, *Amanita muscaria*, *Lactarius necator*, *Lactarius deliciosus*, *Galerina marginata*, *Leccinium aurantiacum*, *Leccinium scabrum*, *Paxillus involves*, *Caprinus comatus*, *Armillaria mellea*.

К содержанию

А. В. РАДОВСКАЯ

Брест, средняя школа № 7 г. Бреста

Научный руководитель – Т. А. Вальская, учитель химии

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА АНТОЦИАНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ РАСТЕНИЙ

Актуальность. Антоцианы – растительные пигменты, которые могут присутствовать у растений как в генеративных (цветках, пыльце), так и в вегетативных (стеблях, листьях, корнях) органах, а также в плодах и семенах [1].

Исследования антоцианов показали, что они обладают многими полезными для здоровья свойствами. Поэтому эти соединения используются как в пищевой, так и в косметической промышленности, где обозначены как E163. Благодаря своим сильным антиоксидантным свойствам, антоцианы широко используются в пищевой и фармацевтической промышленности, выпускаются в виде пищевых добавок, витаминов для приема внутрь [2]. Поэтому наша работа посвящена определению количества антоцианов в различных видах растений. Проводились исследования количества антоцианов в ягодах голубики, черники, черешни, черной смородины, корнеплодах свеклы и цветах фиалки узумбарской.

Цель – выяснить, какие виды растений содержат большее количество антоцианов, и составить рекомендации по формированию ежедневного рациона питания для учащихся школы.

Материалы и методы. При проведении исследования навеска массой 0,3 г каждого вида растительного сырья помещалась в колбу 250 см³. Затем добавляли 100 см³ 1 %-го раствора соляной кислоты и экстрагировали на водяной бане при температуре 45 °С в течение 15 минут. Экстракт отфильтровывали через вату в мерную колбу объемом 250 см³. Вату с сырьем снова помещали в колбу, прибавляли 100 см³ 1 %-го раствора соляной кислоты, смывая частицы сырья с воронки, и повторяли экстракцию указанным способом. Затем содержимое колбы фильтровали через вату в ту же мерную колбу, а сырье на фильтре промывали 40 см³ 1 %-го раствора соляной кислоты. После охлаждения фильтра доводили объем до метки 1 %-м раствором соляной кислоты. Полученное содержимое фильтровали через бумажный фильтр в колбу объемом 250 см³, отбрасывая первые 10 см³ фильтрата.

Оптическую плотность фильтрата измеряли при длине волны 510 нм, используя кюветы с толщиной светопоглощающего слоя 1 см, контролем служил 1 %-й раствор соляной кислоты.

Содержание суммы антоцианов (X, %) в пересчете на цианидин-3,5-дигликозид и абсолютно сухое сырье рассчитывали по формуле

$$X = \frac{A * 250 * 100}{453 * m * (100 - W)},$$

где 453 – удельный показатель поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1 %-м растворе соляной кислоты, W – потеря массы при высушивании, m – масса сырья, A – оптическая плотность исследуемого раствора.

Испытания проводились на образце массой 2 г. Испытуемое вещество предварительно перемешивалось, и при наличии крупных частиц их размер уменьшали путём дробления до величины не более 2 мм.

Точную навеску испытуемого образца помещали в предварительно высушенный в условиях проведения испытания до постоянной массы и взвешенный бюкс, диаметр которого достаточно велик для того, чтобы слой испытуемого вещества не превышал 5 мм. Пробу сушили в бюксе с открытой крышкой в течение 2 часов. Высушивание проводили при температуре 105 °С. Затем открытый бюкс вместе с крышкой помещали для охлаждения в эксикатор на 50 минут, после чего закрывали крышкой и взвешивали [3].

Результаты и обсуждение. Потеря массы растительного сырья при высушивании представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Потеря массы растительного сырья при высушивании

Вид растительного сырья	m1, г	m2, г	m3, г	W, %
Свекла	21,64	23,64	21,87	88,5
Фиалка	19,67	21,67	19,76	95,5
Черника	21,22	23,22	21,47	88
Черешня	20,24	22,24	20,6	82
Голубика	21,89	23,89	22,21	84
Черная смородина	21,64	23,64	22,01	81,5

Измерение оптической плотности исследуемых растворов проводили с помощью фотоспектрофлуориметра СМ 2203 при длине волны 510 нм, используя кюветы с толщиной светопоглощающего слоя 1 см с 5-кратным количеством измерений. Исследование проводили относительно 1 %-го раствора соляной кислоты, оптическая плотность которого при данных условиях составляла 0 Б (контроль).

Произведя расчеты по вышеуказанным формулам, мы получили усредненные данные содержания суммы антоцианов в исследуемом растительном сырье (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание суммы антоцианов в перерасчете на цианидин-3,5-дигликозид

Вид растительного сырья	Содержание суммы антоцианов в перерасчете на цианидин-3,5-дигликозид, %
Свекла	0,3791
Фиалка	2,9025
Черника	6,4416
Черешня	0,7563
Голубика	2,5858
Черная смородина	6,3113

Выводы. Исследования антоцианов показали, что они обладают многими полезными для здоровья свойствами, поэтому эти соединения используются как в пищевой, так и в косметической промышленности.

Согласно результатам исследования максимальное количество антоцианов содержится в чернике (6,4416) и черной смородине (6,3113). Далее следуют фиалка (2,9025) и голубика (2,5858). Свекла и черешня показали наименьшее содержание цианидин-3,5-дигликозида, что составляет соответственно 0,3791 и 0,7563 в пересчете на сухую массу.

Комитетом экспертов ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) рассчитана приемлемая суточная доза антоцианов (ADI) для человека в количестве 2,5 мг/кг массы тела. Исходя из проведенных исследований, на массу тела человека от 50 до 70 кг необходимо 125–175 мг антоцианов в сутки.

При составлении меню важно учитывать потребность организма во всех витаминах, микроэлементах, антиоксидантах и т. д. Кроме того, надо помнить о том, что многие вещества усваиваются нашим организмом в небольших количествах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бутенко, Л. И. Исследования антоцианового комплекса ягод, прошедших криообработку / Л. И. Бутенко, Ж. В. Подгорная // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 14–17.

2. Вавиловский журнал генетики и селекции. – URL: https://vavilov-jicg.ru/download/06_Fotev.pdf (дата обращения: 24.10.2024).

3. Государственная фармакопея Республики Беларусь : в 2 т. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении ; под общ. ред. А. А. Шерякова. – 2-е изд. – Молодечно : Победа, 2012. – Т. 1 : Общие методы контроля качества лекарственных средств. – 406 с.

К содержанию

А. В. РАПИНЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА БИОМАССОВЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРНЯ И СТЕБЛЯ *RAPHANUS SATIVUS* L.**

Актуальность. Будучи продуктом сложного взаимодействия биотических и абиотических факторов почвообразования, органическое вещество представляет собой динамичную полифункциональную систему высокомолекулярных соединений, играющую центральную роль в процессах аккумуляции и трансформации биогенных элементов, регулирования физических и физико-химических свойств почвы, детоксикации поллютантов и стабилизации почвенной структуры [1]. Также имеется ряд данных о том, что гуминовые вещества способны улучшать структуру почвы, стимулировать рост растений, повышать всхожесть семян [2]. Следует отметить, что гуминовые кислоты являются природными и экологически чистыми веществами, которые призваны заменить синтетические удобрения, способствуя устойчивому развитию сельского хозяйства. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью дальнейшего изучения гуминовых кислот как биологически активных веществ с целью внедрения в сельскохозяйственное производство экологически чистой продукции.

Цель – оценка биологической активности экспериментального гуминового препарата, состоящего преимущественно из гуминовых веществ, в отношении биомассовых характеристик редиса.

Материалы и методы исследования. В качестве источника гуминовых веществ мы использовали коммерческий гуминовый препарат «Оксидат торфа», который представляет собой 4 %-й водный концентрат биологически активных веществ. Этот препарат получен путем окислительной модификации торфа и широко применяется в растениеводстве в качестве экологически безопасного удобрения и стимулятора роста растений. Для выделения гуминовых веществ (далее – ГВ) из препарата оксидата торфа гуминовый препарат смешивали с эквивалентным объемом 1 н. H_2SO_4 и нагревали на водяной бане до 60–70 °С. После выпадения осадка раствор фильтровали сквозь бумажный фильтр. Осадок на фильтре промывали 0,1 н. H_2SO_4 , пока фильтрат не станет прозрачным, а затем дистиллированной водой. Фильтр с осадком доводили до воздушно-сухого состояния. Для оценки биологической активности полученных гуминовых препаратов готовили рабочий раствор, для чего 0,554 г сухого препарата растворяли в 1 л воды, подщелоченной NaOH. Исследование биологической

активности проводили в чашках Петри на двойном слое плотной фильтровальной бумаги. В качестве тест-объекта использовали *Raphanus sativus* L. сорта Красный великан. В каждую чашку Петри помещали по 10 мл раствора, в котором содержалось от 1 до 5 мл рабочего раствора в зависимости от варианта. В качестве контроля использовался вариант с дистиллированной водой. На дно чашек Петри укладывали фильтровальную бумагу в два слоя и равномерно выкладывали по 25 семян тест-культуры. Повторность опыта трехкратная.

Результаты и обсуждение. Использование экспериментального препарата ГВ преимущественно способствовало снижению общей массы корней у проростков *Raphanus sativus* L. по сравнению с контролем. Наиболее значительное снижение средней массы корней отмечалось в чашках Петри с дозой ГВ 1 и 3 мл (–18,9 и 24,3 % соответственно). В целом увеличение дозы ГВ способствует повышению общей массы корней проростков, однако выявленная корреляция была умеренной ($r = 0,45$). Таким образом, под влиянием дозы ГВ 5 мл средняя масса корней тест-культуры повышалась до 0,038 г/шт, что в целом было сопоставимо со значением, полученным в контроле, – 0,037 г/шт (рисунок 1). Возможно, дальнейшее увеличение дозы биологически активного препарата приведет к еще более значимому приросту показателя, для чего следует провести дополнительные исследования.

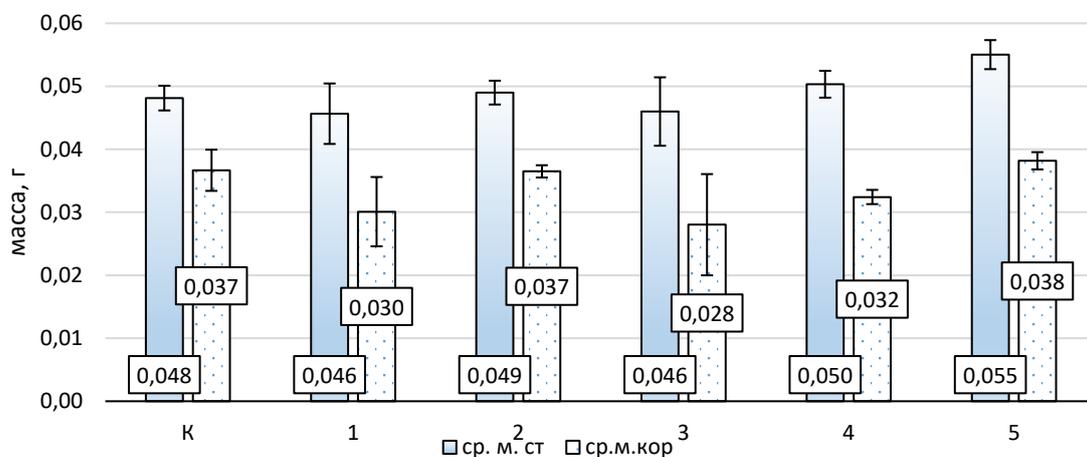


Рисунок 1 – Влияние раствора ГВ на среднюю массу корней и стеблей проростков *Raphanus sativus* L.

Более тесная связь с дозой ГВ отмечается нами при анализе общей массы надземной части проростков тест-культуры ($r = 0,83$). При этом отмечается, что применение ГВ в малых концентрациях оказывало ингибирующее влияние на регистрируемый показатель. Так, под влиянием дозы ГВ 1–2 мл средняя масса стеблей редиса снижалась на 4,99 % относительно

контроля (рисунок 1). Применение же максимальной дозы ГВ уже оказывало заметный стимулирующий эффект относительно контроля – +14,58 %.

Анализ изменения удельной массы стебля (г/мм) под влиянием ГВ также выявил преимущественно снижение массы корня относительно контроля, при этом тесной корреляционной связи изменения удельной массы корня с дозой экспериментального препарата не выявлено ($r = 0,57$). Следует отметить, что наибольшее снижение удельной массы зафиксировано в варианте с дозой ГВ 3 мл, однако здесь отмечается наиболее высокая ошибка среднего значения массы, что указывает на недостоверность отличий от значения в контроле. Наиболее высокое значение удельной массы корней выявлено у проростков в варианте, где применяли 5 мл ГВ (+51 % к контролю), при этом полученное отличие подтверждено статистически.

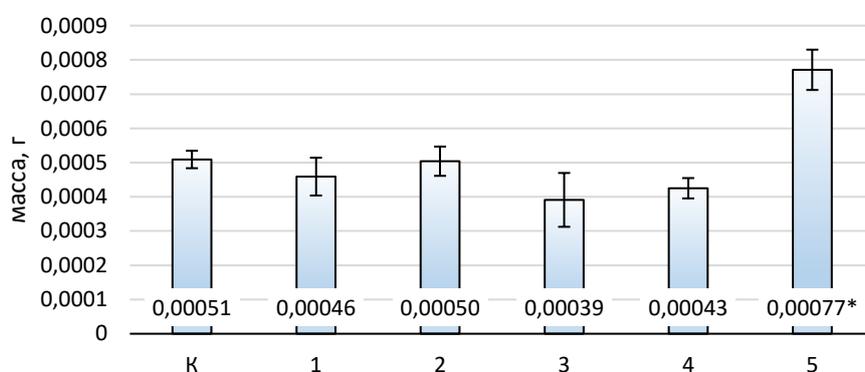


Рисунок 2 – Влияние ГВ на удельную массу 1 мм корней *Raphanus sativus* L. (* – достоверно при $P_{0,05}$)

Выводы. Гуминовые вещества, выделенные из коммерческого препарата «Оксидат торфа», оказывают преимущественно ингибирующее влияние на среднюю массу корней редиса. В варианте с применением ГВ в наиболее высокой концентрации выявлено достоверное стимулирование удельной массы корней на 51 %. Установлено повышение средней массы стеблей проростков редиса с увеличением дозы гуминового препарата ($r = 0,83$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Орлов, Д. С. Гумусовые кислоты почв / Д. С. Орлов. – М. : МГУ, 1974. – 332 с.
2. Оценка влияния органических удобрений на ростовые и биохимические параметры *Lepidium sativum* и *Raphanus sativus* / Л. В. Галактионова, А. И. Сизенцов, Н. А. Терехова, Д. Г. Фёдорова // Аграрная наука. – 2024. – № 381 (4). – С. 89–93.

К содержанию

С. П. РЕВУЦКИЙ

Минск, БГПУ имени Максима Танка

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

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
С ТЕПЛОВЫМ ПОДОГРЕВОМ НА ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ
OCIMUM BASILICUM L. СОРТА ЛЕТТУС ЛИФ**

Актуальность. Базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) – пряно-ароматическая культура, которая ценна своим пищевым, ароматическим и фармакологическим действием. Эфирное масло базилика характеризуется антиоксидантной, иммуномодулирующей и обезболивающей активностью, а также способствует улучшению психоэмоционального состояния [1]. Кроме того, базилик рассматривается как потенциальное сырье для создания природных коагулянтов, способных заменить синтетические аналоги при очистке сточных вод, что открывает новые горизонты в биотехнологических разработках [2]. Современные методы культивирования *in vitro* *Ocimum basilicum* позволяют существенно повысить содержание биологически активных веществ, таких как розмариновая и цикориевая кислоты, эвгенол и кофеиновая кислота [3]. Однако необходимо продолжить поиск эффективных недорогих экологичных методов воздействия на семена пряно-ароматических культур, повышающих их посевные качества и активизирующих ростовые процессы. Одним из таких факторов может быть электромагнитное излучение (далее – ЭМИ) и его различные модификации. При этом необходимо выяснить, как влияет данное воздействие на аппарат фотосинтеза, во многом определяющий процессы роста и развития растений.

Цель – оценка влияния предпосевного воздействия ЭМИ в сочетании с тепловым подогревом на накопление основных фотосинтетических пигментов в листьях базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) сорта Леттус лиф.

Материалы и методы. Семена базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) сорта Леттус лиф подвергались обработке электромагнитным излучением с тепловым подогревом на специализированных установках НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ. Варианты обработки включали излучение длительностью 2 минуты, 2,5 минуты и 3 минуты. Контрольная группа (К) оставалась без воздействия электромагнитного поля. Затем семена контрольной и опытных групп высаживались по 30 штук на фильтровальную бумагу в чашки Петри и выращивались при температуре

21–22 °С и естественном освещении. Повторность опыта трехкратная. Все измерения проводились на 34-й день после высадки. Количественное определение уровня фотосинтетических пигментов проводили по методике, описанной в работе [4], на спектрофотометре Specord-50 (Германия), экстракцию проводили 100 %-м ацетоном. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием программы M. Excel.

Результаты и обсуждение. Проведённый анализ влияния предпосевного воздействия электромагнитным излучением (ЭМИ) с тепловым подогревом на накопление фотосинтетических пигментов в листьях *Ocimum basilicum* L. сорта Леттус лиф выявил значительные отклонения по сравнению с контрольной группой (рисунок 1).

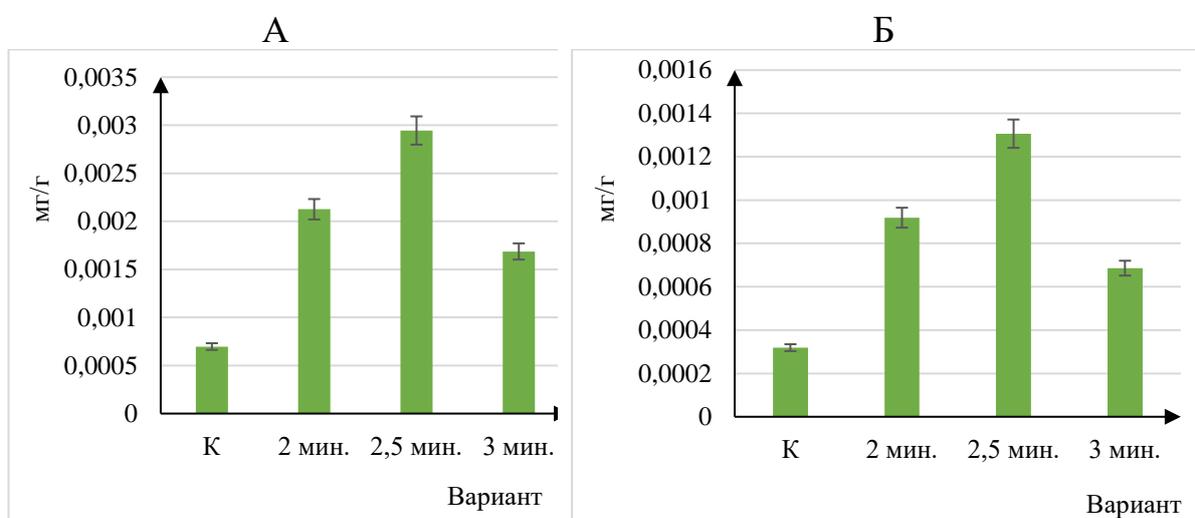


Рисунок 4 – Влияние ЭМИ на накопление хлорофилла *a* (А) и *b* (Б) в листьях *Ocimum basilicum* L. сорта Леттус лиф

Обработка семян ЭМИ привела к существенному увеличению содержания хлорофилла *a* (А) и *b* (Б) в листьях базилика. Отмечен нелинейный рост количества основного фотосинтетического пигмента хлорофилла (хл) *a* с увеличением времени воздействия ЭМИ – при 2-минутном воздействии наблюдалось увеличение хлорофилла *a* в 3,05 раза, 2,5 минуты – в 4,23 раза, 3 минуты – в 2,4 раза по сравнению с контролем (рисунок 1, А). Аналогичная тенденция отмечалась и для дополнительного светособирающего пигмента хлорофилла *b*, повышающего общую эффективность процесса фотосинтеза в усвоении квантов коротковолнового видимого спектра: 2 минуты – увеличение в 2,9 раза, 2,5 минуты – в 4,09 раза и 3 минуты – в 2,15 раза относительно контроля (рисунок 1, Б).

В ходе исследований выявлены сдвиги в накоплении общей фракции каротиноидов (рисунок 2) после воздействия ЭМИ: в течение 2 минут –

увеличение содержания каротиноидов в 3,3 раза, 2,5 минуты – в 3,96 раза, при трёхминутном воздействии – в 2,34 раза по сравнению с контрольными значениями. Эти наблюдения подтверждают, что воздействие ЭМИ не только способствует синтезу хлорофиллов, но и стимулирует биосинтез каротиноидов, что может положительно сказаться на защите растения от окислительного стресса.

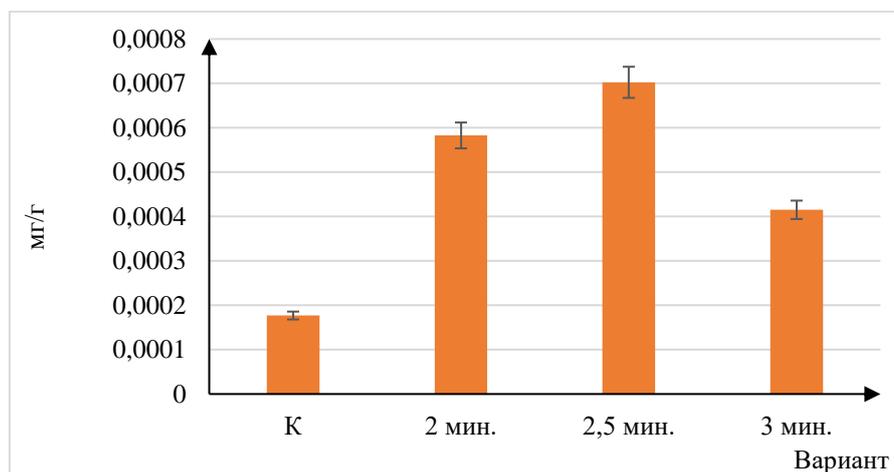


Рисунок 2 – Влияние ЭМИ на количество каротиноидов в листьях *Ocimum basilicum* L. сорта Леттус лиф

Данные, представленные в таблице 1, позволяют оценить изменения в соотношении содержания фотосинтетических пигментов в листьях *Ocimum basilicum* L.

Таблица – Влияние режимов ЭМИ на соотношение фотосинтетических пигментов в проростках *Ocimum basilicum* L. сорта Леттус лиф

Вариант	Соотношение пигментов	
	хл a / хл b	Σ (хл a +хл b) / каротиноиды
К	2.17	5.74
2 минуты	2.32	5.30
2,5 минуты	2.29	7.52
3 минуты	2.40	5.77

Установлено положительное смещение в пуле фотосинтетических пигментов в сторону хл a вследствие увеличения отношения хл a / хл b : при 2-минутном воздействии – на 7 %, при 2,5-минутном – на 5,3 %, а при 3-минутном – на 10,7 % по сравнению с контрольными значениями. В то же время по соотношению содержания суммарной фракции хлорофиллов к каротиноидам отмечена разнонаправленная реакция растений: после 2-минутного воздействия произошло его снижение на 7,6 %, а 2,5-минутное

воздействие привело к росту на 31,2 % относительно контроля, что свидетельствует об увеличении доли каротиноидов после 2 минут обработки ЭМИ и ее снижении после 2,5-минутного воздействия.

