

ISSN 2225-6709

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

ПЕРВЫЕ ШАГИ В БОТАНИЧЕСКУЮ НАУКУ

Сборник научных работ студентов, магистрантов, молодых учёных

Основан в 2007 году

Выпуск 18

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2025

УДК 58:378.4(476.2)(082)

В сборнике статьи представлены результаты изучения высших растений, а также альгологических, микологических, лихенологических, микробиологических, вирусологических и радиоэкологических исследований, работы в области фитодизайна, фитоценологии, декоративного цветоводства.

Сборник научных работ студентов, магистрантов, молодых ученых может быть использован студентами профилизации «Ботаника и физиология растений» для ознакомления с научными направлениями ботанических исследований на кафедре биологии, а также при проведении профориентационной работы в учреждениях образования.

Сборник издается в соответствии с оригиналом, подготовленным редакционной коллегией, при участии издательства.

Редакционная коллегия:

Ю. М. Бачура (главный редактор),
А. Г. Цуриков (заместитель главного редактора),
И. И. Концевая (ответственный секретарь),
Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев, О. М. Храмченкова

Рецензенты:

кандидат биологических наук Л. В. Можаровская,
кандидат географических наук Т. Г. Флерко

© Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», 2025

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научно-исследовательская работа студентов, магистрантов и молодых учёных – неотъемлемая часть современного образования, важнейший фактор повышения его качества и основа для профессионального становления будущих специалистов. Участие в работе СНИЛ «Флора и растительность» позволяет авторам представленных работ сделать первые шаги в науку: освоить методы планирования и проведения самостоятельных исследований, научиться систематизировать и анализировать теоретический и экспериментальный материал, а также оценить собственный творческий и научный потенциал.

Данный сборник, включающий 42 научные работы, является результатом научно-исследовательской деятельности и наглядно демонстрирует широту научных интересов и потенциал молодых исследователей. В восемнадцатом выпуске сборника наиболее широко представлены исследования в области лихенологии и альгологии Белорусского Полесья. Помимо этого, в нем отражены работы по физиологии и экологии растений, радиоэкологии, фитоценологии, микробиологии, фитодизайну, изучению лекарственных растений, цветочно-декоративному цветоводству и озеленению территорий населенных пунктов.

Сборник научных работ студентов, магистрантов, молодых учёных может быть использован студентами профилизации «Ботаника и физиология растений» для ознакомления с научными направлениями ботанических исследований на кафедре биологии, а также при проведении профориентационной работы в учреждениях образования.

Д. Д. Адаев

Науч. рук.: С. Ф. Тимофеев, канд. с.-х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА АСИММЕТРИЮ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО

Результаты исследования подтверждают наличие фактов асимметрии листьев клена остролистного. Это может означать возможность использования для биоиндикации качества воздушной среды. Полученную информацию по параметрам флюктуации можно оценивать лишь как предварительную основу для дальнейших исследований.

Клен остролистный – широко распространенное дерево, которое часто встречается в озеленении городов благодаря своей устойчивости и декоративным качествам. Этот вид умеет адаптироваться к городским условиям, но многие факторы, такие как загрязнение воздуха, недостаток влаги, уплотнение почвы, могут повлиять на его морфологические характеристики. Изучение параметров асимметрии листьев клена остролистного в городской среде дает возможность не только оценить состояние конкретных популяций этого вида, но и сделать выводы о степени экологического стресса в различных зонах города.

Цель исследований: оценка влияния антропогенных факторов на параметры листовой пластиинки клена остролистного.

Методы исследования: анализ литературы, сравнительный анализ, документальный анализ, эмпирические методы.

Объекты исследований находились в микрорайонах Волотова и Сельмаш города Гомель. Наибольшему техногенному воздействию подвергается микрорайон Сельмаш. В нем сосредоточены основные промышленные объекты и транспортные развязки. Относительно Волотовы можно отметить, что это окраина города, и следовательно, нагрузка на окружающую среду будет меньше.

Оценку состояния воздушной среды производили на основе определения ширины половинок листа, длины второй жилки от основания листа, расстояния между концами первой и второй жилок; расстояния между основаниями первой и второй жилок; угла между главной и второй жилками.

Полученный средний коэффициент сравнивается с пятибалльной шкалой, где 1 балл – условная норма, а 5 – критическое состояние (таблица 1).

Таблица 1 – Балльная система качества среды обитания живых организмов по показателям флюктуирующей асимметрии высших растений

Виды	Балл				
	1	2	3	4	5
Клён	0,040	0,040–	0,045–	0,050–	Более
Платановидный	и менее	0,044	0,049	0,054	0,054
Примечание – 1 – чисто; 2 – относительно чисто (“норма”); 3 – загрязнено (“тревога”); 4 – грязно (“опасно”); 5 – очень грязно (“вредно”)					

Для микрорайона Волотова не выявлено существенной зависимости между коэффициентами флюктуации и экспозицией расположения листьев клена.

Расчеты показали, что параметры листовой пластинки для листвы трех деревьев варьируют от