Выводы. Полученные в ходе выполнения исследований результаты свидетельствуют о том, что предпосевная обработка семян базилика с использованием ЭМИ в сочетании с тепловым подогревом оказывает пигментов. Оптимальный режим обработки, по видимым изменениям в содержании хлорофиллов и каротиноидов, наблюдается при 2,5-минутном воздействии, что обеспечивает максимальное стимулирующее действие на синтез пигментов. Повышение уровня хлорофиллов может свидетельствовать о потенциальном увеличении фотосинтетической способности растений, а рост содержания каротиноидов указывает на усиление защитных механизмов, направленных на снижение окислительного стресса, и косвенно влияет на повышение интенсивности процесса фотосинтеза.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь, грант «Оценка влияния комплекса электромагнитных воздействий на физиолого-биохимические процессы пряно-ароматических и овощных культур».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тонковцева, В. В. Психофизиологическое состояние и показатели сердечно-сосудистой системы людей пожилого возраста при использовании эфирного масла базилика обыкновенного / В. В. Тонковцева, И. А. Батура // Бюллетень ГНБС. – 2017. – № 124. – С. 89–97.

2. Юлдашов, Б. С. Методы получения природного коагулянта из растения *Ocimum basilicum* / Б. С. Юлдашов, С. Сердаров, О. Ш. Шыхлыева // Символ науки. – 2024. – № 5. – С. 30–32.

3. Тихонов, С. Л. Оптимизация культивирования и активации биологических активных веществ в условиях *in vitro* каллусной культуры базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum*) / С. Л. Тихонов, М. Н. Харапаев, О. Ш. Шыхлыева // Индустрия питания. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 105–112.

4. Мазец, Ж. Э. Практикум по физиологии растений / Ж. Э. Мазец, И. И. Жукова, А. А. Деревинская. – Минск : БГПУ, 2017. – 176 с.

К содержанию

Д. С. РЕДЖЕПОВ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ВЛИЯНИЕ ТЕТРАСУКЦИНАТА 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ГРЕЧИХИ ПОСЕВНОЙ (*FAGOPYRUM
ESCULENTUM* MOENCH.) СОРТА АЛЬФА**

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

Но в Республике Беларусь, даже несмотря на способность этой культуры к произрастанию на самых неплодородных, в том числе песчаных и супесчаных, почвах, её производство в последние десятилетия было не всегда рентабельно из-за сравнительно невысокой урожайности и низкой устойчивости ко многим неблагоприятным факторам, особенно климатическим. Как теплолюбивая культура, она очень чувствительна к низким температурам, которые характерны в послевсходовый период. Из-за поверхностной корневой системы она страдает от недостатка влаги, что также нередко в нашей местности в последние годы. Эти недостатки можно хотя бы частично компенсировать использованием препаратов, содержащих биологически активные вещества. К ним относятся и брассиностероиды (далее – БС). Их применение для повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды и продуктивности описано неоднократно [2]. Предполагают, что оно основано на их гормональной активности, так как сравнительно недавно они были выделены в отдельный, пятый класс растительных гормонов [3].

На основе всего комплекса исследований в Республике Беларусь два препарата стероидной природы (эпибрассинолид и гомобрассинолид) были зарегистрированы как стимуляторы прежде всего корнеобразования, а также роста, развития и устойчивости различных сельскохозяйственных культур под торговыми марками «Эпин» и «Эпин-плюс» [4]. Положительное действие растворов БС в определенных концентрациях на гречиху посевную в лабораторных и полевых экспериментах было установлено также в исследованиях, проведенных при выполнении задания ГПНИ в БрГУ имени А. С. Пушкина в 1996–2000 гг. [5; 6]. С целью создания новых, более эффективных препаратов для сельского хозяйства сотрудниками лаборатории химии стероидов ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси» были созданы вещества с предположительно высокой биологической активностью – конъюгаты БС с органическими кислотами, в том числе индолилуксусной, также являющейся гормоном высших растений. Их действие исследовано еще очень мало, поэтому анализ их влияния на показатели всхожести, роста и развития гречихи очень актуален и необходим для подбора оптимальных доз препаратов.

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

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

Тест-объектом в исследованиях являлась гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Альфа. Это районированный во всех областях Республики Беларусь тетраплоидный сорт детерминантного морфотипа. Обладает достаточно хорошей устойчивостью к полеганию стеблестоя и осыпанию семян. Технические и крупяные качества хорошие. Отличается высокой выравненностью и крупностью зерна, выравненность зерна 99,2 %, плёнчатость 26,5 %, выход крупы 61,5 %, крупяного ядра 86 %, содержание белка в крупе 14,0 %. Масса 1000 семян в среднем по сортоучасткам 42,9 г. Средняя урожайность зерна за 2016–2018 гг. испытания составила 25,6 ц/га, а максимальная урожайность – 36,9 ц/га [9].

Результаты исследований. Проведенные исследования влияния ТС в сравнении с ЭК и ЯК на морфометрические параметры гречихи посевной сорта Альфа показали, что весь заявленный спектр концентраций ТС оказал стимулирующее действие относительно на энергию прорастания и на всхожесть. Разница энергии прорастания относительно контроля составила от +1,1 % при действии максимальной концентрации и +15,4 % при обработке семян дозой 10^{-8} М. Необходимо ответить достоверное действие трех концентраций ТС – 10^{-10} – 10^{-8} М. На всхожесть только две дозы ТС влияли достоверно – 10^{-8} и 10^{-9} М (+8,8 и +6,4 % соответственно) (таблица).

Таблица – Влияние тетраэтилового 24-эпикастастерона и янтарной кислоты на энергию прорастания и всхожесть гречихи посевной сорта Альфа

Концентрация, М	Энергия прорастания		Всхожесть	
	(%)	% к контролю	(%)	% к контролю
Тетраэтиловый 24-эпикастастерон (ТС)				
Контроль	68,0 ± 2,35	100,0	85,5 ± 2,69	100,0
10^{-11}	69,5 ± 2,94	102,2	87,0 ± 2,32	101,8
10^{-10}	74,5 ± 2,19*	109,6	89,5 ± 2,55	104,7
10^{-9}	76,0 ± 2,81*	111,8	91,0 ± 2,30*	106,4
10^{-8}	78,5 ± 2,11**	115,4	93,0 ± 2,95*	108,8
10^{-7}	69,0 ± 3,15	101,5	86,5 ± 2,27	101,2
Янтарная кислота (ЯК)				
Контроль	64,5 ± 1,76	100,0	84,0 ± 2,17	100,0
$4 \cdot 10^{-11}$	62,5 ± 2,19	96,9	86,5 ± 2,85	103,0
$4 \cdot 10^{-10}$	65,5 ± 2,53	101,6	82,5 ± 2,33	98,2
$4 \cdot 10^{-9}$	63,0 ± 2,12	97,7	85,5 ± 1,68	101,8
$4 \cdot 10^{-8}$	64,0 ± 1,84	99,2	83,0 ± 1,73	98,8
$4 \cdot 10^{-7}$	63,5 ± 2,26	98,4	82,0 ± 2,65	97,6
$4 \cdot 10^{-6}$	68,5 ± 2,13*	106,2	87,5 ± 3,12	104,2

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

Действие ЯК на энергию прорастания было достоверным только в дозе $4 \cdot 10^{-6}$ М (+6,2 % к контролю). Лозы $4 \cdot 10^{-11}$, $4 \cdot 10^{-9}$ – $4 \cdot 10^{-7}$ М несущественно подавляли показатель энергии прорастания в среднем на 1,95 %. На всхожесть ни одна из концентраций ЯК достоверного влияния не оказала.

На высоту проростка все концентрации ТС, кроме 10^{-10} М, оказали стимулирующее действие. Максимальное достоверное действие оказали дозы 10^{-8} и 10^{-9} М (+14,9 и 8,5 % к контролю). Максимально эффективным по отношению к контролю оказалось действие ТС в дозе 10^{-9} М (+3,4 %). Достоверное действие по отношению к контролю ЯК оказывала в одной дозе – $4 \cdot 10^{-6}$ М. Разница с контролем составила 6 %. Достоверного воздействия на длину корешка ни одна из заявленных концентраций не оказала.

На массу побегов и корневой системы ТС в основном оказывал положительный эффект. На оба показателя оказалось достоверным влияние двух доз – 10^{-8} и 10^{-9} М. Подавляющее действие на массу побегов было оказано концентрацией 10^{-10} М и дозой 10^{-7} М на массу корневой системы.

ЯК в концентрации $4 \cdot 10^{-6}$ М оказывала достоверный положительный эффект на оба показателя. В дозах $4 \cdot 10^{-9}$ и $4 \cdot 10^{-8}$ М наблюдалось несущественное отклонение от контроля на показатель массы побега. На массу корневой системы такой эффект оказали дозы $4 \cdot 10^{-10}$ М и $4 \cdot 10^{-8}$ М.

Заключение. Биологическая активность тетрасукцината не может быть обусловлена действием янтарной кислоты, а зависит в большей степени от стероидного фрагмента молекулы. Кислотные фрагменты молекулы изменяют физико-химические свойства вещества, чем может объясняться большая активность тетрасукцината ЭК по сравнению с самим эпикастастероном.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
3. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. – Минск : Промкомплекс, 2014. – 628 с.
5. Кароза, С. Э. Влияние брассиностероидов на морфометрические показатели гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) в лабораторных и полевых условиях (Брестская область) / С. Э. Кароза // Весн. Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2018. – № 2. – С. 38–44.
6. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.
7. Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия: СТБ 1073-97. – Введ. 01.10.97. – Минск, 1986. – 18 с.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.
9. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород. – URL: <http://sorttest.by/gosudarstvennyy-reyestr-sortov-2020-1> (дата обращения: 10.03.2021).

К содержанию

Ж. Я. РЕПЕТУЕВА, А. А. САПСАЛЕВА

Минск, БГУ

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

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ, ЧУЖЕРОДНЫЕ ДЛЯ БЕЛАРУСИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В МОГИЛЕВСКОМ РАЙОНЕ

Актуальность. Неконтролируемые биологические инвазии являются одной из глобальных экологических проблем современности. К числу инвайдеров относятся многие живые организмы, в том числе и микроскопические грибы и грибоподобные организмы, поражающие растения [1–3]. Выявление чужеродных фитопатогенных микромицетов в определенных регионах Беларуси является актуальным, поскольку позволяет проследить динамику распространения инвайдеров по территории нашей республики, оценить и прогнозировать темп инвазий. Однако многие регионы Беларуси, в том числе и Могилевский район, относятся к неисследованным на предмет наличия чужеродных фитопатогенных микромицетов.

Цель – скрининг на чужеродность для Беларуси фитопатогенных микромицетов, выявленных на территории Могилевского района.

Материалы и методы. Материалом явились фитопатогенные микроскопические грибы и грибоподобные организмы, обнаруженные в Могилевском районе и находящиеся в микологических коллекциях Гербария БГУ (*MSKU-F*) и кафедры ботаники БГУ (коллекторы И. С. Гирилович, Н. В. Ковалев, В. В. Лабковская, Ж. Я. Репетуева, А. А. Сапсалева, П. В. Слепченко). Микромицеты были собраны в 1999–2024 гг. в г. Могилеве и на других территориях Могилевского района (аг. Княжицы, аг. Кадино, аг. Мосток, д. Старое Пашково, д. Тараново), расположенного в пределах геоботанической подзоны дубово-темнохвойных лесов Оршанско-Могилевского геоботанического округа, Оршанско-Приднепровского геоботанического района Беларуси [4]. На предмет вычленения микромицетов, чужеродных для Беларуси, были проанализированы также опубликованные списки фитопатогенных микромицетов, найденных в Могилевском районе [5–8].

В работе использован сравнительно-аналитический метод микологических и фитопатологических исследований. Для установления статуса чужеродности микромицетов использован подход, опубликованный в работе В. Д. Поликсеновой и А. К. Храмцова [2]. Систематическое положение пораженных растений отмечали по «Определителю высших растений Беларуси» [9]. Принадлежность растений к чужеродным видам уточняли по сводке «Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные

растения» [10]. Латинские названия микромицетов и растений даны с учетом Международных глобальных баз данных Index Fungorum и Plants of the World Online (Royal Botanic Garden KEW) соответственно [11; 12].

Результаты и обсуждение. Анализ данных литературы показал, что из числа фитопатогенных микромицетов Могилевского района, приведенных в трудах С. М. Тупеневи́ча 1930 и 1932 гг., 4 вида относятся к чужеродным для Беларуси: *Urocystis occulta* (Wallr.) Rabenh. на *Secale cereale* L., *Puccinia malvacearum* Bertero ex Mont. на *Alcea rosea* L., *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. на *Brassica napus* L., *Septoria cannabidis* (Lasch) Sacc. на *Cannabis sativa* L. [5; 6].

Из перечня фитопатогенных микромицетов Гербария Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) НАН Беларуси, опубликованного в 2006 г., для территории вышеуказанного района можно выделить только один чужеродный вид – *Peronospora ornithopi* Gäum. на *Ornithopus sativus* Brot. [7].

В списке мучнисторосяных грибов, собранных в Могилевском районе и приведенных в монографии И. С. Гириловича, 7 видов являются чужеродными для нашей республики: *Erysiphe berberidis* DC. на *Berberis vulgaris* L., *E. convolvuli* DC. на *Convolvulus tricolor* L., *E. flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam. на *Aesculus hippocastanum* L., *E. syringae* Schwein. на *Syringa vulgaris* L., *Golovinomyces asterum* (Schwein.) U. Braun на *Symphyotrichum novi-belgii* (L.) G.L. Nelson, *G. magnicellulatus* (U. Braun) V.P. Heluta на *Phlox paniculata* L., *Podosphaera spiraeae* (Sawada) U. Braun & S. Takam. на *Spiraea japonica* Cambess [8].

Среди микроскопических возбудителей микозов растений, выявленных на территории Могилевского района (коллекторы И. С. Гирилович, Ж. Я. Репетуева, П. В. Слепченко) и хранящихся в микологической коллекции Гербария БГУ (MSKU-F), к числу чужеродных для Беларуси относятся 8 видов: *Erysiphe berberidis* DC. на *Berberis vulgaris* L., *E. convolvuli* DC. на *Convolvulus tricolor* L., *E. flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam. на *Aesculus hippocastanum* L., *E. sedi* U. Braun на *Hylotelephium ×mottramianum* J.M.H. Shaw & R. Stephenson, *E. syringae* Schwein. на *Syringa vulgaris* L., *Golovinomyces asterum* (Schwein.) U. Braun на *Symphyotrichum novi-belgii* (L.) G. L. Nelson, *G. magnicellulatus* (U. Braun) V.P. Heluta на *Phlox paniculata* L., *Podosphaera spiraeae* (Sawada) U. Braun & S. Takam. на *Spiraea japonica* Cambess., *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Steud. на *Phaseolus vulgaris* L.

В результате проведенной инвентаризации сборов фитопатогенных микромицетов, хранящихся на кафедре ботаники БГУ, для Могилевского района нами обнаружены 33 вида патогенов, чужеродных для Беларуси, перечень которых приводится ниже. Новыми в статусе чужеродных для нашей страны являются микромицеты 25 видов (в списке отмечены знаком *).

OOMYCOTA: **Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary на *Solanum lycopersicum* L.

ASCOMYCOTA: *Erysiphe berberidis* DC. на *Berberis vulgaris* L.; *E. convolvuli* DC. на *Convolvulus arvensis* L.; **E. corylacearum* U. Braun & S. Takam. на *Corylus avellana* L.; **E. fraxinicola* U. Braun & S. Takam. на *Fraxinus excelsior* L.; *E. flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam. на *Aesculus hippocastanum* L.; **E. intermedia* (U. Braun) U. Braun на *Lupinus polyphyllus* Lindl.; **E. macleayae* R.Y. Zheng & G.Q. Chen на *Chelidonium majus* L.; **E. necator* Schwein. на *Vitis vinifera* L.; *E. sedi* U. Braun на *Hylotelephium ×mottramianum* J.M.H. Shaw & R. Stephenson; **E. syringae-japonicae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. на *Syringa vulgaris* L.; **E. vanbruntiana* (W.R. Gerard) U. Braun & S. Takam. на *Sambucus racemosa* L.; **Golovinomyces ambrosiae* (Schwein.) U. Braun & R.T.A. Cook на *Helianthus tuberosus* L.; *G. asterum* (Schwein.) U. Braun на *Symphyotrichum* sp., *Solidago canadensis* L.; **G. cucurbitacearum* (R.Y. Zheng & G.Q. Chen) Vokal. & Kliron. на *Cucurbita pepo* L., *Cucumis sativus* L.; *G. magnicellulatus* (U. Braun) V.P. Heluta на *Phlox paniculata* L.; **Podosphaera amelanchieris* Maurizio на *Amelanchier ×spicata* (Lam.) K. Koch; **P. mors-uvae* (Schwein.) U. Braun & S. Takam. на *Ribes uva-crispa* L.; *P. spiraeae* (Sawada) U. Braun & S. Takam. на *Spiraea* sp.

BASIDIOMYCOTA: **Gymnosporangium sabiniae* (Dicks.) G. Winter на *Pyrus communis* L.; **Puccinia helianthi-mollis* (Schwein.) H.S. Jacks. на *Helianthus annuus* L.; *P. malvacearum* Bertero ex Mont. на *Alcea rosea* L.; **P. pelargonii-zonalis* Doidge на *Pelargonium ×hybridum* (L.) L'Hér.

DEUTEROMYCOTA: **Ramularia spiraeae* Peck на *Spiraea* sp.; **Cercospora chrysanthemi* Heald & F.A. Wolf на *Chrysanthemum indicum* L.; **Cercospora meliloti* Oudem на *Melilotus albus* Medik.; **Cylindrosporium maculans* (Bérenger) Jacz. на *Morus alba* L.; **Marssonina juglandis* (Lib.) Magnus на *Juglans regia* L.; **Sphaceloma symphoricarpi* Barrus & Horsfall на *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake; **Phyllosticta cotoneastri* Allesch. на *Cotoneaster acutifolius* Turcz.; **Ph. negundinis* Sacc. & Speg. на *Acer negundo* L.; **Ph. paviae* Desm. на *Aesculus hippocastanum* L.; **Septoria petroselini* Desm. на *Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss.

В качестве новых хозяев для патогенов, вызывающих мучнистую росу, зарегистрированы растения 2 видов: *Convolvulus arvensis* L. (для *Erysiphe convolvuli* DC.) и *Solidago canadensis* L. (для *Golovinomyces asterum* (Schwein.) U. Braun), что указывает на расширение у инвайдеров трофической базы на новых территориях.

Результаты исследований показали, что в период с 1928 г. по 2024 г. на территории Могилевского района отмечается увеличение числа видов чужеродных для Беларуси фитопатогенных микромицетов и питающих их растений. Важную роль здесь играет проникновение в указанный временной

промежуток на территорию Могилевского района новых растений-интродуцентов и их патогенов, а также изменение регионального климата, интенсификация межгосударственных и межрегиональных грузо- и пассажиропотоков. Наличие небольшого количества инвайдеров в ранее опубликованных списках фитопатогенных микромицетов может быть связано с недостаточной изученностью микобиоты района по причине эпизодичности исследований [5–8].

Выводы. Учитывая данные литературы и результаты нашего анализа гербарного материала коллекционных фондов БГУ можно заключить, что в Могилевском районе отмечены 39 видов фитопатогенных микромицетов, чужеродных для Беларуси. Патогены принадлежат к 4 отделам: Oomycota (2 вида, 5,1 %), Ascomycota (19 видов, 48,7 %), Basidiomycota (6 видов, 15,4 %) и Deuteromycota (12 видов, 30,8 %). Доминирующими инвайдерами по количеству видов среди выявленных являются сумчатые грибы (19 видов, 48,7 %), принадлежащие к порядку Erysiphales. Среди родов преобладают грибы рода *Erysiphe* (12 видов, 30,8 %).

Фитопатогенные микромицеты обнаружены на дикорастущих и культивируемых покрытосеменных растениях 41 вида, 37 родов и 25 семейств. Доминируют пораженные фитопатогенами представители семейства Asteraceae (6 видов, 14,6 %). Хозяева фитопатогенов отнесены к 6 видам деревьев (14,6 %), 10 видам кустарников (24,5 %), 1 виду деревянистых лиан (2,4 %) и 24 видам травянистых растений (58,5 %).

Все выявленные инвайдеры принадлежат к фитопатогенам филло--планы и являются причиной 11 микозов растений (пероноспороз, мучнистая роса, головня, ржавчина, рамуляриоз, альтернариоз, церкоспороз, коккомикоз, антракноз, филлостиктоз, септориоз), среди которых по количеству возбудителей доминирует мучнистая роса (19 видов, 48,7 %).

Полученные сведения о 39 видах чужеродных фитопатогенных микромицетов Могилевского района будут полезными при составлении общего перечня чужеродных фитопатогенных микромицетов Беларуси, изучении проникновения в республику инвайдеров и динамики распространения их в пределах страны, разработке способов контроля вредоносных патогенов в агрофитоценозах.

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

Работа выполнена в рамках НИР (№ ГР 20211704) «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограммы «Биоразнообразие, биоресурсы, экология».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А. Ф. Алимов, Н. Г. Богуцкая, М. И. Орлова [и др.]. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2004. – 436 с.
2. Поликсенова, В. Д. Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси / В. Д. Поликсенова, А. К. Храмцов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2015. – № 3. – С. 43–48.
3. Чужеродные растения и фитопатогенные микромицеты в Беларуси: реальная и потенциальная опасность / В. Д. Поликсенова, М. А. Джус, А. К. Храмцов [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2016. – № 3. – С. 60–67.
4. Растительный покров Белоруссии (с картой м. 1:1000000) / АН БССР ; ред. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1969. – 176 с.
5. Тупяневіч, С. М. Грыбныя паразыты БССР, сабраныя ўлетку 1928 і 1929 г. / С. М. Тупяневіч // Працы Горы-Гарэцкага навуковага таварыства. – Горы-Горкі, 1930. – Т. 7. – С. 215–234.
6. Тупяневіч, С. М. Грыбныя паразыты БССР, сабраныя ў 1930 і 1931 г. : зб. прац / С. М. Тупяневіч // Беларус. акад. навук, Ін-т біял. навук. – Менск : Выд-ва Акад. навук БССР, 1932. – Ч. 2. – С. 79–95.
7. Макромицеты, микромицеты и лишенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) / науч. ред. В. И. Парфенов, О. С. Гапиенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 501 с.
8. Гирилович, И. С. Мучнисторосяные грибы (порядок Erysiphales) Беларуси / И. С. Гирилович. – Минск : БГУ, 2018. – 279 с.
9. Определитель высших растений Беларуси / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
10. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / 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.
11. Index Fungorum : database. – URL: <http://indexfungorum.org> (date of access: 23.03.2025).
12. Plants of the World Online (Royal Botanic Garden, Kew) : database. – URL: <http://powo.science.kew.org> (date of access: 23.03.2025).

К содержанию

М. В. РУСАВУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ИЗМЕНЕНИЕ РОСТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОДНОЛЕТНЕГО ПРИ ЭКЗОГЕННОЙ ОБРАБОТКЕ БРАССИНОСТЕРОИДАМИ

Актуальность. Сегодня описано большое количество исследований успешного использования brassinosteroidов для регулирования морфометрических параметров растений, однако увеличение спектра протестированных, а главное, актуальных и перспективных для выращивания в Республике Беларусь культур – важная задача. Данное исследование позволило определить наиболее эффективные способы обработки эпикастастероном и его конъюгатом с янтарной кислотой с целью повышения ростовых параметров подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.).

Подсолнечник – это масличная культура, которая обладает перспективами использования в качестве сырьевого материала для биотоплива. Стоит также отметить, что подсолнечник зарекомендовал себя как фиторемедиационная культура [1].

Цель – оценить изменение ростовых параметров подсолнечника однолетнего сорта Гелиос при внекорневой (опрыскивание) и предпосевной (замачивание) обработке brassinosteroidами.

Материалы и методы. Объектом исследования были эпикастастерон (далее – ЭК) и его конъюгат с янтарной кислотой – тетрасукцинат 24-эпикастастерона (далее – СК) в концентрациях 10^{-8} и 10^{-10} М. Выбор рабочих концентраций обусловлен проведенными ранее лабораторными опытами [2]. В качестве тест-объекта выбран подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) сорта Гелиос. Он является одним из наиболее распространенных сортов, так как относится к раннеспелым, отличается высокой урожайностью и устойчивостью к различным заболеваниям и вредителям, а также хорошо переносит засуху.

ЭК и его конъюгат с янтарной кислотой (СК) в концентрациях 10^{-8} и 10^{-10} М были протестированы в двух вариантах опыта: предпосевная обработка семян (замачивание) и опрыскивание растений на стадии появления первой пары настоящих листьев (V1) и на стадии бутонизации (R3). В качестве контроля выступали варианты с замачиванием семян в воде и обработка (опрыскивание) водой.

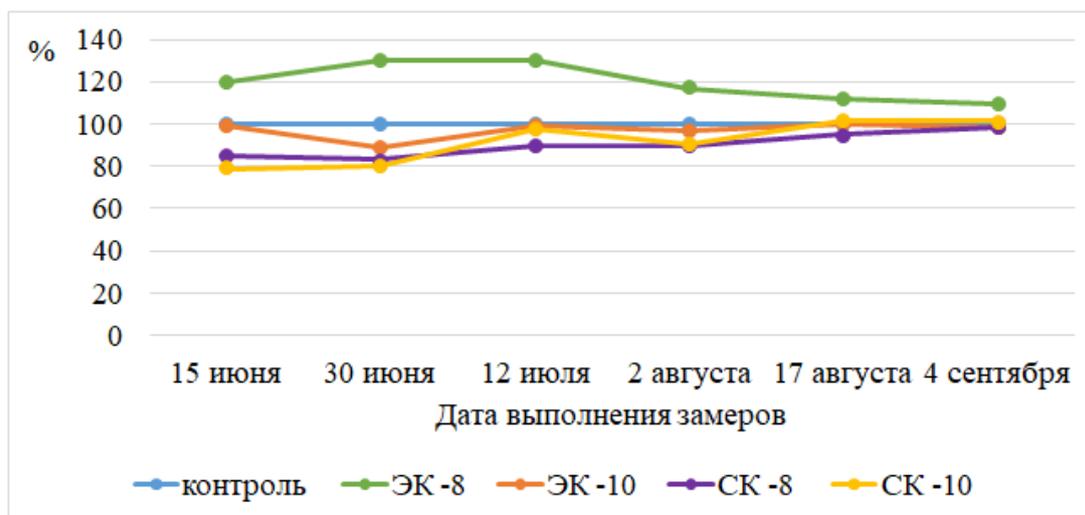
Семена подсолнечника однолетнего сорта Гелиос замачивали в течение 5 часов в растворах брассиностероидов с концентрациями 10^{-8} и 10^{-10} М. После замачивания семена высаживались на опытном поле. Была разработана следующая схема посадки: расстояние в ряду между растениями составляло 25 см, а для последующей механизированной обработки почвы мотоблоком было предусмотрено расстояние между рядами в 1 м. Таким образом, плотность посадки составила около 40 тыс. растений на гектар.

В 2023 г. посадка подсолнечника однолетнего была проведена 17 мая, первые всходы появились 3 июня. В период выращивания фиксировались метеоданные: максимальная и минимальная температура воздуха, средняя температура воздуха и количество осадков, а также их месячные суммы. В течение вегетационного периода были осуществлены все необходимые агротехнические мероприятия: прополки, рыхление почвы, подкормка и др., а также произведены измерения высоты стебля изучаемых растений.

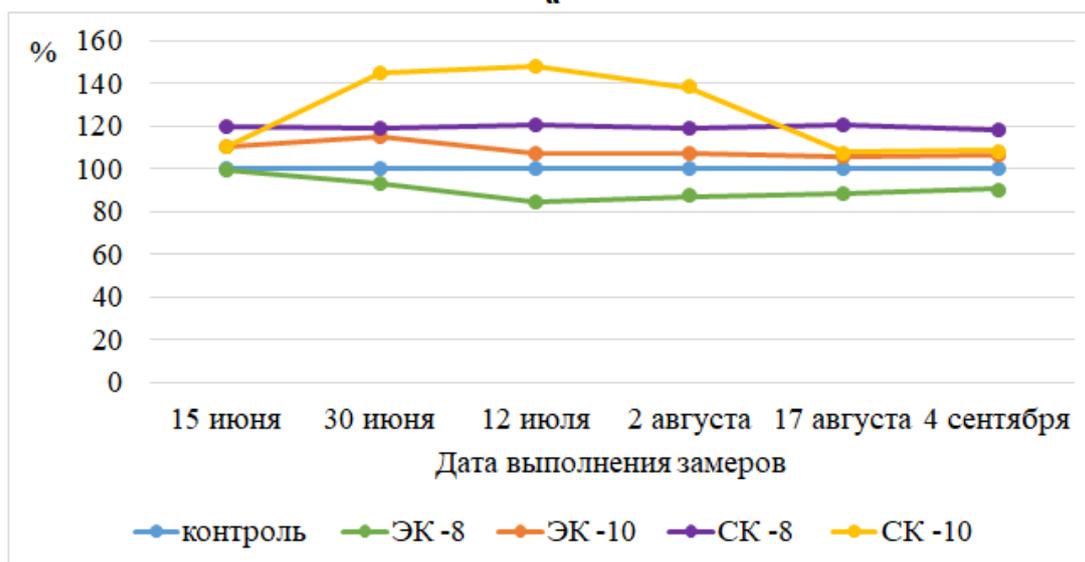
Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных полевых исследований установлено положительное действие брассиностероидов при предпосевной обработке семян подсолнечника однолетнего сорта Гелиос на их всхожесть: лучший показатель всхожести (93 %) отмечен при замачивании семян в растворе СК 10^{-8} М. Также положительное действие на данный параметр отмечено при использовании конъюгата в концентрации 10^{-10} М – всхожесть составляет 89 %. При замачивании семян в других исследуемых вариантах брассиностероидов положительного эффекта на их всхожесть не выявлено.

Оценка ростстимулирующего эффекта использования фитогормонов показала следующие результаты: при внекорневой обработке растений подсолнечника положительный эффект отмечен только для ЭК в концентрации 10^{-8} М. В начале вегетационного сезона ростовые параметры возрастают в среднем на 26,6 % по сравнению с контролем. К концу вегетационного сезона превышение ростовых параметров над контролем снижается до 10,5 % (рисунок, а). Использование ЭК в концентрации 10^{-10} М не оказывало статистически достоверного влияния на высоту стебля подсолнечника однолетнего сорта Гелиос.

Конъюгат ЭК с янтарной кислотой (СК) при внекорневой обработке растений подсолнечника показал ростингибирующий эффект на ранних стадиях вегетации: снижение параметра составляет в среднем 17,5 %, к концу периода вегетации ингибирующий эффект СК ослабевает и достоверных различий с контролем не отмечено (рисунок, а).



а



б

Рисунок – Динамика высоты стебля *Helianthus annuus* L. сорта Гелиос относительно контроля за период наблюдения (а – внекорневая обработка (опрыскивание); б – предпосевная обработка (замачивание))

При предпосевной обработке семян подсолнечника ЭК в исследуемых концентрациях, положительный эффект был отмечен только при применении раствора с концентрацией 10^{-10} М: на ранних этапах возрастание параметра составляло 10–15 %, а в конце сезона высота стебля отличалась от контроля незначительно и недостоверно (в среднем + 6 % к контролю). ЭК в концентрации 10^{-8} М в начале фазы вегетации не оказывал достоверного влияния на рост растений, а к концу вегетации отмечалось только ингибирующее и достаточно существенное действие – ростовые показатели в среднем снижены на 12,8 % (рисунок, б).

Изученные концентрации конъюгата СК оказывали стабильный положительный эффект на динамику роста подсолнечника. При замачивании семян в СК в концентрации 10^{-8} М наблюдается увеличение высоты стебля на 20 % относительно контроля и не снижается в ходе всего периода вегетации (рисунок, б). Использование СК в концентрации 10^{-10} М показало следующий результат: в начале сезона высота стебля в среднем на 46 % больше, чем у контрольных растений. К концу вегетации ростовые различия при использовании СК 10^{-10} М почти не различимы с контролем.

Выводы. В ходе полевого эксперимента установлен положительный эффект предпосевной обработки семян подсолнечника однолетнего на их всхожесть раствором СК. Положительная динамика роста при внекорневой обработке растений подсолнечника была отмечена только при использовании ЭК в концентрации 10^{-8} М. При предпосевной обработке растений подсолнечника ЭК в исследуемом диапазоне концентраций положительное действие отмечено только для раствора с концентрацией 10^{-10} М. Конъюгат ЭК с янтарной кислотой – тетрасукцинат 24-эпикастастерона (СК) – при предварительном замачивании семян оказал положительное влияние на высоту стебля подсолнечника однолетнего сорта Гелиос также только в концентрации 10^{-8} М.

*Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ Б22М-054 «Исследование влияния и разработка на его основе практических рекомендаций по применению методов обработки подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) и винограда (*Vitis* L.) брассиностероидами и их конъюгатами» (номер госрегистрации 20221039 от 01.07.2022).*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Phenotypic seedling responses of a metal-tolerant mutant line of sunflower growing on a Cu-contaminated soil series: potential uses for biomonitoring of Cu exposure and phytoremediation / A. Kolbas [et al.] // Plant and Soil. – 2014. – № 376. – P. 377–397.

2. Василевская, А. В. Изменение морфометрических параметров подсолнечника однолетнего при действии эпикастастерона и его конъюгата / А. В. Василевская, М. В. Русавук // Культурная и дикорастущая флора Белорусского Полесья : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 12 нояб 2022 г. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 38–41.

К содержанию

В. В. САВЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ ТЕТРАИНДОЛИЛАЦЕТАТА 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ ЯЧМЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО

Актуальность. Положительное влияние brassinosterоидов на рост и развитие растений установлено для ряда сельскохозяйственных культур. Но количество соединений этого класса с выраженной ростстимулирующей активностью крайне мало. Поэтому актуальной задачей остается изучение новых соединений из класса brassinosterоидов, способных улучшать физиолого-биохимические показатели сельскохозяйственных культур, в том числе конъюгатов brassinosterоидов с органическими кислотами.

Цель – оценить влияния конъюгата 24-эпикастастерона с индолилуксусной кислотой – тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона – на митотическую активность клеток корневой меристемы ячменя обыкновенного.

Материалы и методы. Воздействия осуществляли путем замачивания семян ячменя сорта Щедрый в растворах тетраиндолилацетата 24-эпикастастерона (S31) в концентрациях 10^{-11} , 10^{-10} , 10^{-9} , 10^{-8} , 10^{-7} и 10^{-6} Моль/л (М). Проращивание семян проводили согласно ГОСТ 12038-84. По достижении корешками длины 1,5–2 см их фиксировали в спирт-уксусном (3:1) фиксаторе, окрашивали ацетокармином, после чего готовили препараты клеток корневой меристемы. На основе результатов анализа препаратов определяли митотический индекс как показатель митотической активности клеток.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) во всех исследуемых концентрациях, за исключением самой высокой (10^{-6} М), увеличивает исследуемый показатель с 86,36 % в контроле до 99,4 % при концентрации 10^{-11} М, 103,68 % при концентрации 10^{-10} М, 143,62 % при концентрации 10^{-9} М, 98,28 % при концентрации 10^{-8} М и 91,45 % при концентрации 10^{-7} М. Только при действии S31 в концентрации 10^{-6} М наблюдается снижение митотического индекса до 77 %. Таким образом, тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона в диапазоне концентраций 10^{-11} – 10^{-7} существенно увеличивает митотическую активность клеток корневой меристемы ячменя, что свидетельствует об его ростстимулирующем действии.

К содержанию

УДК 592:502.4(476)

В. А. САМУСЕНКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕК БЕЛАЯ И ЛЕСНАЯ ПРАВАЯ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

Актуальность. Экосистемы национального парка «Беловежская пуца» в различные периоды испытывали на себе влияние различных антропогенных факторов. Во второй половине прошлого века на этих землях и прилегающих к ней территориях проводились широкомасштабные работы по мелиорации земель. Малые реки в силу особенностей формирования гидрологического режима весьма чувствительны к любому виду хозяйственной деятельности на водосборах, что отражается на гидрологическом, гидрохимическом и биотическом состоянии водных экосистем и требует их изучения.

Цель – выявить особенности таксономического состава макрозообентоса рек Белая и Лесная Правая на территории ГПУ «НП “Беловежская пуца”».

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2024 г. Отбор проб макрозообентоса осуществлялся методом кошения зарослей макрофитов гидробиологическим сачком стандартных размеров, разбора грунтов и обследования отдельных макрофитов. Собранный материал фиксировался в 70 %-м спирте. Разбор и определение материала выполнены в лаборатории научного отдела ГПУ «НП “Беловежская пуца”».

Выводы. В ходе проведенных исследований на исследуемых водотоках было зарегистрировано 82 вида макробеспозвоночных. В реке Белой было обнаружено 59 видов, которые относятся к трем типам: Mollusca, Annelida, Artropoda; 6 классам: Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinea, Crustacea, Arachnida, Insecta; 16 отрядам: Architaenioglossa, Pulmonata, Veneroidea, Rhynchobdellida, Arhynchobdellida, Isopoda, Amphipoda, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Heteroptera, Coleoptera, Megaloptera, Diptera. В реке Лесной Правой отмечено 43 вида, которые относятся к трем типам: Mollusca, Annelida, Artropoda; 5 классам: Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinea, Crustacea, Insecta; 14 отрядам: Pulmonata, Nаplotaxida, Rhynchobdellida, отряд Isopoda, Amphipoda, Araneae, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Heteroptera, Coleoptera, Megaloptera, Diptera, Lepidoptera.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что видовое разнообразие в р. Белой выше, чем в р. Лесной Правой.

К содержанию

А. С. СВИРИДЮК

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ТРОФИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НА ПРИМЕРЕ БИОТОПОВ КОБРИНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Жуки (отряд Coleoptera) распространены практически во всех ландшафтно-географических зонах и населяют большинство наземных экосистем. Высокая численность и приуроченность к различным биотопам, чувствительность к изменению экологической ситуации позволяет использовать почвенных жесткокрылых в качестве модельной группы для изучения структуры сообществ. На территории г. Кобриня подобные исследования проводились впервые.

Цель – определить трофическую специализацию почвенных жесткокрылых на исследованных биотопах г. Кобриня.

Материалы и методы исследования. Сбор почвенных жесткокрылых проводили с мая по август 2024 г. Для исследования выбрали три биотопа: Б1 – сосновый лес; Б2 – суходольный луг; Б3 – полиагроценоз. Для сбора материалы устанавливали почвенные ловушки Барбера.

Выводы. За полевой сезон 2024 г. на территории Кобринского района отловлено 193 экземпляра почвенных жесткокрылых из 42 видов, 13 семейств, 27 подсемейств и 37 родов. В видовом соотношении доминирует семейство Carabidae (Жужелицы) – 13 видов (или 31 % от общего числа) жесткокрылых насекомых. Доминируют зоофаги (12 видов, 29 %), питающиеся другими животными: *Broscus cephalotes* (Linnaeus, 1758), *Calathus erratus* (C.R.Sahlberg, 1827), *Calathus fuscipes* Goeze, 1777, *Cantharis fusca* Linnaeus, 1758, *Cantharis rustica* Fallen, 1807, *Cicindela sylvatica* Linnaeus, 1758, *Colymbetes fuscus* (Linnaeus, 1758), *Dytiscus marginalis* Linnaeus, 1758, *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792), *Phosphuga atrata* (Linnaeus, 1758), *Pterostichus niger* (Schaller, 1783), *Pterostichus strenuus* (Panzer 1796). Видов фитофагов и ксилофагов отмечено по 9 (21 %). Среди миксофитофагов, в чей рацион входит и животная, и растительная пища, оказались 8 видов (19 %). Выявлено 3 вида сапрофага (7 %): *Anoplotrupes stercorosus* (Scriba 1791), *Geotrupes stercorarius* (Linnaeus 1758), *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758. Отмечен один некрофаг (3 %) – *Silpha obscura* Linnaeus, 1758, питающийся падалью.

К содержанию

Ю. А. СВИСТУН

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

Научный руководитель – Я. А. Комаровская, старший преподаватель

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА «ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ»

Актуальность. В современном мире, насыщенном электронными устройствами, вопрос воздействия электромагнитного излучения (далее – ЭМИ) на живые организмы особенно важен. Недостаток информации о рисках и мерах предосторожности делает актуальным создание доступных образовательных ресурсов.

Цель – разработка электронного ресурса о теоретических и практических аспектах воздействия ЭМИ на живые организмы с рекомендациями по защите и интерактивными элементами.

Материалы и методы. Основными методами являлись:

- анализ научной литературы о влиянии ЭМИ на живые организмы;
- изучение принципов создания образовательных ресурсов: выбор формата, структуры, дизайна и платформы;
- разработка методики с интерактивными элементами для повышения вовлеченности и проверки знаний.

Выводы. Создание эффективного электронного ресурса по данной теме требует сбалансированного подхода, объединяющего технические и педагогические аспекты. Такой ресурс должен быть доступным, интерактивным и удобным для широкой аудитории.

Разработка электронного ресурса, посвященного воздействию ЭМИ на живые организмы, отвечает растущей потребности общества в достоверной информации и формировании культуры безопасного использования современных технологий.

Тщательный анализ научной литературы и глубокое изучение принципов разработки образовательных ресурсов позволили создать рабочую методику с активным использованием интерактивных элементов. Это позволяет существенно повысить вовлеченность пользователей в процесс обучения и обеспечить эффективную проверку усвоения полученных знаний.

Данный ресурс является ценным инструментом для просвещения широкой аудитории, позволяя каждому получить доступ к проверенной информации, и создаёт современную платформу для продуктивного обмена знаниями между пользователями.

К содержанию

Г. А. СИМОНЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ E250 НА ПЛОДОВИТОСТЬ ЛАБОРАТОРНОЙ ЛИНИИ *BERLIN* ДРОЗОФИЛЫ

Актуальность. Пищевая добавка E250 (нитрит натрия) широко используется в мясной промышленности. Однако вокруг неё ведутся споры: с одной стороны, она предотвращает рост опасных бактерий, с другой – может образовывать вредные соединения (нитрозамины), которые связывают с риском онкологических заболеваний. В условиях роста интереса к здоровому питанию и безопасности пищевых добавок необходимо проводить дополнительные исследования ее влияния на организм. Удобным объектом для этого является дрозофила.

Цель – оценить влияние пищевой добавки E250 (нитрита натрия) на плодовитость линии *Berlin* дрозофилы.

Материалы и методы. Для проведения исследований использовалась линия *Berlin* дрозофилы из генетической коллекции кафедры биологических и химических технологий БрГУ имени А. С. Пушкина. Родительские особи подвергались экспериментальному воздействию нитрита натрия в концентрациях 0,1 ПДК, 1 ПДК, 10 ПДК и 100 ПДК (ПДК – предельно допустимая концентрация, для нитрит-иона составляет 4,5 мг/л). Действующее вещество добавлялось в питательную среду для выращивания дрозофилы в количествах, необходимых для достижения требуемых концентраций. В пенициллиновые флаконы помещали по 2 пары родительских особей. По мере выведения потомства проводился строгий количественный учет всех мух в потомстве.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что среднее число потомков в контроле составило 51,6 мухи. При воздействии на родительских особей нитрита натрия в концентрациях 0,1 ПДК, 1 ПДК и 10 ПДК наблюдалось увеличение численности потомства до средних значений 63,4; 66,6 и 79,6 мухи соответственно. При этом наблюдалась тенденция к увеличению плодовитости дрозофилы с ростом концентрации действующего вещества. В то же время при концентрации 100 ПДК наблюдалось сильное уменьшение средней численности особей в потомстве до 13, что свидетельствует о негативном влиянии высоких концентраций E250 на плодовитость дрозофилы.

К содержанию

Д. А. СЛИЖ

Пинск, ПолесГУ

Научный руководитель – О. Н. Жук, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО БЕЛКА БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

Актуальность. Грибы являются ценным продуктом питания. Они обладают огромным количеством биологически активных веществ, богаты белками и органическими кислотами [1]. Биологическая ценность пищевых продуктов оценивается показателем качества белка, который отражает степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка. Белковый состав грибов содержит почти все важнейшие аминокислоты. Незаменимые аминокислоты составляют в грибах 33–44 % от общей суммы аминокислот. Метаболическая активность зависит от вида базидиальных грибов и активности используемого штамма. Целлюлолитические системы высших базидиальных грибов содержат все основные компоненты, присущие комплексам целлюлаз из других объектов [2]. Брассиностероиды (далее – БС) известны как группа стероидных гормонов, которые оказывают комплексное воздействие на растения, где регуляторная роль БС проявляется в изменениях белкового обмена [3]. О роли брассиностероидов в физиолого-биохимических процессах грибов сведения ограничены.

Цель – изучить влияние экзогенных брассиностероидов на содержание общего белка и на целлюлолитическую активность базидиальных грибов.

Материалы и методы. Объект исследования – штаммы *Stereum hirsutum* и *Pleurotus ostreatus*. Исследуемый брассиностероид – 28-гомобрассинолид (28-ГБ) – был синтезирован в лаборатории химии стероидов ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси».

Глубинное культивирование проводили на картофельно-сахарозной среде следующего состава (г/л): очищенный картофель – 200, сахароза – 20. Концентрации добавляемого в питательную среду брассиностероида 28-ГБ составили 10^{-7} М, 10^{-9} М и 10^{-12} М. Инокулом вводили в виде фрагментов ковра сток-культуры мицелия площадью 1 см² на каждые 100 мл питательной среды. Глубинное культивирование проводили на шейкере модели WiseShake SHO в течение 14 суток при 70 об/мин и температуре 24 °С для *S. hirsutum* и при 26 °С – для *P. ostreatus*.

В качестве исследуемого материала был использован экстракт мицелия и культуральная жидкость исследуемых грибов. Для экстрагирования

белков мицелия последний гомогенизировали, настаивали при соотношении 1:10 мицелия и водного раствора NaCl (0,9 %), осадок удаляли центрифугированием.

Содержание общего белка определяли по методу Bradford [4, с. 15]. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре при длине волны 595 нм. Содержание белка в пробе в мг/л рассчитывали по калибровочному графику, построенному по бычьему сывороточному альбумину.

Целлюлолитическую активность макромицетов определяли по их способности лизировать натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ): Na-КМЦ – 10 г/л, агар-агар – 10 г/л. Объем вносимого образца – 10 мкл. Чашки Петри с нанесенными пробами инкубировали при температуре 21–22 °С, через 48 часов чашки Петри заливали индикатором (раствор Люголя) и измеряли диаметр зоны просветления [5].

Результаты обрабатывали статистически с применением однофакторного дисперсионного анализа с помощью пакета анализа данных в Microsoft Excel. Достоверность влияния фактора определяли по критерию Фишера. Различия считали значимыми при $P < 0,05$. Эксперимент проводили в трех повторах для каждого варианта опыта.

Результаты и обсуждение. Содержание общего белка в экстракте мицелия *P. ostreatus* составило $99,09 \pm 2,69$ мкг/г, в культуральной жидкости – $9,20 \pm 0,64$ мкг/мл, добавление в питательную среду 28-ГБ оказало положительный эффект на содержание общего белка в исследуемых образцах (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание общего белка в мицелии *P. ostreatus* глубинного культивирования (14 суток *in vitro*) в зависимости от концентрации БС

Концентрация брасиностероидов, М	Содержание общего белка	
	Мицелий, мкг/г	Культуральная жидкость, мкг/мл
0 (контроль)	$99,09 \pm 2,69$	$9,20 \pm 0,64$
28-ГБ · 10^{-7}	$102,56 \pm 2,47 \uparrow$	$9,78 \pm 1,10 \uparrow$
28-ГБ · 10^{-9}	$101,62 \pm 1,89 \uparrow$	$10,24 \pm 0,89 \uparrow$
28-ГБ · 10^{-12}	$101,14 \pm 1,92 \uparrow$	$10,01 \pm 1,12 \uparrow$

Целлюлолитическую активность продемонстрировали как мицелий, так и культуральная жидкость *P. ostreatus*. Добавление в питательную среду 28-ГБ в концентрациях 10^{-7} М, 10^{-9} М и 10^{-12} М усиливало целлюлолитическую активность экстракта мицелия *P. ostreatus* во всех концентрациях. Добавление 28-ГБ 10^{-7} М увеличивало целлюлолитическую активность культуральной жидкости *P. ostreatus* на 33 % больше контроля (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние brassinosteroidов на целлюлолитическую активность *P. ostreatus* глубинного культивирования (14 суток *in vitro*)

Концентрация brassinosteroidов, М	Площадь лизиса, мм ²	
	Экстракт мицелия	Культуральная жидкость
Контроль	44,63 ± 4,57	76,18 ± 5,60
28-ГБ · 10 ⁻⁷	63,85 ± 8,95 ↑	101,27 ± 14,23 *↑
28-ГБ · 10 ⁻⁹	74,79 ± 10,67 *↑	66,07 ± 6,09↓
28-ГБ · 10 ⁻¹²	63,85 ± 8,95 *↑	63,85 ± 8,95↓

Примечание – * – данные статистически достоверны при P ≤ 0,05.

Содержание общего белка в экстракте мицелия глубинного культивирования *S. hirsutum* – 98,14 ± 1,15 мкг/г, в культуральной жидкости – 10,02 ± 0,93 мкг/мл, добавление в питательную среду 28-ГБ не оказало положительного эффекта на содержание общего белка в культуральной жидкости, но увеличило его содержание в экстракте мицелия, особенно в концентрации 10⁻⁹ М – 103,93 ± 2,09 мкг/г (таблица 3). Влияние 28-ГБ на целлюлолитическую активность мицелия и культуральной жидкости *S. hirsutum* было угнетающим (таблица 4).

Таблица 3 – Содержание общего белка в мицелии *S. hirsutum* глубинного культивирования (14 суток *in vitro*) в зависимости от концентрации БС

Концентрация brassinosteroidов, М	Содержание общего белка	
	Мицелий, мкг/г	Культуральная жидкость, мкг/мл
0 (контроль)	98,14 ± 1,15	10,02 ± 0,93
28-ГБ · 10 ⁻⁷	97,21 ± 1,71↓	10,01 ± 1,15↓
28-ГБ · 10 ⁻⁹	103,93 ± 2,09 ↑	10,51 ± 0,87 ↑
28-ГБ · 10 ⁻¹²	102,79 ± 2,19 ↑	10,10 ± 0,69 ↑

Таблица 4 – Влияние brassinosteroidов на целлюлолитическую активность *S. hirsutum* глубинного культивирования (14 суток *in vitro*)

Концентрация brassinosteroidов, М	Площадь лизиса, мм ²	
	Экстракт мицелия	Культуральная жидкость
Контроль	151,00 ± 15,74	131,64 ± 6,11
28-ГБ · 10 ⁻⁷	72,61 ± 10,875↓	68,55 ± 7,70↓
28-ГБ · 10 ⁻⁹	52,46 ± 5,45↓	57,44 ± 14,02↓
28-ГБ · 10 ⁻¹²	52,73 ± 9,57↓	114,35 ± 13,24↓

Выводы. В результате проведенных исследований по определению содержания общего белка в экстракте мицелия и культуральной жидкости глубинного культивирования *P. ostreatus* и *S. hirsutum* (14 суток *in vitro*) повышение данного показателя при добавлении 28-ГБ концентрациях 10⁻⁷, 10⁻⁹ и 10⁻¹² М в питательную среду при глубинном культивировании

было незначительным. Однако целлюлолитическая (функциональная) активность белков *P. ostreatus* возрастала, свидетельствуя, что 28-ГБ повышает ферментативную активность белков экстракта мицелия, а степень повышения зависит от концентрации этого БС. В культуре *S. hirsutum* влияние 28-ГБ на целлюлолитическую активность мицелия и культуральной жидкости было угнетающим.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, грант БРФФИ Х23М-059 «Экзогенные brassinостероиды – новые эффекторы-регуляторы метаболизма грибов и средство управления физиологической активностью» (номер государственной регистрации 20231234).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Джамалова, С. А. Сравнение пищевой ценности белков съедобных грибов и говяжьего мяса / С. А. Джамалова, В. Д. Каныгин // Международный студенческий научный вестник. – 2022. – № 1. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20889> (дата обращения: 26.03.2025).

2. Поиск грибных продуцентов целлюлолитических ферментов / И. В. Мороз, Р. В. Михайлова, Е. В. Шахнович, А. Г. Лобанок // Труды Белорусского государственного университета. – 2013. – Т. 8, ч. 1. – С. 221–223.

3. Khripach, V. A. Brassinosteroids: A new class of plant hormones / V. A. Khripach, V. N. Zhabinskii, A. E. De Groot. – San Diego : Academic Press, 1998. – P. 152.

4. Невмержицкая, Ю. Ю. Практикум по физиологии и биохимии растений (белки и ферменты) : учеб.-метод. пособие / Ю. Ю. Невмержицкая, О. А. Тимофеева. – Казань : Казан. ун-т, 2012. – 36 с.

5. Слиж, Д. А. Влияние brassinостероидов на целлюлолитическую активность базидиальных грибов / Д. А. Слиж // Природа, человек и экология : электрон. сб. материалов X Респ. науч.-практ. конф., Брест, 30 марта 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. Э. Кароза (отв. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – С. 181–184.

К содержанию

В. А. СМОЛЯГ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОТРЯДА ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ (LEPIDOPTERA) ЭКОСИСТЕМ Г. БРЕСТА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

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

Цель – изучение видового состава и особенностей распространения представителей отряда Чешуекрылые (Lepidoptera) экосистем г. Бреста и его окрестностей.

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

- 1) КСМ – луговое сообщество (место сбора № 1);
- 2) лес Березовая роща – лесные (сосняк, смешанный лес) и луговые сообщества (место сбора № 2);
- 3) огород – агроценоз (место сбора № 3);

- 4) экотропа – место сбора № 4;
 5) Брестская крепость – луг (место сбора № 5).

Результаты исследования. В г. Бресте и его окрестностях был обнаружен 51 вид представителей отряда Чешуекрылые (Lepidoptera), относящихся к 11 семействам (таблица).

Таблица – Распределение видового разнообразия представителей отряда Чешуекрылые (Lipidoptera)

Видовой состав	Количество особей, шт.					
	Всего	КСМ	Лес	Ого-род	Эко-тропа	Брест-ская крепость
1	2	3	4	5	6	7
<i>Сем. Nymphalidae</i>						
<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758) (Павлиний глаз)	11	1	–	8	2	–
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758) (Адмирал)	14	8	–	6	–	–
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758) (Пестроглазка галатея)	2	–	–	2	–	–
<i>Apatura ilia</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Переливница тополевая)	2	2	–	–	–	–
<i>Issoria lathoria</i> (Linnaeus, 1758) (Перламутровка блестящая)	9	9	–	–	–	–
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758) (Сенница памфил)	6	–	–	4	2	–
<i>Argynnis raphia</i> (Linnaeus, 1758) (Перламутровка большая)	5	1	–	4	–	–
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758) (Углокрыльница с-белое)	12	5	–	5	–	2
<i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758) (Глазок цветочный)	4	–	1	3	–	–
<i>Coenonympha glycerion</i> (Borkhausen, 1788) (Сенница гликезион)	1	–	–	–	–	1
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758) (Воловий глаз)	15	3	3	9	–	–
<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758) (Краеглазка эгерия)	1	1	–	–	–	–
<i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758) (Пестрокрыльница изменчивая)	2	–	–	–	1	1
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758) (Крапивница)	1	–	–	1	–	–
<i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767) (Буроглазка мегера)	1	–	–	1	–	–
<i>Cynthia cardui</i> (Linnaeus, 1758) (Репейница)	1	–	–	1	–	–

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
<i>Boloria selene</i> (Linnaeus, 1758) (Перламутровка селена)	1	1	–	–	–	–
<i>Fabriciana adippe</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Перламутровка адиппа)	1	1	–	–	–	–
<i>Melitaea phoebe</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Шашешница Феба)	1	1	–	–	–	–
Сем. <i>Noctuidae</i>						
<i>Agrotis segetum</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Совка озимая)	2	–	–	2	–	–
<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758) (Металловидка-гамма)	2	–	–	2	–	–
<i>Lacanobia oleracea</i> (Linnaeus, 1758) (Совка огородная)	1	–	–	1	–	–
<i>Rimula sericealis</i> (Scopoli, 1763) (Совка малорослая)	1	–	–	1	–	–
<i>Mamestra brassicae</i> (Linnaeus, 1758) (Совка капустная)	1	–	–	1	–	–
<i>Hydraecia micacea</i> (Esper, 1789) (Совка картофельная)	1	–	–	1	–	–
Сем. <i>Crambidae</i>						
<i>Sitochroa paliealis</i> (Denis et Schiffermuller, 1775) (Бледный луговой мотылек)	1	–	–	1	–	–
Сем. <i>Arctiidae</i>						
<i>Spilosoma lubricipeda</i> (Linnaeus, 1758) (Медведица крапчатая)	1	–	–	1	–	–
<i>Phragmatobia fuliginosa</i> (Linnaeus, 1758) (Медведица бурая)	2	–	–	2	–	–
Сем. <i>Zygaenidae</i>						
<i>Zygaena filipendulae</i> (Linnaeus, 1758) (Пестрянка таволговая)	1	–	–	–	–	1
Сем. <i>Hesperiidae</i>						
<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808) (Толстоголовка тире)	2	–	–	–	–	2
Сем. <i>Sphingidae</i>						
<i>Deilephila porcellus</i> (Linnaeus, 1758) (Бражник малый винный)	1	–	–	1	–	–
<i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus, 1758) (Бражник вьюнковый)	1	–	–	1	–	–
Сем. <i>Papilionidae</i>						
<i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758) (Махаон)	2	1	1	–	–	–
Сем. <i>Pieridae</i>						
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758) (Лимонница)	12	3	–	6	2	1

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758) (Белянка репная)	11	3	–	6	2	–
<i>Calias hyale</i> (Linnaeus, 1758) (Желтушка луговая)	2	–	–	2	–	–
Сем. <i>Geometridae</i>						
<i>Timandra comae</i> (Schmidt, 1931) (Пяденица щавелевая)	1	–	–	1	–	–
<i>Geometra papilionaria</i> (Linnaeus, 1758) (Пяденица большая зеленая)	1	–	–	1	–	–
<i>Lomaspilis marginata</i> (Linnaeus, 1758) (Пяденица окаймленная)	1	–	–	1	–	–
<i>Aplocera plagiata</i> (Linnaeus, 1758) (Пяденица зверобойная)	1	–	–	1	–	–
<i>Timandra comptaria</i> (Walker, 1862)	1	–	–	1	–	–
<i>Chiasmia clathrata</i> (Linnaeus, 1758) (Пяденица клеверная)	2	–	–	2	–	–
<i>Sabera pusaria</i> (Linnaeus, 1758) (Пяденица бледная белая)	1	–	–	1	–	–
<i>Eurhyia unangulata</i> (Haworth, 1809)	1	–	–	1	–	–
Сем. <i>Lycaenidae</i>						
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775) (Голубянка икар)	7	2	–	3	2	–
<i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775) (Голубянка лесная)	1	–	1	–	–	–
<i>Lycaena vingaureae</i> (Linnaeus, 1758) (Червонец огненный)	5	2	–	3	–	–
<i>Lycaena tityrus</i> (Poda, 1761) (Червонец чернопятнистый)	6	–	–	4	2	–
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761) (Червонец пятнистый)	2	2	–	–	–	–
<i>Polyommatus coridon</i> (Poda, 1761) (Голубянка коридон)	3	3	–	–	–	–
<i>Polyommatus bellargus</i> (Rottemburg, 1775) (Голубянка красивая)	1	–	–	1	–	–
Итого	168	49	6	92	13	8

Наиболее многочисленными видами в месте сбора № 1 являлись: *Issoria lathoria*, *Vanessa atalanta*, *Polygonia c-album*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Aglais io*, *Melitaea phoebe*, *Papilio machaon* (Красная книга Республики Беларусь), *Fabriciana adippe*, *Boloria selene*, *Pararge aegeria*, *Argynnis paphia*.

Наиболее массовым видом в месте сбора № 2 являлась *Maniola jurtina*. Единичными особями были представлены *Cyaniris semiargus*, *Papilio machaon* (Красная книга Республики Беларусь), *Aphantopus hyperantus*.

Наиболее многочисленными в месте сбора № 3 были виды: *Maniola jurtina*, *Aglais io*, *Vanessa atalanta*, *Gonepteryx rhamni*, *Pieris rapae*, *Polygonia c-album*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Polyommatus bellargus*, *Euphyia unangulata*, *Cabera pusaria*, *Timandra comptaria*, *Aplocera plagiata*, *Lomaspilis marginata*, *Geometra papilionaria*, *Timandra comae*, *Agrius convolvuli*, *Deilephila porcellus*, *Spilosoma lubricipeda*, *Sitochroa paliealis*, *Hydraecia micacea*, *Mamestra brassicae* (не все).

Наиболее многочисленными в месте сбора № 4 были виды: *Lycaena tityrus*, *Polyommatus icarus*, *Pieris rapae*, *Gonepteryx rhamni*, *Coenonympha pamphilus*, *Aglais io*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Araschnia levana*.

Наиболее многочисленными в месте сбора № 5 были виды: *Polygonia c-album*, *Thymelicus lineola*. Единичными особями были представлены следующие виды: *Coenonympha glycerion*, *Araschnia levana*, *Zygaena filipendulae*, *Gonepteryx rhamni*.

Заключение. Таким образом, в биотопах г. Бреста и его окрестностей нами был обнаружен 51 вид представителей отряда Чешуекрылые (Lepidoptera), относящихся к 11 различным семействам. Также обнаружен один вид (*Paolio machaon*), включенный в последнее издание Красной книги Республики Беларусь. Необходимо продолжать исследования видового состава этой группы насекомых с целью сохранения разнообразия представителей данного таксона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смирнов, А. В. Роль бабочек в экосистемах: Опылители и биоиндикаторы / А. В. Смирнов, Е. К. Федотов // Биологические науки. – 2021. – Т. 34, № 6. – С. 45–58.
2. Иванов, И. П. Влияние антропогенных факторов на биоразнообразие насекомых / И. П. Иванов, А. В. Сидоров // Экология и природа. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 56–58.
3. Учебная полевая практика по зоологии беспозвоночных : учеб.-метод. комплекс / Р. Т. Багиров, Ю. В. Максимова, Е. Ю. Субботина, М. В. Щербаков. – Томск : Изд-во Том. гос. ун-та, 2019. – С. 22–24.
4. Каталог чешуекрылых Беларуси. – URL: <https://butterflylib.ru/books/item/f00/s00/z0000020/index.shtml> (дата обращения: 15.01.2025).
5. Стрекозы Беларуси. – URL: <https://odonata.weebly.com> (дата обращения: 15.03.2024).

К содержанию

Е. П. СОЛОДУХА

Минск, БГУ

Научный руководитель – Н. М. Писарчук, старший преподаватель

ИНТРОДУЦИРОВАННЫЕ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИЕ ВИДЫ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Г. БРЕСТА

Актуальность. Интродукция новых видов способствует усилению туристической привлекательности, служит основой для развития зеленых пространств и парков, способствует повышению качества жизни горожан. Многие североамериканские растения обладают хорошей адаптивностью к изменяющимся сегодня климатическим условиям, что может помочь в борьбе с последствиями глобального потепления, в сохранении биологического разнообразия.

Цель – рассмотреть потенциал интродукции североамериканских видов древесных и кустарниковых растений на озелененных территориях г. Бреста, а также в оценке их влияния на биоразнообразие, устойчивость экосистем и эстетические характеристики городского ландшафта.

Материалы и методы. Объектом являлись североамериканские виды растений, произрастающие на территории КУП «Парк культуры и отдыха» и «Сад непрерывного цветения» БрГУ имени А. С. Пушкина. Исследования по инвентаризации флоры проведены с 17 июня по 19 июля 2024 г. Виды растений определялись с помощью определителя PlantNet в период их активной вегетации. Использован метод наблюдения, проведен статистический, таксономический и экологический анализ.

Результаты и обсуждение. Брестское КУП «Парк культуры и отдыха» расположен на территории Ленинского района г. Бреста (рисунок, составленный автором). Общая площадь составляет 23,7 га. «Сад непрерывного цветения» находится на бул. Космонавтов, 21 Московского района г. Бреста, где занимает 0,25 га.

В ходе полевых исследований нами была проведена инвентаризация и систематизация представителей североамериканских растений на рассмотренных участках (таблица 1, составленная автором). В результате в составе исследуемой флоры был выявлен 21 североамериканский вид, относящийся к 19 родам и 14 семействам. Согласно кадастровой оценке [1], Брестская область и Брестский район занимают второе место по количеству интродуцированных видов после Минской области и Минского района соответственно, что связано с географическим положением и историей

озеленения территорий. В Брестской области на один вид приходится семь популяций в среднем, средняя площадь популяций – 0,53 га, что говорит об устойчивости популяций интродуцентов и относительной слабости ограничивающих факторов.



Рисунок – Картосхема парка культуры и отдыха г. Бреста

Таблица 1 – Каталог растений на рассматриваемых участках г. Бреста

Название (рус.)	Название (лат.)	Территория распространения	Семейство
Отдел Покрытосеменные			
Класс Двудольные			
Порядок Ясноткоцветные			
Ясень пенсильванский	<i>Fraxinus pubescens</i>	Парк культуры и отдыха	Маслиновые (<i>Oleaceae</i>)
Порядок Перечноцветные			
Кирказон крупнолистный	Кирказон крупнолистный	Парк культуры и отдыха	Кирказон крупнолистный
Порядок Букоцветные			
Орех черный	<i>Juglans nigra</i>	Парк культуры и отдыха	Ореховые (<i>Juglandaceae</i>)
Порядок Сапindoцветные			
Конский каштан мясо-красный	<i>Aesculus x carnea Hayne</i>	Парк культуры и отдыха	Конскокаштановые (<i>Hippocastanaceae</i>)

Продолжение таблицы 1

Порядок Ясноткоцветные			
Катальпа бигнониевидная	<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	Парк культуры и отдыха	Бигнониевые (<i>Bignoniaceae</i>)
Порядок Розоцветные			
Боярышник мягковатый	<i>Grataegus submollis</i> Sarg.	Парк культуры и отдыха	Розовые (<i>Rosaceae</i>)
Пузыреплодник калинолистный	<i>Physocarpus opulifolius</i>	Сад непрерывного цветения	Розоцветные (<i>Rosaceae</i>)
Лапчатка кустарниковая	<i>Potentilla fruticosa</i>	Сад непрерывного цветения	Розоцветные (<i>Rosaceae</i>)
Лох серебристый	<i>Elaeagnus argentea</i>	Сад непрерывного цветения	Лоховые (<i>Elaeagnaceae</i>)
Порядок Магнолиецветные			
Тюльпанное дерево	<i>Liriodendron tulipiferum</i> L.	Парк культуры и отдыха	Магнолиевые (<i>Magnoliaceae</i>)
Порядок Кизиловцветные			
Дерен очереднолистный	<i>Cornus alternifolia</i> L.f.	Парк культуры и отдыха	Кизиловые (<i>Cornaceae</i>)
Порядок Бобовоцветные			
Церцис канадский	<i>Cercis canadensis</i>	Парк культуры и отдыха	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)
Робиния лжеакация	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Сад непрерывного цветения	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)
Отдел Голосеменные			
Класс Хвойные			
Порядок Сосновые			
Ель канадская	<i>Picea canadensis</i>	Парк культуры и отдыха / Сад непрерывного цветения	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)
Псевдотсуга Мензиса	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Парк культуры и отдыха	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)
Кипарисовик Лавсона	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Сад непрерывного цветения	Кипарисовые (<i>Cupressaceae</i>)
Сосна белокорая	<i>Pinus leucodermis</i>	Сад непрерывного цветения	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)
Можжевельник горизонтальный	<i>Juniperus horizontalis</i>	Сад непрерывного цветения	Кипарисовые (<i>Cupressaceae</i>)
Туя западная	<i>Thuja occidentalis</i> L.	Сад непрерывного цветения	Кипарисовые (<i>Cupressaceae</i>)
Сосна Веймутова	<i>Pinus strobus</i> L.	Сад непрерывного цветения	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)
Можжевельник казацкий	<i>Juniperus sabina</i> L.	Сад непрерывного цветения	Кипарисовые (<i>Cupressaceae</i>)

Преобладающая жизненная форма – деревья.

Основу данной флоры составляют покрытосеменные растения (13 видов, или 61,9 % от общего числа видов), оставшиеся 38,1 %, или 8 видов, растений представлены голосеменными.

В ходе анализа распределения видов по семействам были выявлены наиболее обширные группы. Так, самые крупные семейства *Cupressaceae* и *Pinaceae* (8 видов – 38,1 %), на семейства *Fabaceae* и *Rosaceae* приходится 4 вида – 19,05 %, остальные семейства имеют по одному виду и в сумме составляют 42,85 % всей флоры участков.

Выявлена экологическая принадлежность растений к разным группам в зависимости от экологических факторов. Так, определены три экологические группы растений по отношению к условиям почвенного увлажнения: мезогигрофиты, мезофиты и ксерофиты (таблица 2, составленная автором).

Таблица 2 – Экологическая характеристика североамериканских видов растений на исследуемой территории

Название вида	Группа по отношению к освещению	Группа по восприятию температуры	Группа по отношению к влаге
Ясень пенсильванский	светолюбивые	мезотермофиты	мезофиты
Орех черный	теневыносливые	микротермофиты	мезофиты
Конский каштан мясо-красный	теневыносливые	мезотермофиты	мезофиты
Катальпа бигнониевидная	теневыносливые	мезотермофиты	мезофиты
Боярышник мягковатый	теневыносливые	мезотермофиты	ксерофиты
Тюльпанное дерево	светолюбивые	мезотермофиты	мезофиты
Дерен очереднолистный	теневыносливые	мезотермофиты	мезофиты
Церцис канадский	теневыносливые	мезотермофиты	мезофиты
Ель канадская	теневыносливые	микротермофиты	мезофиты
Псевдотсуга Мензиса	теневыносливые	микротермофиты	мезофиты
Кипарисовик Лавсона	светолюбивые	мезотермофиты	ксерофиты
Сосна белокорая	теневыносливые	микротермофиты	мезофиты
Пузыреплодник калинолистный	теневыносливые	микротермофиты	мезофиты
Кирказон крупнолистный	теневыносливые	мезотермофиты	мезофиты
Можжевельник горизонтальный	светолюбивые	мезотермофиты	ксерофиты
Туя западная	теневыносливые	микротермофиты	мезогигрофиты
Сосна Веймутова	светолюбивые	микротермофиты	мезофиты
Можжевельник казацкий	светолюбивые	мезотермофиты	ксерофиты
Лапчатка кустарниковая	светолюбивые	микротермофиты	мезофиты
Робиния лжеакация	теневыносливые	мезотермофиты	мезофиты
Лох серебристый	светолюбивые	мезотермофиты	мезофиты

Выявлено, что большую часть видов составляют мезофиты – 16 видов (76,2 %). 19 % (4 вида) – ксерофиты: *Juniperus sabina* L., *Juniperus horizontalis*, *Chamaecypariss lawsoniana* и *Grataegus submollis* Sarg. Единственный вид, относящийся к мезогигрофитам, – *Thuja occidentalis* L.

Из выявленных североамериканских интродуцентов 13 видов (61,9 %) – *Juglans nigra*, *Aesculus x carnea* Hayne, *Catalpa bignonioides* Walter, *Grataegus submollis* Sarg., *Cornus alternifolia* L.f., *Cercis canadensis*, *Picea canadensis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus leucodermis*, *Physocarpus opulifolius*, *Aristolochia macrophylla* Lam., *Thuja occidentalis* L., *Robinia pseudoacacia* – относятся к группе теневыносливых. 38,1 % из установленных видов предпочитают хорошо освещаемые места обитания. Тенелюбивые виды не определены.

Согласно действующим «Санитарным правилам в лесах» [2] выделяют 6 категорий состояния (жизнеспособности) деревьев:

- 1) деревья без признаков ослабления;
- 2) ослабленные;
- 3) сильно ослабленные;
- 4) усыхающие;
- 5) сухостой текущего года (усохшие в текущем году);
- 6) сухостой прошлых лет.

Согласно проведенному исследованию состояния озелененных территорий указанных участков, 81 % деревьев демонстрируют отсутствие признаков ослабления, что указывает на хорошее здоровье растительности и устойчивость к внешним факторам. Однако 19 % деревьев оказались ослабленными, что может свидетельствовать о наличии определенных проблем, таких как недостаток влаги, болезни или вредители.

Выводы. Эти данные подчеркивают важность регулярного мониторинга состояния деревьев, а также необходимость мероприятий по укреплению и восстановлению ослабленных экземпляров. Поддержание здоровья зеленых насаждений является важной задачей для обеспечения экосистемной стабильности и улучшения комфортности городской среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. – URL: <http://plantcadastre.by/public/ho.php?nh=n6> (дата обращения: 22.03.2025).

2. Об утверждении Санитарных правил в лесах Республики Беларусь : постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь от 19 дек. 2016 г. № 79. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21631603> (дата обращения: 22.03.2025).

К содержанию

А. В. СОСНА

Минск, НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам

Научный руководитель – Е. С. Гайдученко, канд. биол. наук, доцент

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ
ПЛОТВЫ ОБЫКНОВЕННОЙ РЕКИ НЕМАН
(В ПРЕДЕЛАХ Г. ГРОДНО)**

Актуальность. В водных объектах Беларуси одним из наиболее распространенных видов рыб является плотва *Rutilus rutilus*. Встречается во всех реках, водохранилищах, пойменных водоемах и многих озерах, различающихся по величине, гидрологическому и гидрохимическому режиму. Почти везде она является одним из самых многочисленных видов, во многом определяя биологические параметры и структурные особенности ихтиоценоза водных объектов. Плотва встречается по всей Европе к востоку от Южной Англии и Пиренеев и к северу от Альп; в реках и озерах Сибири, в бассейнах Каспийского и Аральского морей. Ареал плотвы непрерывен.

Плотва характеризуется значительным многообразием форм. П. И. Жуков выделял две формы плотвы: высокотелая (*morpha elata*) и низкотелая (*morpha elognatha*) [1]. Исследования пластических признаков плотвы в р. Неман проведены более 60 лет назад [3]. За это время произошли изменения гидрологического и температурного режимов, возросла антропогенная нагрузка на водоемы, в том числе со стороны рыболовов-любителей.

Цель – исследовать пластические признаки особей плотвы обыкновенной в р. Неман (в пределах г. Гродно) в сравнении с ее признаками научной литературы.

Материалы и методы исследования. Материалом для работы послужили сборы 88 особей плотвы (отловленные в период с апреля по июнь 2024 г.), проведенные в р. Неман.

Обработку материала проводили в лабораторных условиях по общепринятой методике измерения карповых рыб. Рассматривались 18 пластических признаков: длина головы (*ao*), наибольшая высота тела (*gh*), наименьшая высота тела (*ik*), антедорсальное расстояние (*aq*), постдорсальное расстояние (*rd*), длина хвостового стебля (*fd*), длина основания D (*qs*), высота D (*tu*), длина основания A (*yy1*), высота A (*ej*), длина P (*vx*), длина V (*zz1*), расстояние между P и V (*yz*), расстояние между V и A (*zy*), длина рыла (*an*), диаметр глаза (*np*), высота головы у затылка (*lm*), заглазничный отдел головы (*po*) [1; 2].

Данные обрабатывали в программе Statistica 10, помимо базовых показателей описательной статистики, для оценки значимости отличий

между выборками применялся t-критерий Стьюдента (при условии нормального распределения). Отличия признавались статистически значимыми при уровне $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. Нами было проведено сравнительное исследование пластических признаков особей плотвы обыкновенной в р. Неман и аналогичных показателей плотвы обыкновенной в р. Неман, приведенных П. И. Жуковым [3]. В связи с тем, что морфометрические данные плотвы обыкновенной, приведенные П. И. Жуковым, не были разделены по половому признаку, для сравнения мы также использовали данные по смешанной выборке (таблица).

Таблица – Сравнительная характеристика пластических признаков плотвы обыкновенной из р. Неман (наши данные) и аналогичных показателей плотвы обыкновенной из р. Неман (данные П. И. Жукова)

Признак	Наши данные р. Неман (в пределах г. Гродно) 2024 г.			Данные П. И. Жукова [3] бассейн Немана			t	p
	n	\lim M ± m	δ	n	\lim M ± m	δ		
Длина всей рыбы (ab), мм	8 8	$\frac{151-329}{200,76 \pm 2,59}$	24,38					
Длина головы (ao), мм	8 8	$\frac{28,6-63,14}{37,20 \pm 0,57}$	5,34					
Длина тела без С (ad), мм	8 8	$\frac{129-276}{164,09 \pm 2,13}$	20,02	150	$\frac{45,0-320,0}{171,0 \pm 3,6}$	47,5	1,65	0,1956
В % от длины тела без С								
Длина головы (ao)	8 8	$\frac{20,08-28,37}{22,64 \pm 0,15}$	1,45	174	$\frac{20,5-25,5}{22,94 \pm 0,06}$	0,81	1,86	0,046
Наибольшая высота тела (gh)	8 8	$\frac{13,38-51,00}{31,56 \pm 0,37}$	3,51	150	$\frac{25,5-36,5}{31,49 \pm 0,80}$	0,72	0,08	0,813
Наименьшая высота тела (ik)	8 8	$\frac{7,65-33,68}{12,91 \pm 0,28}$	2,64	150	$\frac{7,5-11,5}{9,48 \pm 0,06}$	0,72	11,98	0,000
Антедорсальное расстояние (aq)	8 8	$\frac{12,03-54,93}{50,04 \pm 0,64}$	5,99	78	$\frac{46,5-55,5}{50,82 \pm 0,20}$	1,74	1,16	0,269
Постдорсальное расстояние (rd)	8 8	$\frac{14,23-41,19}{34,32 \pm 0,41}$	3,82	78	$\frac{32,5-39,5}{35,91 \pm 0,17}$	1,51	3,58	0,001
Длина хвостового стебля (fd)	8 8	$\frac{12,33-24,24}{18,05 \pm 0,21}$	1,97	78	$\frac{15,5-23,5}{19,28 \pm 0,16}$	1,45	4,66	0,000
Длина основания D (qs)	8 8	$\frac{10,43-24,95}{15,78 \pm 0,23}$	2,14	78	$\frac{11,5-17,5}{14,67 \pm 0,12}$	1,04	4,28	0,000
Высота D (tu)	8 8	$\frac{13,21-30,35}{23,48 \pm 0,25}$	2,35	78	$\frac{17,5-24,5}{21,27 \pm 0,16}$	1,38	7,45	0,000
Длина основания A (yy1)	8 8	$\frac{9,15-19,66}{12,81 \pm 0,21}$	193	78	$\frac{9,5-14,5}{11,92 \pm 0,12}$	1,06	3,68	0,000

Продолжение таблицы

Высота А (ej)	8	<u>11,15–20,34</u>	1,58	78	<u>11,5–16,5</u>	1,02	8,94	0,000
	8	15,33 ± 0,17			13,47 ± 0,12			
Длина Р (vx)	8	<u>13,68–21,85</u>	1,62	78	<u>15,5–20,5</u>	0,97	4,48	0,000
	8	18,54 ± 0,17			17,43 ± 0,18			
Длина V (zz1)	8	<u>14,07–21,36</u>	1,51	78	<u>21,5–29,5</u>	1,72	30,22	0,000
	8	17,87 ± 0,16			25,61 ± 0,20			
Расстояние между Р и V (yz)	8	<u>23,08–39,95</u>	2,26	78	<u>19,5–27,5</u>	1,37	14,25	0,000
	8	27,43 ± 0,24			23,32 ± 0,16			
Расстояние между V и А (zy)	8	<u>16,42–31,91</u>	2,27	78	<u>19,5–27,5</u>	1,26	1,08	0,302
	8	23,77 ± 0,24			23,47 ± 0,14			
В % от длины головы								
Длина рыла (an)	8	<u>23,08–39,47</u>	2,93	53	<u>24,5–32,5</u>	1,75	6,71	0,000
	8	31,11 ± 0,31			28,48 ± 0,24			
Диаметр глаза (np)	8	<u>19,97–36,08</u>	2,77	53	<u>18,5–32,5</u>	2,50	3,49	0,001
	8	26,12 ± 0,29			24,56 ± 0,34			
Высота головы у затылка (lm)	8	<u>73,93–97,61</u>	6,49	53	<u>67,5–90,5</u>	4,70	10,80	0,000
	8	86,00 ± 0,58			76,67 ± 0,64			
Заглазничный отдел головы (po)	8	<u>35,09–93,32</u>	5,45	53	<u>41,5–54,5</u>	2,90	6,83	0,000
	8	43,69 ± 0,69			49,14 ± 0,40			

Примечание – Полужирным шрифтом обозначены значения t_{st} , достоверные при $p < 0,05$.

Сравнение пластических признаков особей плотвы обыкновенной, отловленных нами в р. Неман, и особей плотвы обыкновенной по данным П. И. Жукова (бассейн р. Неман) показало статистически значимые отличия по 14 из 18 проанализированных признаков. Особи плотвы обыкновенной, выловленной нами, имели большие показатели по всем анализируемым признакам, за исключением анте- и постдорсального расстояния, длины хвостового стебля и длины V. Статистически значимые различия указаны при уровне $p < 0,05$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков // Наука и техника. – 1965. – № 5. – С. 157–170.
2. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 372 с.
3. Жуков, П. И. Рыбы бассейна Немана / П. И. Жуков. – Минск : Изд-во АН БССР, 1958. – С. 45–62.

К содержанию

А. И. СТАНИСЛАВЕЦ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ
24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО ТЕТРАСУКЦИНАТА
НА ПРИМЕРЕ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.)
В ВЕГЕТАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

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

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

Материалы и методы. Материал для исследования – овес посевной (*Avena sativa* L.) среднеспелого низкопленчатого сорта Лидия, включенного в госреестр сортов еще в 2011 г. и районированного для всех областей Республики Беларусь [5]. Предметом исследования являлся анализ влияния на рост и развитие растворов ТС в спектре концентраций от 10^{-8} до 10^{-10} М. Проращивание овса производили рулонным методом в условиях, соответствующих СТБ 1073-97 [6]. Статистическую обработку проводили по П. Ф. Рокицкому с использованием программы Microsoft Excel.

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

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

Всхожесть ионы кадмия снизили намного сильнее – с 79,0 % в контроле с водой до 48,5 %, что, вероятно, объясняется более длительным сроком до определения этого показателя (рисунок 1). Доза ТС в 10^{-10} М оказала слабое отрицательное влияние, а две остальные дозы повысили всхожесть, но не смогли полностью компенсировать отрицательное влияние $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$.

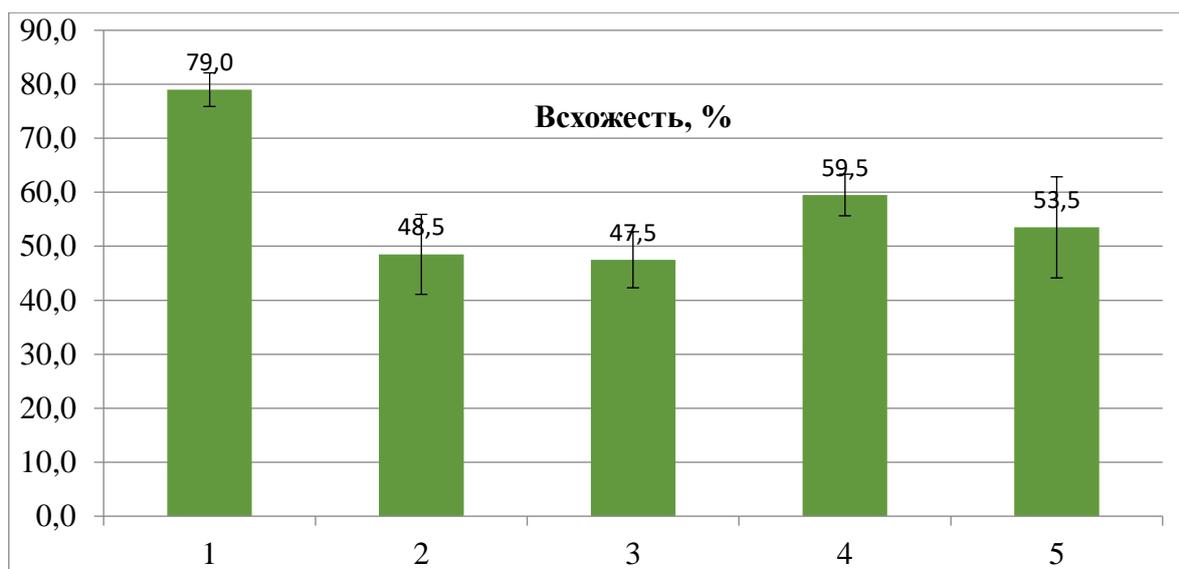


Рисунок 1 – Совместное влияние растворов ТС и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ на энергию прорастания овса посевного сорта Лидия, %:

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

На высоту проростков раствор $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ повлиял слабее, но также достоверно уменьшил ее до 138,5 мм, тогда как в контроле она была 143,6 мм. Растворы ТС при возрастании концентрации во всех вариантах достоверно по сравнению с вариантом только с металлом увеличивали

ее до 144,7, 158,5 и 168,0 мм соответственно, что даже превышало значение контроля с водой.

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

Раствор нитрата кадмия достоверно уменьшил длину корешков с 45,3 мм в водном контроле до 31,3 мм. Растворы ТС в концентрациях 10^{-8} и 10^{-9} М достоверно увеличивали ее до 40,0 и 40,7 мм соответственно, а при использовании дозы 10^{-10} М происходило недостоверное снижение этого показателя до 31,3 мм. Массу корней ионы кадмия достоверно снизили с 0,24 г в контроле с водой до 0,17 г. Во всех вариантах с ТС наблюдалось увеличение их массы, причем максимальное – при использовании раствора ТС в концентрации 10^{-10} М (0,18 г), но различия с действием только $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ были недостоверными из-за сравнительно малой повторности.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Овес посевной. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Овёс_посевной#Ботаническое_описание (дата обращения: 23.03.2024).

2. Овес. – URL: <http://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/zernovye-novinki-belorussoj-selekcii> (дата обращения: 23.03.2024).

3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.

4. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2020. – 260 с.

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

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

К содержанию

Е. А. ТАРАНЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

РЕАКЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ ЛИНИИ *BERLIN* ДРОЗОФИЛЫ НА ДЕЙСТВИЕ НИТРАТА СВИНЦА

Актуальность темы. Соединения свинца являются распространенными загрязнителями окружающей среды и оказывают негативное влияние на живые организмы. В связи с этим исследования их биологического действия актуальны. Удобным модельным объектом для проведения таких исследований является дрозофила.

Цель – оценить влияние нитрата свинца $Pb(NO_3)_2$ на плодовитость и соотношение полов у лабораторной линии *Berlin* дрозофилы.

Материалы и методы. Для постановки эксперимента использовалась линия *Berlin* дрозофилы из генетической коллекции кафедры биологических и химических технологий БрГУ имени А. С. Пушкина. Нитрат свинца добавлялся в питательную среду для выращивания дрозофилы в количествах, необходимых для достижения трех исследуемых концентраций – ПДК, 10 ПДК, 100 ПДК (ПДК – предельно допустимая концентрация, для ионов Pb^{2+} составляет 0,1 мг/л). В контроле нитрат свинца в питательную среду не добавлялся. В пенициллиновые флаконы помещали по две пары мух. Культивирование осуществлялось при $t = 23,5$ °С. По мере выведения потомства проводился строгий количественный учет всех самок и самцов.

Выводы. Установлено, что при действии нитрата свинца происходит увеличение численности потомства мух по сравнению с контролем. Так, если в контроле среднее число потомков составило 63 особи, то при концентрации ПДК 73,6 особи, 10 ПДК 63,6 особи, 100 ПДК 76 особей. Это означает, что нитрат свинца не оказывает негативного влияния на плодовитость дрозофилы, а даже в определенной степени стимулирует ее.

Анализ соотношения полов в потомстве показывает, что если в контроле преобладали самцы (соотношение самок и самцов составляло 30,4:32,6), то при действии $Pb(NO_3)_2$ во всех исследуемых концентрациях наблюдалось преобладание самок (соотношение самок и самцов 37,6:36 при концентрации ПДК, 33,6:30 при концентрации 10 ПДК, 39:37 при концентрации 100 ПДК). Из полученных данных следует, что самцы дрозофилы в большей степени реагируют на действие нитрата свинца, а соотношение полов является более чувствительным показателем, отражающим негативное влияние нитрата свинца.

К содержанию

А. П. ТАРАСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ИНВАЗИВНЫЕ РАСТЕНИЯ В ПРИДОРОЖНЫХ
СООБЩЕСТВАХ ОКРЕСТНОСТЕЙ Д. ЧЕРНИ**

Актуальность. В силу размещения на границах физико-географических подзон, трансграничного характера речных бассейнов, пересеченности автотранспортными и железнодорожными магистралями Республика Беларусь выступает как регион – акцептор чужеродных видов.

Цель – установить состав инвазивных видов растений в придорожных сообществах окрестностей д. Черни Брестского района.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили маршрутным методом в вегетационный сезон 2024 г.

Выводы. В обследованных придорожных сообществах 44 % выявленных видов приходится на адвентивный компонент флоры. В его составе представлены инвазивные виды, относящиеся к следующим группам:

1. Особо опасные инвазивные. *Acer negundo* L. (*Aceraceae*) образует монодоминантные заросли, выдерживает выкашивание, часто приобретает форму кустарника; *Robinia pseudoacacia* L. (*Fabaceae*) внедряется в сосновые леса, образуя подлесок.

2. Опасные инвазивные. *Helianthus tuberosus* L. (*Asteraceae*) вследствие аллелопатического воздействия на аборигенные виды образует монодоминантные группировки, размножается преимущественно вегетативно.

3. Инвазивные. *Quercus rubra* L. (*Fagaceae*) конкурирует с аборигенным *Quercus robur* L.; *Conyza canadensis* (L.) Cronq. (*Asteraceae*) – олиготроф, массово распространяется на нарушенных землях; *Rumex confertus* Willd. (*Polygonaceae*) произрастает в виде изолированных особей, вследствие выкашивания не образует семян.

4. Потенциально инвазивные. *Sambucus nigra* L. (*Caprifoliaceae*) занимает преимущественно просеки и опушки сосняков; *Erigeron annuus* (L.) Desf. (*Asteraceae*) представлен формой с сиреневыми язычковыми цветками в корзинках.

5. Стабильно натурализовавшиеся. *Lupinus polyphyllus* Lindl. (*Fabaceae*) образует заросли на задерненных участках по обочинам дорог, проникает под полог леса; нетребователен к почвам; активно цветет; производит большое количество семян.

К содержанию

П. С. ТЕРЁХИНА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – И. А. Мартысюк, канд. пед. наук, доцент

**ЭКОЛОГИЗАЦИЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО АСПЕКТА
ВНЕКЛАССНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«БИОЛОГИЯ. 7 КЛАСС»**

Актуальность. В настоящее время наблюдается глобальное воздействие человека на окружающую среду. Поскольку взаимодействие науки с обыденным сознанием осуществляется через образование, то данная проблема – это в основном проблема школьного и вузовского образования.

Цель – провести анализ программ индивидуальных, групповых и массовых форм внеклассной работы по биологии; выявить систему экологических понятий дисциплины «Биология. 7 класс»; разработать и апробировать авторские внеклассные мероприятия экологической направленности.

Материалы и методы. Концептуальные разработки в области экологического образования (С. Н. Глазачев, И. Т. Суравегина, И. Д. Зверев); программы кружков и факультативов; учебные пособия и методические рекомендации по дисциплине «Биология. 7 класс».

Выводы. Анализ программ индивидуальных, групповых и массовых форм внеклассной работы по биологии показал недостаточную степень их экологической направленности. Кроме того, в данных программах теоретическая часть доминирует над практической, что не позволяет обучить учащихся навыкам элементарной оценки качества окружающей среды. На основе анализа учебного пособия «Биология. 7 класс» и методической литературы выявлена система экологических понятий, необходимость формирования которых у учащихся не вызывает сомнения. Для усиления экологической направленности дисциплины «Биология. 7 класс» разработаны и будут апробированы на базе ряда школ г. Бреста внеклассные мероприятия экологической направленности. Для всех внеклассных мероприятий созданы мультимедийные презентации и другая оригинальная наглядность (игровые карточки, сканворды, ребусы и т. д.). Предполагается, что в ходе проведения данных внеклассных мероприятий будет отмечена высокая познавательная активность учащихся, большой интерес к обсуждаемой проблеме и путям ее решения. Эффективность проведенных мероприятий экологической направленности будет выявляться путем анкетирования учащихся, поскольку другие контрольные срезы допустимы только по поводу учебного материала обязательных уроков.

К содержанию

М. В. ТОРЧИЛО

Пинск, ПолесГУ

Научный руководитель – А. В. Шашко, канд. с.-х. наук, доцент

ИДЕНТИФИКАЦИЯ HLA-ФЕНОТИПА ЧЕЛОВЕКА СЕРОЛОГИЧЕСКИМ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Актуальность. *HLA*-фенотип обязательно учитывается при подборе донора для трансплантации. Ключевое значение в успешном осуществлении трансплантации имеет *HLA*-типирование пересаживаемых органов и тканей донора и реципиента.

Цель работы – изучить особенности и провести сопоставительный анализ различных методов, используемых для определения *HLA*-фенотипов I и II класса.

Материалы и методы. Изучены 30 образцов периферической крови человека при показаниях к трансплантации гемопоэтических стволовых клеток от донора. При проведении исследований применялось *HLA*-типирование серологическим методом и молекулярное *HLA*-типирование образцов крови методами *SSP*, *SSO* на платформе *Luminex 200*, блот-гибридизация, секвенирование нового поколения (далее – *NGS*) от *Illumina*.

Выводы. Серологический метод показал, что в локусе А чаще всего встречается 02 аллельная группа, в локусе В – 07, а в локусе С – 04 и 07 аллельные группы. По полученным результатам нельзя проводить трансплантацию, так как серологический метод не дает информацию о II классе *HLA*-антигенов. С помощью метода *SSP* выяснили, что в локусе DRB1 наиболее часто встречаются аллельные группы 04 и 11. Метод блот-гибридизации *SSO* показал, что самыми распространенными в локусе А являются аллельные группы 02 и 24. При использовании метода *SSO* на платформе *Luminex 200* оказалось, что в локусе В часто встречается 44 аллельная группа, а наиболее часто 07 и 35. Результаты метода *NGS* от *Illumina* показали, что в локусе А наиболее часто встречается 02 и 24, в локусе В – 7,35, в локусе С – 6,4, в локусе DRB1 – 4 и 11, в локусе DQB1 – 3, а в локусе DPB1 – 4 аллельные группы. Наиболее выгодными для идентификации *HLA*-фенотипа являются молекулярно-генетические методы, обладающие высокой чувствительностью, высокой разрешающей способностью, более ясной интерпретацией результатов.

К содержанию

М. В. ФАЛИТАР

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

ВЛИЯНИЕ НИТРАТА КОБАЛЬТА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ МУТАНТОВ *YELLOW* ДРОЗОФИЛЫ

Актуальность. Кобальт относится к группе тяжелых металлов, соединения которых являются распространенными и опасными загрязнителями окружающей среды. Влияние соединений тяжелых металлов на продолжительность жизни является малоизученным. Удобным объектом для проведения таких исследований является дрозофила.

Цель – анализ влияния нитрата кобальта $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ на продолжительность жизни мутантов *yellow* дрозофилы.

Материалы и методы. Для оценки влияния нитрата кобальта на продолжительность жизни мутантов *yellow* использовалось пять его концентраций – 0,1 ПДК, 1 ПДК, 10 ПДК, 100 ПДК, 1000 ПДК (ПДК – предельно допустимая концентрация, для ионов Co^{2+} составляет 1 мг/л). Опыт проводился в пяти повторностях. Действующее вещество добавлялось в питательную среду в количествах, необходимых для достижения требуемой концентрации. В каждую пробирку с питательной средой помещалось по три пары мух. Учет проводился ежедневно до полной гибели всех мух.

Выводы. Максимальная продолжительность жизни особей мутантов *yellow* дрозофилы в контроле в среднем составила 18,4 суток. При действии нитрата кобальта в концентрации 0,1 ПДК она составила 18 суток, т. е. практически не изменилась. Присутствие в питательной среде $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ в концентрациях 1 ПДК и 10 ПДК привело к снижению максимальной продолжительности жизни особей мутантов *yellow* дрозофилы до 17,3 и 16,6 суток соответственно. При действии нитрата кобальта в концентрации 100 ПДК наблюдалось некоторое увеличение максимальной продолжительности жизни мух, которая составила 18,6 суток. При самой высокой концентрации $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ наблюдалось резкое снижение исследуемого показателя до 13,8 суток. Таким образом, нитрат кобальта приводит к снижению продолжительности жизни мутантов *yellow* дрозофилы, с увеличением его концентрации эффект усиливается.

К содержанию

Д. И. ФРАНТОВ

Минск, БГУ

Научный руководитель – И. В. Минеева, д-р хим. наук, профессор

***IN VITRO* ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ
СВОЙСТВ N-АЦЕТИЛ-2-ПИРАЗОЛИНОВ
С ЦИКЛОПРОПАНСОДЕРЖАЩИМИ ФРАГМЕНТАМИ**

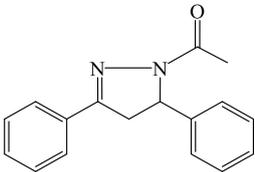
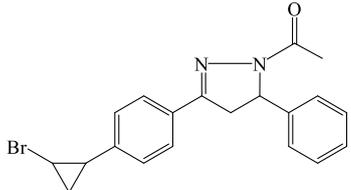
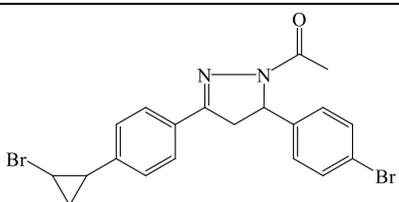
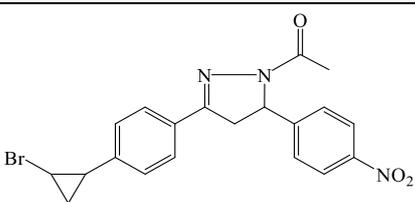
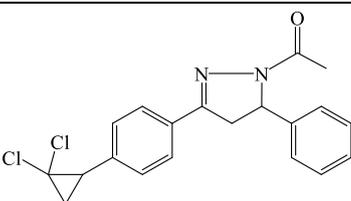
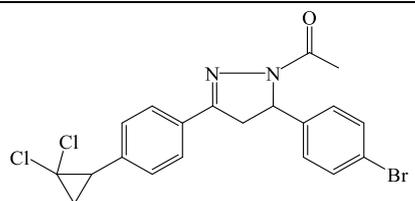
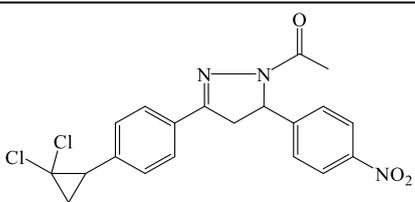
Актуальность. Гетероциклические соединения имеют первостепенное значение в медицинской химии благодаря разнообразному спектру терапевтических эффектов. Актуальность их исследования обусловлена развитием резистентности патогенных микроорганизмов к современным применяющимся антибиотикам. Пиразолины являются синтетически легкодоступным классом гетероциклических соединений, непосредственно содержащих два атома азота. Трудность образования связи азот – азот на стадии анаболизма обуславливает низкую распространенность пиразолинов в живой природе, однако сообщается, что пиразолиновый мотив был найден в некоторых растительных и морских алкалоидах [1]. Несмотря на это, пиразолиновое кольцо встречается во многих лекарственных препаратах, успешно сочетаясь со многими другими фармакофорными группировками, придавая соединениям анальгетическую, противоопухолевую, антиоксидантную, противомикробную, нейропротекторную и другие активности [2].

Цель – оценить *in vitro* антибактериальные свойства новых синтезированных N-ацетил-3,5-диарил-2-пиразолинов с циклопропансодержащими фрагментами.

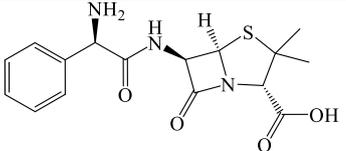
Материалы и методы. Синтезированные нами ранее N-ацетил-3,5-диарил-2-пиразолины, содержащие *гем*-дихлор- и бромциклопропановые фрагменты в бензольном кольце [3], тестировали на антибактериальную активность по отношению к культуре *Escherichia coli* M-17. Оценку антибактериальной активности соединений проводили диско-диффузионным методом Кирби – Бауэра. Для этого на стерильные диски фильтровальной бумаги $d = 6$ мм наносили 0,01 мл раствора веществ заданной концентрации в дихлорметане. Диски высушивали и накладывали на мясопептонный агар спустя 10–15 минут после инокуляции бактериальной суспензии. В качестве стандартных образцов сравнения использовали чистый диск, а также диск, пропитанный антибиотиком ампициллином. Чашки Петри выдерживали при +25 °С весь период культивирования, на 2–3-и сутки измеряли диаметр зоны поражения.

Результаты и обсуждение. Структурные формулы соединений, концентрация приготовленных растворов, концентрация веществ на диске и диаметр зоны поражения указаны в таблице.

Таблица – Структурные формулы соединений, их концентрации и экспериментально полученные данные

№	Структурная формула соединения	Концентрация, мг/мл	Масса вещества на диске, мкг	Диаметр зоны поражения, мм
1		26,4	264	–
2		38,3	383	–
3		46,2	462	–
4		42,8	428	–
5		37,3	373	–
6		45,2	452	–
7		41,8	418	–

Продолжение таблицы

 Ампициллин (антибиотик, контроль)	35,7	357	26
---	------	-----	----

Ни одно из исследуемых соединений **1–7** в микрограммовых концентрациях не продемонстрировало бактерицидной либо бактериостатической активности в отношении грамотрицательной бактерии кишечной палочки штамма М-17. Данный факт свидетельствует о том, что соединения **1–7** в приведенных концентрациях либо их метаболиты не оказывают существенного влияния на размножение бактерий.

Выводы. Была проведена оценка антибактериальной активности синтезированных ранее N-ацетил-3,5-диарил-2-пиразолинов по отношению к *E. Coli* М-17. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии у данных соединений, содержащих N-ацетилпиразолиновый и галогенциклопропановый фрагмент, явной антибактериальной активности, что обуславливает актуальность дальнейших исследований *in vitro* с целью обнаружения уникальных биологических свойств данных соединений, обусловленных комбинацией двух фармакофоров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Recent advances in the synthesis of pyrazoline derivatives from chalcones as potent pharmacological agents: a comprehensive review / C. S. Yadav, I. Azad, A. R. Khan [et al.] // Research of Chemistry. – 2024. – Vol. 7. – P. 101326.

2. Ardiansah, B. Pharmaceutical importance of pyrazoline derivatives: a mini review / B. Ardiansah // Journal of Pharmacological Science Researches. – 2017. – Vol. 9, № 10. – P. 1958–1960.

3. Франтов, Д. И. Синтез новых α,β -ненасыщенных карбонильных соединений и N-ацетил-2-пиразолинов на их основе, содержащих циклопропанольные фрагменты, прогноз их биологических свойств *in silico* / Д. И. Франтов, И. В. Минеева // Свиридовские чтения : сб. ст. / редкол.: О. А. Ивашкевич (пред.) [и др.]. – Минск : СтройМедиаПроект, 2024. – Вып. 20. – С. 145–167.

К содержанию

О. Н. ФРАНЧУК¹, М. О. КАЙДАЛОВА^{1,2}

¹Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

²Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси
Научный руководитель – Н. Ю. Колбас, канд. биол. наук, доцент

СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЯХ ВИШНИ ОБЫКНОВЕННОЙ СОРТА ОБЛАЧИНСКА ПРИ РАЗНЫХ СТРАТЕГИЯХ ОБРАБОТКИ

Актуальность. Переход на органическое земледелие является мировой тенденцией и одной из основных задач обеспечения национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь. В оценке влияния приемов и технологий выращивания на продуктивность плодово-ягодных культур особое значение имеет содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений.

Цель – сравнительный анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях вишни обыкновенной (*Prunus cerasus* L., сорт Облачинска) в зависимости от типа обработки против насекомых-фитофагов.

Материалы и методы. Полевой эксперимент проведен в 2024 г. на территории ОАО «Агро-сад «Рассвет»» (аг. Вистычи Брестского района). Против насекомых фитофагов применяли три биопрепарата: «Энтолек», «Профит», «Битоксибациллин». В качестве контроля использовали воду. Для выявления эффективности биопрепаратов анализировали образцы с растений конвенционного выращивания (с использованием пестицидов). Пигменты экстрагировали 80 %-м ацетоном; содержание определяли спектрофотометрически при длинах волн 663, 646 и 470 нм и рассчитывали по формулам Вернера и Ветштейна.

Выводы. Обработка растений вишни профитом и битоксибациллином достоверно повысила содержание в листьях хлорофилла *b* (соответственно на 25,5 и 21,8 % относительно контроля), что отразилось и на суммарном содержании хлорофиллов *a* и *b* (повышение на 11,8 и 8,8 % соответственно). При этом отличие содержания хлорофилла *a* в листьях обработанных (как биопрепаратами, так и пестицидами) и контрольных растений были статистически недостоверными. Выявлено достоверное снижение содержания каротиноидов в листьях вишни конвенционного выращивания (на 50 %). Использование биопрепарата «Энтолек» в нашем эксперименте не повлияло на содержание фотосинтетических пигментов в листьях вишни.

Исследование выполнено в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ № Х24Б-005.

К содержанию

Е. И. ХАЛЕЦКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ

Актуальность. Циклодекстрины (далее – ЦД) благодаря возможности создания комплексов, повышающих растворимость и стабильность вещества при сохранении низкой токсичности, нашли применение в фармацевтической, пищевой, косметической и многих других отраслях промышленности. Около 40 % лекарственных препаратов, доступных на рынке, плохо растворимы в воде, а в случае новых препаратов этот показатель может быть еще выше, что ограничивает их применение и порождает необходимость поиска новых способов улучшения их растворимости. Одним из способов является образование супрамолекулярных комплексов по типу «гость – хозяин» с циклодекстринами [1].

Понимание механизмов взаимодействия между низкорастворимой в водных растворах салициловой кислотой (далее – СК) и циклодекстринами может привести к разработке новых, более эффективных лекарственных форм, что особенно актуально в условиях необходимости оптимизации терапии и минимизации побочных эффектов.

Цель – провести анализ растворимости салициловой кислоты в комплексе с α -, β - и 2-гидроксипропил- β -циклодекстринами (α -CD, β -CD, HP- β -CD).

Материалы и методы исследования. Исследование фазовой растворимости СК в присутствии циклодекстринов проведено по методу Хигучи – Коннора (Т. Higuchi и К. А. Connors) [2]. Избыточное количество СК добавляли к водному раствору, содержащему β -, α - и 2-гидроксипропил- β -циклодекстрин в диапазоне концентраций 0–16 мМ и 0–30 мМ соответственно. Все эксперименты по комплексообразованию проводились при рН 6,0. Образцы инкубировали в темноте при комнатной температуре в течение 72 часов и затем фильтровали через бумажный фильтр, потом фильтрат центрифугировали при 13500 г в течение 10 минут при комнатной температуре. Количество растворенной СК определяли спектрофотометрически UF-VIS, используя калибровочную кривую. Спектры поглощения регистрировали при комнатной температуре (Jasco V-650, Япония) (λ 190–500 нм) за вычетом оптической плотности соответствующей концентрации циклодекстрина.

Константы ассоциации (K_s) комплексов включения рассчитаны на основе диаграммы фазовой растворимости по уравнению $K^s = \frac{slope}{S^0 \cdot (1 - slope)}$,

где K_s – константа ассоциации комплекса, $slope$ – угол наклона кривой фазовой растворимости, S^0 – растворимость СК в отсутствие циклодекстрина при 25 °С.

Обработка результатов была проведена с помощью специализированного пакета STATISTICA 6.0.

Результаты и обсуждение. На первом этапе работы были определены молярные коэффициенты экстинкции (ϵ) салицилата в водном растворе. С этой целью были проведены измерения оптической плотности (УФ) водного раствора салициловой кислоты в диапазоне концентраций ($10 \cdot 10^{-6}$ – $10 \cdot 10^{-3}$ моль/л) при $\lambda_{max} = 296$ нм в воде. Молярный коэффициент экстинкции салициловой кислоты $\epsilon = 18054 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ при $\lambda_{max} = 296$ нм.

На втором этапе оценена растворимость салицилатов в присутствии различных концентраций α -, гидроксипропил- β -циклодекстринов (0–30 мМ) и β -циклодекстрина (0–16 мМ).

Зависимость концентрации салициловой кислоты от концентрации внесенного α -циклодекстрина описывается уравнением $y = 0,0006x + 5 \cdot 10^{-5}$ ($R^2 = 0,9167$), для β -циклодекстрина $y = 0,0006x + 7 \cdot 10^{-5}$ ($R^2 = 0,9642$), для гидроксипропил- β -циклодекстрина $y = 0,0017x + 5 \cdot 10^{-5}$ ($R^2 = 0,9884$).

При концентрации α -, β -, гидроксипропил- β -циклодекстринов 16 мМ растворимость салициловой кислоты увеличивается практически в 2 раза.

Диаграммы фазовой растворимости салицилата в соответствии с концепцией Хигучи – Коннора скорее может быть классифицирована как промежуточный показатель между A_N и B_S типа, комплекс включения салицилата с HP- β -CD можно классифицировать как диаграмма A_L типа. Методом, предложенным Хигучи – Конорсом [3], были оценены константы ассоциации комплексов включения СК- α -CD, СК- β -CD, СК-HP- β -CD, которые равны $10,53 \pm 1,26 \text{ M}^{-1}$, $19,25 \pm 3,87 \text{ M}^{-1}$, $29,46 \pm 5,98 \text{ M}^{-1}$ соответственно. Изменение свободной энергии Гиббса при формировании комплексов включения представлены в таблице.

Таблица – Изменение свободной энергии Гиббса при формировании комплексов включения с салицилатом

	α -циклодекстрин	β -циклодекстрин	Гидроксипропил- β -циклодекстрин
ΔG , СК, ккал/моль	$-5754,48 \pm 512,65$	$-7229,09 \pm 1016,85$	$-8269,21 \pm 1548,45$

Изменения свободной энергии Гиббса при формировании комплексов включения отрицательны. Это свидетельствует о том, что процесс комплексообразования протекает самопроизвольно. СК, вероятно, будет размещаться в гидрофобных полостях циклодекстринов, так как диаметр внутренней полости как α -CD, так и β -CD, HP- β -CD соответствуют размерам лигандов, стехиометрическое соотношение комплекса включения теоретически должно быть 1:1, хотя в литературе описаны комплексы включения АКС и СК с β -CD и γ -CD в соотношениях 1:1, 2:1, 4:1, 1:2 [4].

Выводы. Оцененные константы ассоциации комплексов СК- α -CD, СК- β -CD, СК-HP- β -CD, которые равны $10,53 \pm 1,26 \text{ M}^{-1}$, $19,25 \pm 3,87 \text{ M}^{-1}$, $29,46 \pm 5,98 \text{ M}^{-1}$ соответственно, свидетельствуют о слабом взаимодействии между молекулами. В нашем исследовании диаграмму фазовой растворимости салицилата от концентрации α -CD и β -CD скорее можно классифицировать как промежуточный показатель между A_N и B_S типа, комплекс включения салицилата с HP- β -CD можно классифицировать как диаграмму A_L типа. В данной работе все эксперименты по комплексообразованию проводили при pH 6,0.

Формирование супрамолекулярных комплексов включения характеризуется отрицательными значениями изменения свободной энергии Гиббса (ΔG) для СК ($-5754,48 \pm 512,65$) – ($-8269,21 \pm 1548,45$), на основании чего можно сделать вывод о том, что процессы комплексообразования салицилата с α -CD, β -CD, HP- β -CD протекают самопроизвольно. Это обусловлено ван-дер-ваальсовым взаимодействием, гидрофобным взаимодействием.

Работа выполнена в рамках гранта БРФФИ-Минобразование № Б24МВ-004 от 15.04.2024.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Wang, W. Prediction of Free Drug Absorption in Cyclodextrin Formulation by a Modified Physiologically Based Pharmacokinetic Model and Phase Solubility 3-D Surface Graph / W. Wang, D. Ouyang // *Pharmaceutical Research*. – 2021. – Vol. 38. – P. 1157–1168.
2. Preparation and solid state characterization on inclusion complexes formed between miconazole and methyl- β -cyclodextrin / A. Ribeiro, A. Figueiras, D. Santos, F. Veiga // *AAPS PharmSciTech*. – 2009. – Vol. 9, № 4. – P. 1102–1109.
3. Higuchi, T. Phase solubility techniques / T. Higuchi, K. A. Connors // *Journal of Analytical Chemistry*. – 1965. – Vol. 4, № 2. – P. 117–212.
4. Formation of β -cyclodextrin complexes in an anhydrous environment / H. Sifaoui, A. Modarressi, P. Magri [et al.] // *Journal of Molecular Modeling*. – 2016. – Vol. 22. – P. 206–207.

К содержанию

Е. В. ЧИПУРНЫХ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОСЕВНЫХ И БИОМАССОВЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ *LEPIDIUM SATIVUM* L. ПОД ВЛИЯНИЕМ
НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ ДОБАВОК В УСЛОВИЯХ
ЗАСОЛЕНИЯ**

Актуальность. Поступление солей в составе антигололедных реагентов существенно изменяет химические и физические свойства почв, повышает осмотическое давление и ускоряет минерализацию гумуса [1]. Засоление почв снижает продуктивность придорожных растений и способствует деградации почв урбанизированных территорий [2]. Распространенные методы рекультивации засоленных почв зачастую обладают определенными ограничениями, многие из них требуют значительных финансовых и трудовых ресурсов. Это подчеркивает необходимость разработки новых эффективных и экономически обоснованных технологий восстановления засоленных почв. Использование экологически безопасных препаратов биологически активных веществ является одним из перспективных направлений реабилитации.

Цель – оценить протекторное действие гуминового препарата для преодоления солевого стресса у кресс-салата в условиях засоления различной интенсивности.

Материалы и методы. В качестве почвенных добавок использовали биопрепарат «Profit триходерма» (далее – Pr), а также препараты на основе биологически активных веществ: гуминовый препарат «Оксидат торфа» (далее – ОТ), и дрожжевой препарат «Ростмомент» (далее – РМ). Применяемые препараты готовили согласно прилагаемым инструкциям и вносили в загрязненную NaCl почву. Дозы соли, вносимые в почву, составили 170 г/м² и 240 г/м².

Подготовленные почвенные образцы помещали в пластиковые контейнеры 22×15×5 см и приливали 30 мл соответствующего препарата или отстоявшейся водопроводной воды. На поверхность почвенной пластинки помещали слой фильтровальной бумаги и равномерно распределяли семена тест-культуры в количестве 50 штук. В качестве тест-объекта применяли кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) сорта Обыкновенный. На 5-й день эксперимента измеряли длину корней и стеблей проростков тест-культуры. Дополнительно рассчитывали показатели отношения длины стебля к корню.

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

В условиях K_{170} применение оксидата торфа оказывало ингибирующее воздействие на семена кресс-салата (рисунок 1). Снижение количества проросших семян на 3-й день опыта составило $-6,5\%$ относительно K_{170} . На 5-й день опыта токсическое действие оксидата торфа снижалось ($-3,2\%$). Дрожжевой и бактериальный препараты оказывали слабое стимулирующее воздействие на показатель энергии прорастания ($+4,84$ и $6,45\%$ соответственно). При этом в отношении показателя всхожести воздействие препарата РМ не оказывалось, а использование препарата Profit способствовало небольшому приросту показателя всхожести относительно контроля K_{170} .

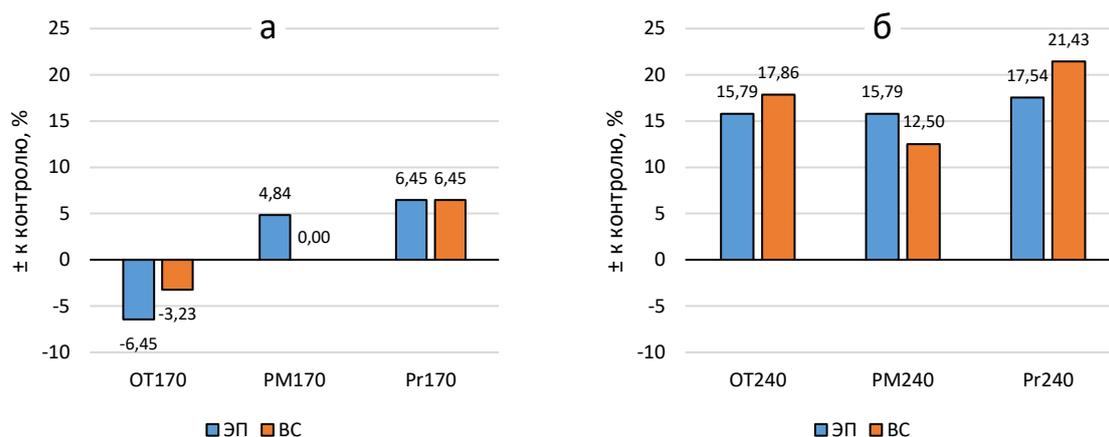


Рисунок 1 – Изменение посевных качеств семян кресс-салата под влиянием почвенных добавок в условиях засоления различной интенсивности: а) 170 г/м^2 , б) 240 г/м^2

В условиях более высокой засоленности почв отмечалось стимулирующее воздействие на посевные качества со стороны всех почвенных добавок. При этом более эффективным было применение бактериального препарата с цеолитом – $+17,54$ и $21,43\%$ относительно контроля K_{240} на 3-й и 5-й день эксперимента соответственно. Внесение в почву оксидата торфа способствовало снижению средней массы как корня, так и стебля кресс-салата ($-18,6$ и $41,6\%$ к K_{170} соответственно) (рисунок 2). Примечательно, что на фоне значительного снижения длины корня под влиянием ОТ отмечается значительный прирост массы 1 мм корня на 70% . Внесение в почву бактериального препарата сопровождалось значительным снижением средней массы корня у проростков кресс-салата ($-31,5\%$), при этом показатель средней массы стеблей испытывал стимулирующее влияние препарата Рг ($+12,8\%$). Еще более выраженное стимулирующее действие в отношении показателя массы стебля проростков выявлено в варианте с препаратом «Ростмомент» – $+22,04\%$ относительно контроля. При этом показатель массы 1 мм корня кресс-салата в условиях засоления в варианте РМ₁₇₀ был также выше, чем в контроле.

Применение почвенных добавок в условиях повышения концентрации соли в почве сопровождалось слабым откликом биомассовых показателей проростков тест-культуры, не превышающим 5,9 % относительно контроля К₂₄₀.

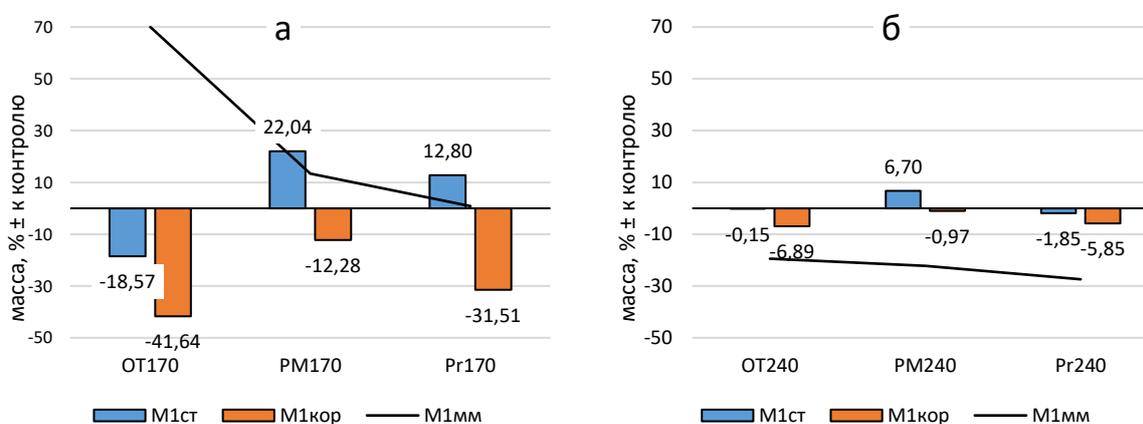


Рисунок 2 – Изменение массы проростков кресс-салата под влиянием почвенных добавок в условиях засоления различной интенсивности: а) 170 г/м², б) 240 г/м²

Выводы. В ходе проведенной работы выявлено, что использование «Profit триходерма» оказывало стимулирующий эффект на прорастание семян, при этом с усилением засоления протекторная способность препарата повышается. В отношении биомассовых показателей относительно более эффективным было применение дрожжевого препарата «Ростмомент». С усилением засоления эффективность тестируемых препаратов снижалась.

Исследование выполнено в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (номер государственной регистрации 20211453 от 20.05.2021).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Засоление почв: глобальная сельскохозяйственная проблема. – URL: <https://asm-agro.ru/articles/zasolenie-pochv-globalnaya-selskohozyajstvennaya-problema> (дата обращения: 21.07.2022).

2. Засоление почв: причины, последствия и меры борьбы. – URL: <https://eos.com/ru/blog/zasolenie-pochv> (дата обращения: 01.08.2024).

К содержанию

К. С. ШАКУН, В. А. КОЗЛОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

СТРУКТУРА ХЛОПЬЕВ АКТИВНОГО ИЛА ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ КРАСИТЕЛИ

Актуальность. С расширением производства текстильной продукции сточные воды стали одним из источников экологических проблем, так как текстильные красители являются химически и фотолитически устойчивыми.

Цель – изучить воздействие текстильных красителей и продуктов их озонирования на размеры хлопьев активного ила очистных сооружений.

Материалы и методы. Краситель прямой синий СВ 150 используется для окрашивания текстильных изделий. Частичную деструкцию красителя проводили путем пропускания озono-воздушной смеси, генерированной озонатором Rottinger (Китай) с производительностью 1,56 мг/мин, до 50 % и 100 % деградации хромофорной группы.

В плоскодонные колбы объемом 50 см³ вносили 5 см³ активного ила аэротенков-вытеснителей очистных сооружений канализации г. Гродно и 5 см³ 1 %-го раствора красителя, после чего перемешивали на шейкере при 80 об/мин для обеспечения лучшего контакта красителя с илом. Через 1 и 7 суток определяли размеры хлопьев активного ила путем микроскопирования препаратов «откалиброванная капля» при увеличении 15×40 с использованием программы TourView. Отдельные хлопья ранжировали по размерам площади, а также находили их суммарную площадь в см³.

Выводы. В активном иле через 7 суток после обработки красителем преобладали отдельные хлопья площадью от 51 до 100 мкм² (47 %), тогда как в необработанном активном иле – площадью от 0 до 50 мкм² (46 %). Суммарная площадь флокул в активном иле, обработанном и не обработанном красителем, на 7-е сутки составила $(0,38 \pm 0,15) \cdot 10^8$ и $(0,16 \pm 0,63) \cdot 10^8$ мкм²/см³ соответственно. При внесении красителя со 100 %-й деградированной озоном хромофорной группой площадь отдельных крупных хлопьев также значительно увеличилась.

Таким образом, текстильные красители и продукты их озонирования способствуют увеличению размеров хлопьев активного ила аэротенков вследствие массового развития нитчатых микроорганизмов, более адаптированных к различным токсикантам, что может нарушить процесс разделения иловой смеси во вторичных отстойниках.

К содержанию

Н. В. ШАНДАЕВСКИЙ, В. В. ЮДИНА

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

Научный руководитель – И. И. Ефременко, канд. биол. наук, доцент

РОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Актуальность. Теория функциональной асимметрии полушарий головного мозга за последние десятилетия активно развивалась, накоплен значительный теоретический и практический материал. Однако в практической работе педагогов и психологов дошкольных учреждений, школ и вузов редко учитываются данные об индивидуальном профиле функциональной асимметрии мозга ребенка [2]. Выявление доминирующего полушария может помочь в разработке методов обучения и различных методик для лучшего усвоения нового материала, снижения нагрузки и поднятия мотивации для дальнейшего обучения. Например, у обучающихся с преобладанием левого полушария лучше усваиваются структурированные задания, а с преобладанием правого полушария – задания, где можно проявить больше самостоятельности, например творческие проекты. Также понимание собственных когнитивных особенностей поможет лучше распределять учебную нагрузку при самостоятельном изучении нового материала. Знания о доминирующем полушарии могут использоваться для улучшения пластичности мозга, т. е. на базе полученной информации с использованием специальных техник и упражнений можно улучшить когнитивное функционирование менее преобладающего полушария [1; 2].

Существует несколько типов функциональной организации двух полушарий мозга:

- доминирование левого полушария – словесно-логический характер познавательных процессов, склонность к абстрагированию и обобщению (левополушарные люди);
- доминирование правого полушария – конкретно-образное мышление, развитое воображение (правополушарные люди);
- отсутствие ярко выраженного доминирования одного из полушарий – интегративный тип мышления (равнополушарные люди).
- в зависимости от ситуации используют то правополушарное, то левополушарное мышление – смешанный тип мышления [3].

Цель – выявить особенности функциональной асимметрии полушарий головного мозга в учебной деятельности студентов.

Материалы и методы. Анализ литературы по теме исследования; анкетирование; опрос. Для определения межполушарной асимметрии был использован опросник «Ваш стиль обучения и мышления» (Элис Пол Торренс). Опросник включает 40 вопросов, содержащих три предложенных варианта ответа.

Результаты и обсуждение. Исследование проводилось на базе Витебского государственного университета имени П. М. Машерова среди студентов факультета химико-биологических и географических наук.

В исследовании приняли участие 37 студентов, обучающихся на 3–4 курсах, в возрасте от 19 до 23 лет. Среди них респондентов мужского пола 38 % (14 юношей – 6 человек обучаются на 4-м курсе и 8 человек – на 3-м курсе), женского пола 62 % (23 девушки – 11 человек обучаются на 4-м курсе и 12 человек – на 3-м).

В ходе тестирования было выявлено, что 5 % юношей имеют правополушарный тип мышления. Данные студенты учатся на 4-м курсе и имеют средний балл 7,5. 11 % юношей имеют левополушарный тип мышления. Из них два человека обучаются на 3-м курсе и имеют средний балл 7,8 и два человека обучаются на 4-м курсе со средним баллом 8,3. 11 % юношей имеют смешанный тип мышления. Из них два человека обучаются на 4-м и два – на 3-м курсе со средним баллом 8,7. 11 % юношей имеют интегративный тип мышления. Из них четыре человека обучаются на 3-м курсе со средним баллом 8,9–9,0.

Таким образом, можно сделать вывод, что для юношей в большей степени характерен левополушарный и интегративный тип мышления и в меньшей степени правополушарный тип мышления. Для респондентов с интегративным и смешанным типом мышления характерен наибольший средний балл по успеваемости по сравнению с юношами, имеющими правополушарный тип мышления (таблица).

Таблица – Распределение студентов в зависимости полушарной доминантности

Тип мышления	Количество студентов, %		Количество юношей и девушек		Средний балл успеваемости	
	юношей	девушек	юношей	девушек	юношей	девушек
Правополушарный	5 %	19 %	2	7	7,5	7,7–8,5
Левополушарный	11 %	19 %	4	7	7,8–8,3	7,7
Интегративный	11 %	17 %	4	6	8,7	8,8
Смешанный	11 %	7 %	4	3	8,9–9,0	9,0

Исходя из результатов исследования, 19 % девушек имеют левополушарный тип мышления. Из них три девушки обучаются на 4-м курсе со средним баллом 7,8 и четыре девушки обучаются на 3-м курсе со средним

баллом 7,7. 19 % девушек имеют правополушарный тип мышления. Из них пять девушек учатся на 4-м курсе и две девушки – на 3-м курсе со средним баллом 7,7–8,5. 17 % девушек имеют интегративный тип мышления. Из них три девушки обучаются на 4-м и три девушки – на 3-м курсе со средним баллом 8,7–8,8. 7 % девушек имеют смешанный тип мышления. Из них три девушки учатся на 3-м курсе со средним баллом 9,0 (таблица). Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о превалировании студентов с левополушарным типом функционирования головного мозга – 30 %, тогда как количество правополушарных составило всего лишь 24 %, с интегративным типом было выявлено 18 %, со смешанным – 28 % (таблица).

Выводы. Исходя из полученных данных, мы видим, что для девушек в большей степени характерен левополушарный и правополушарный тип мышления и в меньшей степени интегративный и смешанный тип мышления. Для девушек высокий и средний бал успеваемости соотносится с интегративным и смешанным типом мышления, затем идет левополушарный тип мышления и более низкий бал характерен для правополушарного типа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Особенности функционального состояния систем организма студентов в процессе учебной деятельности / И. И. Ефременко, Е. Ю. Хохленок, В. В. Юдина, Н. В. Шандаевский // Перспективы развития науки в современном мире : сб. науч. ст. по материалам XVI Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 12 нояб. 2024 г. – Уфа : Вестн. науки, 2024. – С. 19–28. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/45949> (дата обращения: 26.03.2025).

2. Нейрофизиология и сенсорные системы : курс лекций / М-во образования Респ. Беларусь, Витеб. гос. ун-т им. П. М. Машерова ; сост. И. И. Ефременко. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2022. – 235 с. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/32639> (дата обращения: 24.03.2025).

3. Нейропсихология : курс лекций / М-во образования Респ. Беларусь ; Витеб. гос. ун-т им. П. М. Машерова ; сост. И. И. Ефременко. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2021 – 311 с. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/27495> (дата обращения: 24.03.2025).

К содержанию

А. В. ШВАЙКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**АНАЛИЗ МЕТАЛЛОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТИ
24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО ТЕТРАСУКЦИНАТА
В ОТНОШЕНИИ ИОНОВ СВИНЦА НА ПРИМЕРЕ ГРЕЧИХИ
ПОСЕВНОЙ СОРТА ВЛАДА В ВЕГЕТАЦИОННОМ
ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Актуальность. Эпикастастерон (далее – ЭК) является представителем довольно обширной группы brassinosterоидов, включающей в себя фитогормоны, выделенные из растений различных семейств. На основе многочисленных исследований было установлено, что они жизненно важны для нормального роста и развития растений, что и привело к выделению нового класса растительных гормонов [1]. Оценка влияния этих соединений на живые организмы проводилась в разных странах, и наиболее полный обзор их результатов опубликован сотрудниками ИБОХ НАН РБ [1]. По результатам исследований, проведенных в БрГУ имени А. С. Пушкина, были определены наиболее перспективные для применения в растениеводстве препараты [2]. Но в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, из brassinosterоидов включены только эпин и эпин плюс, содержащие соответственно эпибрасинолид и гомобрасинолид. Сотрудниками ИБОХ НАН РБ были синтезированы конъюгаты brassinosterоидов с органическими кислотами, которые отличаются по физико-химическим свойствам от самих brassinosterоидов, и оценка их влияния на растения является весьма актуальной [3]. Одним из таких соединений является конъюгат 24-эпикастастерона с янтарной кислотой, которая сама обладает определенной биологической активностью и довольно широко используется в растениеводстве в качестве стимулятора роста и развития растений.

Цель – определить наиболее перспективные концентрации ЭК и его конъюгата с янтарной кислотой (далее – ТС) при совместном действии с растворами нитрата свинца и кадмия в концентрациях 10^{-3} и 10^{-4} М соответственно для стимулирования роста и развития гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) сорта Влада на основе анализа их влияния на морфометрические показатели в вегетационном эксперименте.

Материалы и методы. Как тест-объект для исследования использовали гречиху посевную (*Fagopyrum esculentum* Moench.) районированного

во всех областях Республики Беларусь сорта Влада [4]. Предмет исследования – анализ влияния на нее растворов ЭК и ТС в ранее выявленном спектре наиболее эффективных концентраций 10^{-8} – 10^{-10} М на фоне действия ионов свинца и кадмия. Для проведения исследования производилось замачивание семян гречихи на 5 часов в растворах исследуемых стероидных соединений, а затем их посев в вегетационных сосудах (пластиковые горшки) в подготовленную почву. В каждый горшок сеяли по пять семян, на каждый вариант использовали четыре сосуда, распределенные рандомизированно. Полив всех вариантов, кроме контроля с водой, производили с помощью пипетки одинаковыми объемами растворов нитрата свинца и кадмия в концентрациях 10^{-3} и 10^{-4} М соответственно. Гречиху выращивали до появления цветочных бутонов. По завершении эксперимента проводили определение высоты побегов, длины корней и массы растений. Статистическую обработку полученных результатов проводили согласно П. Ф. Рокицкому с использованием программы Microsoft Excel [5].

Результаты и обсуждение. Эпикастастерон в концентрации 10^{-9} М недостоверно уменьшил высоту проростков с 190,3 мм в контроле с $Pb(NO_3)_2$ до 187,5 мм (таблица). Остальные растворы ЭК достоверно увеличили высоту гречихи. Растворы ТС достоверно увеличили этот показатель во всех дозах: 10^{-8} М до 221,5 мм ($P \leq 0,01$), ТС 10^{-10} и 10^{-9} М – до 224,9 и 222,6 мм соответственно ($P \leq 0,01$). Длину корешков увеличили все растворы ЭК, но разница с контролем с металлом была недостоверной. Тетрасукцинат достоверно повысил этот показатель при применении всех исследуемых концентраций раствора, но максимально при использовании дозы 10^{-10} М, хотя и в остальных двух вариантах различия с контролем были достоверными.

Таблица – Влияние 24-эпикастастерона и тетрасукцината 24-эпикастастерона на высоту проростков и длину корешков гречихи посевной сорта Влада в вегетационном эксперименте при воздействии ионов свинца

Вариант	Высота проростка		Длина корешка	
	мм	% к металлу	мм	% к металлу
$Pb(NO_3)_2$	190,3 ± 7,42	100,0	58,47 ± 4,01	100,0
Контроль	193,4 ± 12,74	101,3	61,73 ± 5,79	105,58
24-эпикастастерон (ЭК)				
10^{-10}	213,5 ± 7,84*	112,2	68,0 ± 2,55	116,3
10^{-9}	187,5 ± 2,64	98,53	71,67 ± 2,48**	122,58
10^{-8}	226,5 ± 6,02***	119,02	68,40 ± 3,21	116,98
Тетрасукцинат 24-эпикастастерона (ТС)				
10^{-10}	224,9 ± 8,20**	118,2	76,13 ± 2,89**	130,2
10^{-9}	222,6 ± 7,72**	116,97	69,67 ± 3,59*	119,16
10^{-8}	221,5 ± 8,97*	116,4	72,27 ± 2,82**	123,6

Примечание – * – достоверно при $P \leq 0,05$; ** – при $P \leq 0,01$; *** – при $P \leq 0,001$.

На массу проростков в сравнении с $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ все концентрации повлияли положительно. Максимально положительное значение было получено при использовании раствора ТС с концентрацией 10^{-10} М, где оно составило 0,81 г, тогда как в контроле с $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ – 0,52 г. С достоверностью $P \leq 0,001$ увеличили массу раствора ЭК в дозах 10^{-9} и 10^{-8} М до 0,73 и 0,74 г соответственно. Достоверные положительные отличия результатов также были получены в вариантах с растворами ТС в концентрациях 10^{-9} , 10^{-8} и 10^{-10} М, но максимальной разницей была только в последнем случае.

С достоверностью $P \leq 0,01$ на фоне действия ионов свинца массу корешков максимально увеличил раствор ЭК в концентрации 10^{-10} М – с 0,13 г в контроле с металлом до 0,20 г. Одинаковое влияние на массу корешков оказали растворы ТС с концентрациями 10^{-10} и 10^{-9} М, где значения составили 0,15 г. В остальных вариантах также наблюдались положительные отклонения, причем даже довольно существенные, по сравнению с действием только раствора нитрата свинца, но все отличия от контроля были недостоверными, что связано со сравнительно малым количеством измерений, так как определяли массу 10 корешков.

Заключение. Таким образом, почти по всему комплексу анализируемых показателей 24-эпикастастерон и его тетраацетат на фоне действия ионов свинца оказали положительное рострегулирующее влияние на диплоидную гречиху посевную сорта Влада, но не удалось выявить определенную дозу одного препарата с максимальным положительным действием на все показатели одновременно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
2. Биологическая активность брассиностероидов и стероидных гликозидов / под общ. ред. С. Э. Карозы ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2019. – 261 с.
3. Синтез и стресс-протекторное действие на растения конъюгатов брассиностероидов с салициловой кислотой / Р. П. Литвиновская [и др.] // Химия природных соединений. – 2016. – № 3. – С. 394–398.
4. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород. – URL: <http://sorttest.by/gosudarstvennyy-reyestr-sortov-2020-1> (дата обращения: 03.11.2022).
5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1973. – 320 с.

К содержанию

Е. В. ШЕЙН

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОТНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (НА ПРИМЕРЕ ВОДОЕМОВ ВОЛКОВЫССКОГО РАЙОНА)

Актуальность. Изучение водных беспозвоночных обусловлено их важной ролью в природных комплексах. В настоящее время резко возрастает значение данной группы как биофильтраторов, очищающих водоемы от органического и химического загрязнения. Многие обитатели пресных вод используются в биоиндикации – оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях.

Цель – выявление таксономического состава и экологических особенностей гидробионтов в водоемах Волковысского района, а также оценка качества воды в исследуемых водоемах.

Материалы и методы. Сбор водных беспозвоночных проводился с апреля по октябрь 2024 г. с помощью гидробиологического сачка. Для проведения исследования выбраны следующие водоемы: В1 – водоем Хатьковцы, В2 – водохранилище Дамба. Для определения качества воды в исследуемых водоемах использовался индекс Майера.

Выводы. По результатам исследований в водоемах Волковысского района отмечено 8 видов гидробионтов из 6 отрядов, 8 семейств и 8 родов. Собранные виды относятся к 2 типам: Mollusca и Arthropoda. Объем выборки составил 181 экземпляр. Отмеченные виды относятся к 4 классам: Gastropoda (Брюхоногие), Bivalvia (Двустворчатые), Crustacea (Ракообразные) и Insecta (Насекомые). Виды *Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758), *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) и *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) зарегистрированы только в В1. Только в В2 отмечена *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758). При определении класса обилия в соответствии со шкалой Ренковена, выявлены виды-доминанты. Для В1 таким оказался *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758), а для В2 – *Hydrometra stagnorum* L., 1758.

Анализ качества воды по индексу Майера показал, что оба исследованных водоема в значительной степени загрязнены: сумма баллов менее 11, а значи, водоемы имеют 4–7-й класс качества. Суммарное количество баллов для В2 (водохранилище Дамба) – 9, а для В1 (Хатьковцы) уровень загрязнения оценивается в 7 баллов.

К содержанию

УДК 628.356

Г. Д. ШИЛКО

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

МЕЛКОДИСПЕРСНЫЕ ВЗВЕШЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ ПРИДОРОЖНОГО ВОЗДУХА Г. ГРОДНО

Актуальность. Один из весомых видов загрязнения воздуха являются взвешенные частицы (РМ). Они негативно влияют на здоровье человека, вызывая респираторные и другие заболевания, которые уносят миллионы жизней в год. Контроль за концентрацией и распространением взвешенных частиц – важная задача эпидемиологического мониторинга, охраны труда и окружающей среды и других субъектов здравоохранения, требующая совершенствования методов учета и накопления данных о взвешенных частицах.

Цель работы – исследовать дисперсионный состав РМ в атмосферном воздухе придорожной территории г. Гродно.

Материалы и методы. Для отбора проб был использован аспиратор ПУ-3Э и фильтры АФА-ВП-20 (два фильтра на точку, режим работы аспиратора 70 дм³/мин, 2 минуты). Отбор проводился в пяти точках с различными условиями. Микроскопирование обработанных фильтров проводилось с помощью микроскопа МИКМЕД-6 объективом с увеличением ×40 и USB видеоокуляра TourCam 14.0 MP с адаптером TourTekFMA050. Статистическая обработка и анализ полученных данных проводились с использованием пакета статистических программ STATISTICA 10 (договор № 31588-ОВИО-20) и Microsoft Office Excel 2010.

Выводы. Дисперсный состав РМ в приземном атмосферном воздухе г. Гродно: > 10 МКМ (4,77–9,90 %); 5–10 МКМ (7,24–23,54 %); 2,5–5 МКМ (18,05–26,09 %); 1–2,5 МКМ (30,24–43,41 %); 0,5–1 МКМ (6,81–19,90 %). Критерий согласия Колмагорова – Смирнова с поправкой Линефорса совместно со статистикой Шапиро – Уилкса дал результат, согласно которому численность РМ в приземном воздухе ни в одной точке отбора проб не соответствует нормальному распределению. Расчет критерия Краскела – Уолиса доказал, что локальный фактор влияет на распределение РМ. Парное сравнение показало, что дисперсные составы в приземном воздухе в точках 1, 4 и 5 различаются несущественно, тогда как в точках 2 и 3 отличаются как от всех других, так и между собой. Срединное значение размера частиц во всех точках различается незначительно.

К содержанию

В. В. ЮДИНА, Н. В. ШАНДАЕВСКИЙ

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

Научный руководитель – И. И. Ефременко, канд. биол. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК В РАЦИОНЕ СТУДЕНТОВ

Актуальность. Здоровый образ жизни – это не только отказ от вредных привычек, но и правильное питание, которое является неотъемлемой частью здоровьесбережения. Все физиологические процессы в организме находятся в большой зависимости от нашего рациона. Рациональные подходы в организации здорового питания подрастающего поколения и молодежи позволяют обеспечить нормальный рост и развитие растущего организма. Полноценное питание с восстановлением энергетических затрат определяет умственное и физическое развитие обучающихся. Успешность в обучении зависит от многих факторов, особое место среди которых занимает питание. Правильное питание обеспечивает оптимальное функционирование всех органов и систем, формирует иммунитет и адаптационные резервы организма [3].

Пищевая промышленность активно реагирует на растущий спрос, предлагая продукты с длительным сроком хранения, доступностью, улучшенными вкусовыми качествами и привлекательным внешним видом. Достигается это во многом благодаря использованию пищевых добавок, присутствующих в большинстве продуктов ежедневного потребления. Однако их влияние на организм человека может быть как нейтральным, так и негативным, особенно при длительном употреблении. Некоторые добавки связывают с развитием аллергических реакций, заболеваний желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы и даже онкологических процессов. В связи с этим важно понимать, какие именно вещества попадают в организм вместе с пищей и как они воздействуют на здоровье [1].

Современный ритм жизни, особенно характерный для студенческой среды, зачастую сопряжен с нерегулярным питанием, повышенными умственными и эмоциональными нагрузками, а также с ограниченностью времени на приготовление пищи. Организм студентов, находящийся в стадии активного роста и развития, особенно чувствителен к воздействию внешних факторов, в том числе и к компонентам пищи. Неконтролируемое употребление продуктов с пищевыми добавками может негативно сказываться на функционировании различных систем организма [2; 3].

Цель – изучить отношение студенческой молодежи к употреблению биологически активных добавок (далее – БАДы).

Материалы и методы. Проводилось диагностическое исследование 79 респондентов в возрасте 17–23 лет. Анкетирование проводилось в Интернете с помощью сервиса Google forms. Критерий включения – наличие информированного согласия. Анкета состояла из 20 вопросов. Полученные данные обработаны на IBM ПК с помощью пакетов прикладных программ STATISTICA 10.0 (Stat Soft inc.), Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Исследование проводилось в Витебском государственном университете имени П. М. Машерова. Обследовались студенты в возрасте 17–23 лет факультета химико-биологических и географических наук. В анкетировании приняли участие 79 респондентов: 43 (54,4 %) студента 1-го курса и 36 (45,6 %) – 3-го. Из них 24 (30,4 %) юноши и 55 (69,6 %) девушек.

По данным, полученным после анализа проведенного анкетирования, 35 (44,3 %) студентов иногородние, 11 (31,4 %) студентов 3-го курса и 24 (68,5 %) 1-го курса проживают в общежитии. 10 (28,6 %) человек иногородних питаются в основном в заведениях быстрого питания. 30 (37,9 %) респондентов – 13 (43,3 %) студентов 3-го курса и 17 (56,6 %) 1-го курса – проживают дома с родителями. Из них 19 человек (63,3 %) посещают заведения общественного питания и 11 (36,6 %) человек в основном питаются домашней едой. 9 (64,3 %) студентов-третьекурсников и 5 (35,7 %) студентов-первокурсников снимают квартиру, большая часть из них питаются вне дома (71,4 %).

Наиболее важными факторами для выбора продуктов питания оказались: вкус – 86 % студентов, цена – 69,6 %, срок годности – 41,7 %, удобство приготовления – 39,2 %, польза – менее 35,4 %, привычка – 24 % и реклама – 3,8 %.

При покупке продуктов питания 23 (29 %) студента обращают внимание на состав, особенно на наличие пищевых добавок с E-индексом. Это 15 (65,8 %) человек с 3-го курса и 8 (34,8 %) – с 1-го. 65 % студентов считают, что не все пищевые добавки несут вред организму человека, и 15 % студентов уверены в негативном влиянии любой пищевой добавки на здоровье. Такая разбежка в процентах основывается на недостаточном количестве информации, а также ее неструктурированной подаче. Данные о пищевых добавках студенты получают в основном благодаря интернет-ресурсам (более 75,9 %), научной литературе (15,2 %), СМИ (6,3 %), при консультации с врачами (2,5 %). Оценивая эрудированность, мы отметили, что большинство студентов (72,2 %) имеют общие представления о влиянии и распространенности пищевых добавок, при этом 8 (10,1 %) студентов 1-го курса практически не имеют представлений об этой теме

и 14 (17,7 %) респондентов затрудняются ответить. Считают, что БАДы не приносят пользы здоровью человека 30,7 % молодых людей, у 30,6 % отношение к БАДам нейтральное. Указали, что никогда не употребляли БАДы, 71,5 % респондентов, и только 28 % принимают БАДы. Большинство студентов отказываются изменять свои привычки в пользу полезного питания. Эта тенденция отражается и на общем мировом проценте возникновения заболеваний в раннем возрасте. Половина респондентов употребляет в пищу витамины, при этом 11,6 % употребляют витаминные препараты на постоянной основе, а остальные 39,1 % – в определенный сезон года для поддержания витаминного баланса.

Выводы. Таким образом, результаты исследования показали, что включение БАДов в рацион студентов связано в первую очередь со вкусовыми ощущениями и доступностью, а также с недостаточной информированностью. Таким образом, результаты диагностического исследования показали недостаточную информированность студенческой молодежи о БАДах. Включение БАДов в рацион студенты связывают в первую очередь со вкусовыми ощущениями и доступностью, с недостаточным потреблением с пищей овощей и фруктов, а также с недостаточной информированностью о влиянии биологически активных веществ на здоровье человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Питание как фактор формирования здоровья студенческой молодежи / И. И. Ефременко, Е. Ю. Хохленок // Актуальные вопросы современной науки : сб. науч. ст. по материалам III Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 21 нояб. 2023 г. – Уфа : Вестн. науки, 2023. – С. 41–49. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/42006> (дата обращения: 26.03.2025).

2. Роль питания в нарушении макро- и микроэлементарного статуса у студентов / И. И. Ефременко, Е. Ю. Хохленок, В. В. Юдина // Актуальные вопросы инноваций и современные научные открытия : сб. науч. ст. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 29 нояб. 2024 г. – Уфа : Вестн. науки, 2024. – С. 7–19. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/> (дата обращения: 23.03.2025).

3. Звегинцева, А. А. Анализ применения биологически активных добавок среди студентов / А. А. Звегинцева, Е. В. Матвеев, М. Л. Максимов // Актуальные проблемы популяризации здорового образа жизни в молодежной среде : сб. материалов регион. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 14 мая 2021 г. – Ростов н/Д : Рост. гос. мед. ун-т, 2021. – С. 23–25.

К содержанию

О. А. ЮДИНА, В. А. КОЗЛОВСКАЯ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

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

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

Актуальность. В современном текстильном производстве активно применяются синтетические красители, однако они представляют собой серьезную угрозу для окружающей среды, поскольку отличаются низкой способностью к биоразложению и устойчивостью к различным воздействиям. При определении подходящего способа очистки сточных вод важно принимать во внимание возможность использования методов, основанных на использовании бактерий для расщепления стойких органических загрязнений.

Цель – оценить способность бактерий *Pseudomonas putida* к деградации текстильных красителей.

Материалы и методы. В работе исследовали текстильные красители Gris Isonyl MP-2R (красный) и Rouge Isonyl MP-G (желтый), используемые для окрашивания поликапроамидных изделий при производстве чулочно-носочных изделий. Для выявления деградации красителя были взяты бактерии *P. putida*, выращенные на скошенном агаре. В плоскодонные колбы объемом 250 см³ со 100 см³ стерильной питательной среды Е-8 с внесенным красителем в концентрации 0,1 % засеивали 1 см³ бактериальной суспензии. Контролем служил стерильный раствор красителя без бактерий. Колбы помещали на шейкер при 80 об/мин и температуре 37 °С. Через 0, 3 и 10 суток из колб отбирали пробы, в которых определяли оптическую плотность при максимумах поглощения красителей Gris Isonyl MP-2R (242, 304 и 491 нм) и Rouge Isonyl MP-G (255, 375 и 440 нм) до и после отделения клеток путем центрифугирования при 2700 об/мин в течение 15 минут. Также в отобранных пробах определяли концентрацию клеток путем поверхностного посева на МПА с последующим культивированием при температуре 37 °С в течение 2 суток.

Выводы. Установлено, что при внесении обоих красителей как количество клеток *P. putida*, так и оптические плотности растворов с бактериями при всех исследуемых длинах волн постепенно возрастали, что свидетельствует о некоторой степени деградации красителей. Значение оптической плотности растворов красителя в ультрафиолетовой области после отделения клеток центрифугированием оказывалось выше, чем в контрольной пробе, что может быть связано с образованием в процессе неполной деградации красителя промежуточных продуктов.

К содержанию

Д. А. ЮРКЕВИЧ

Брест, лицей № 1 имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. Ф. Ковалевич, учитель

ОСОБЕННОСТИ ФЕНОТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАКОВИН *СЕРАЕА NEMORALIS* L. В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ БРЕСТСКОГО РАЙОНА

Актуальность. Моллюски рода *Сераеа* являются удобным объектом для изучения фенотипической изменчивости, так как обладают полиморфизмом по окраске и рисунку меланизированных полос раковины. Это позволяет использовать этих моллюсков для изучения генетической структуры популяции по признаку окраски раковины, а также фенетической структуры природных популяций по признаку опоясанности и окраски раковины, внутри- и межпопуляционной изменчивости. На фенотипическую структуру популяций этого вида моллюсков влияет целый комплекс факторов: климатические условия, визуальная селекция хищниками, неоднородность среды обитания, дрейф генов и эффект основателя [1]. Температурный и влажностный режим городов, затруднения в расселении, а также антропогенное влияние определяют условия для формирования группировок этих моллюсков, имеющих специфическую структуру, отличающуюся от таковых природных популяций.

Цель – выявить особенности фенотипической структуры раковин *Сераеа nemoralis* L. в природных популяциях урбанизированных ландшафтов Брестского района.

Материалы и методы. Материалом послужили раковины *Сераеа nemoralis*, собранные в сентябре 2024 г в трех пунктах г. Бреста: на ул. Фомина, ул. Карьерной, ул. Чернянской. Сборы проводились также в некоторых населенных пунктах Брестского района: аг. Остромечево, д. Прилуки и аг. Чернавчицы. На ул. Фомина была травянистая растительность. На ул. Карьерной сбор происходил на территории фермерского хозяйства, где преобладает травянистая растительность. На ул. Чернянской растительность травянисто-кустарниковая. Преобладают смородина, злаковые травы, декоративные травянисто-цветочные культуры. В аг. Остромечево и Чернавчицы растительность была преимущественно травянистая. В Прилуках преобладала кустарниковая растительность. Для проведения исследований использовались только взрослые особи. При исследованиях фенетической структуры популяций отмечали фоновую окраску раковин.

Результаты исследований. При изучении окраски раковины *Seraea nemoralis* среди всех исследованных моллюсков всех выборок были выявлены две морфы – розовая и желтая. Наличие бурой морфы по окраске раковины не установлено (рисунок).

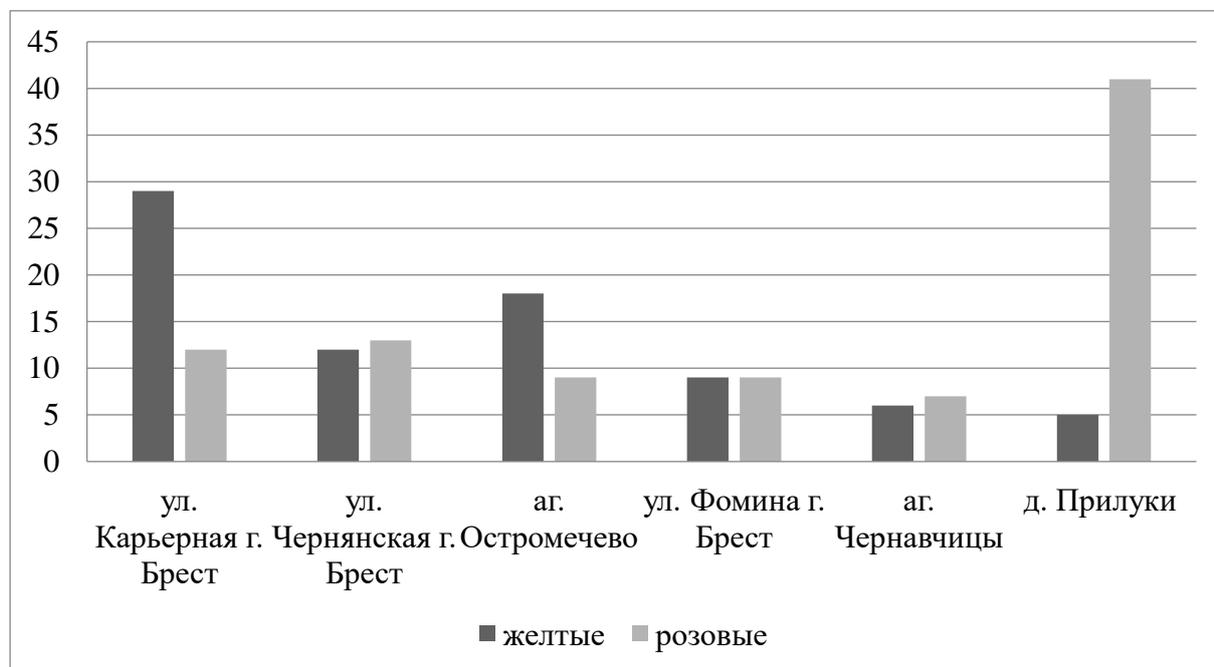


Рисунок – Полиморфизм по окраске раковины у *Seraea nemoralis* из различных мест обитания

Среди раковин моллюсков, собранных в д. Прилуки, значительно преобладают розовые, что подтверждается статистически. В районе ул. Карьерной г. Бреста преобладают моллюски с желтыми раковинами.

Желтые раковины дают преимущество при обитании в местах с травянистой растительностью. Когда в солнечные дни моллюски подвергаются воздействию прямых солнечных лучей, желтые раковины обладают высоким отражающим коэффициентом. Установлено, что светлые фенотипы рода *Seraea* обладают большей устойчивостью к экстремально высоким или низким температурам, а также к резким изменениям условий окружающей среды [2–4].

В остальных выборках статистически достоверных отличий по окраске раковин не выявлено. В выборке из аг. Остромечево наблюдается тенденция к увеличению моллюсков с желтыми раковинами.

Сравнительный анализ по признаку окраски позволил установить наличие статистически достоверных отличий по частотам фенотипов между выборкой д. Прилуки и всеми остальными. Месторасположение д. Прилуки характеризуется преобладанием розовых раковин, что характерно для мест

с кустарниковой растительностью, а в большинстве выборок г. Бреста и Брестского района, за исключением ул. Карьерной г. Бреста, количество желтых и розовых раковин одинаково. Это может быть обусловлено как особенностями местообитаний, так и эффектом основателя.

Выводы. Таким образом, в проведенных нами исследованиях установлено отсутствие отличий по частотам фенотипов между всеми выборками моллюсков, за исключением д. Прилуки, где значительно преобладают розовые раковины. В районах ул. Чернянской и Фомина, аг. Остромечево и Чернавчицы количество желтых и розовых раковин одинаково. В районе ул. Карьерной г. Бреста преобладают моллюски с желтыми раковинами. Желтые раковины дают преимущество при обитании в местах с травянистой растительностью, а также обладают большей устойчивостью к экстремально высоким или низким температурам и к резким изменениям условий окружающей среды. Указанные особенности полиморфизма по окраске раковины могут быть обусловлены как особенностями местообитаний, так и эффектом основателя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хлус, Л. М. Изучение изменчивости наземного моллюска *Helix lutescens* с применением факторного анализа / Л. М. Хлус, К. М. Хлус // Поволжский экологический журнал. – 2002. – № 1. – С. 53–60.

2. Островский, А. М. Фенотипическая структура интродуцированных популяций *Cerpea nemoralis* (Linnaeus, 1758) (*Gastropoda, Pulmonata, Helicidae*) в условиях городской среды обитания / А. М. Островский, К. В. Прокофьева // Актуальные вопросы современной малакологии : сб. науч. тр. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию юбилею И. М. Лихарева и П. В. Матекина, Белгород, 1–3 нояб. 2017 г. / Белгород. гос. ун-т. – Белгород : Изд. дом «Белгород», 2017. – С. 85–89.

3. Сверлова, Н. В. Особенности фенетической структуры интродуцированных популяций *Cerpea nemoralis* / Н. В. Сверлова // Фальцфейнівські читання : зб. наук. праць. – Херсон : ПП Вишемирський, 2007. – С. 287–292.

4. Колесник, В. Г. Фенотипическая изменчивость в популяциях *Cerpea nemoralis* (*Gastropoda, Pulmonata, Helicidae*) из г. Минска и Минского района / В. Г. Колесник, О. Ю. Круглова // Актуальные проблемы экологии – 2016 : материалы науч.-практ. конф., Гродно, 5–7 окт. 2016 г. / Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы ; редкол.: В. Н. Бурдь [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2016. – С. 102–104.

К содержанию

Л. И. ЯДЛОВСКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

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

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТА
«ОКСИДАТ ТОРФА» КАК ПОЧВЕННОГО МЕЛИОРАНТА
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ГЕРБИЦИДА
«ЛАЗУРИТ»**

Актуальность. Освоение агроприемов, обеспечивающих снижение антропогенной нагрузки на почвы и формирование урожая, на почвах с регулярным внесением средств химической защиты растений представляет научный и практический интерес. Среди биологически активных соединений природного происхождения особое место занимают гуминовые вещества. Один из популярных препаратов на их основе – оксидат торфа. Он стимулирует иммунную систему растений, нормализует биохимические процессы в клетках и улучшает обмен веществ. В результате использование оксидата торфа позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 25–30 % [1]. Вышеперечисленные характеристики биоактивности оксидата торфа могут быть использованы для оценки мелиоративных свойств данного препарата на почвах, содержащих гербициды.

Цель – оценить эффективность использования оксидата торфа в качестве почвенного мелиоранта для снижения уровня фитотоксичности гербицида «Лазурит» в отношении семян кукурузы сорта КВС Джайпур.

Материалы и методы. Объекты исследования – стимулятор роста растений «Оксидат торфа», а также до- и послевсходовый системный гербицид «Лазурит» (порошок, содержащий 700 г/кг метрибузина). Тест-объект – кукуруза *Zea mays* L. сорта КВС Джайпур. Материалы исследований – растворы оксидата торфа (0,5 г/л) и гербицида (5 мл/л), почвогрунт («Торфогрунт универсальный. Фаско»), семена. Фитотестирование проводили в чашках Петри, куда помещали по 60 г почвы, обрабатывали растворами (контроль – вода) и размещали семена. Повторность трехкратная. Семена проращивали в термостате при температуре $23 \pm 0,2$ °С.

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

Результаты исследований. Как показали результаты исследований (рисунок), присутствие в почве гербицида, а также обработка почвы оксидатом торфа положительно влияли на всхожесть семян.

Фитотоксичность почвы с гербицидом проявилась в отношении роста зародышевых корешков, особенно при оценке их сухой массы (19,51 %). Оксидат торфа усиливал рост корешков, что проявлялось в достоверном увеличении их длины, при этом их сухая масса имела менее выраженное достоверное отличие от контроля. Оксидат торфа проявил мелиоративные свойства, что проявлялось в достоверном уменьшении фитотоксичности почвы с гербицидом как по длине (-14,81 %), так и по их массе (-23,68 %).

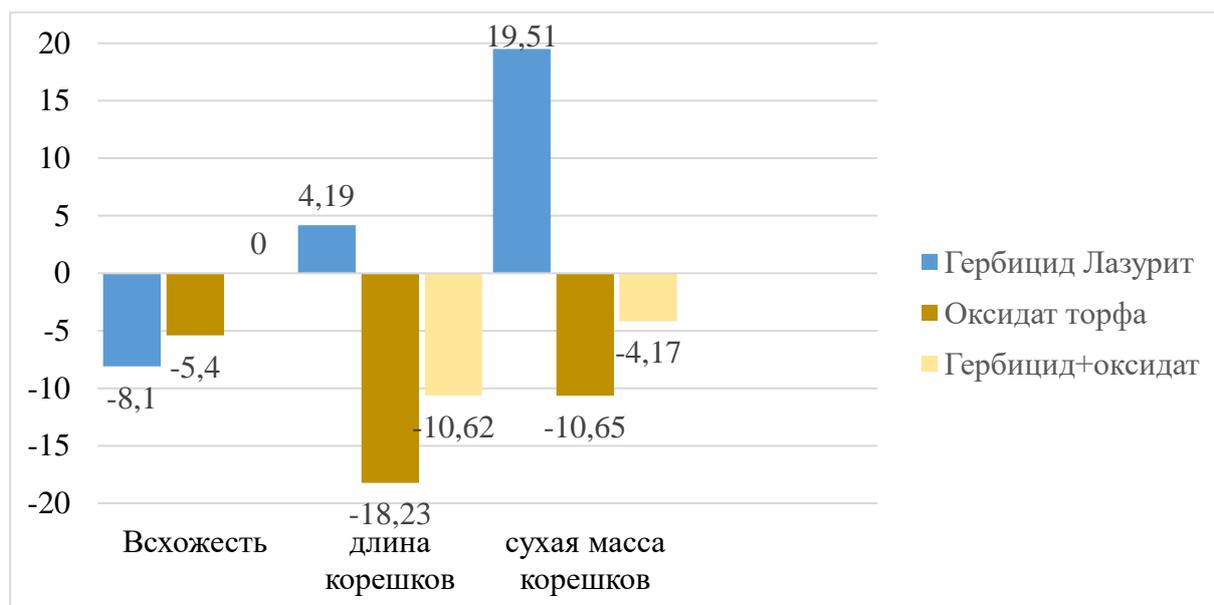


Рисунок – Влияние растворов оксидата торфа, гербицида «Лазурит» и их комбинации на всхожесть семян, рост и массу зародышевых корешков кукурузы сорта КВС Джайпур

Выводы. Таким образом, оксидат торфа представляет собой перспективный препарат для снижения негативного воздействия (фитотоксичности) гербицида «Лазурит» при выращивании кукурузы сорта КВС Джайпур, что особенно важно в сельскохозяйственной практике для балансирования между контролем сорняков и поддержанием здоровья культурных растений. Обработка почвы препаратом может улучшать урожайность и устойчивость сельскохозяйственных культур благодаря улучшению микробиологических процессов в почве и созданию благоприятных условий для роста растений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Комплексный стимулятор роста растений на основе торфа и микроэлементов / А. В. Кравец, Л. В. Касимова, Е. В. Фролова, И. В. Кураш // Плодородие. – 2007. – № 5. – С. 32–33.

К содержанию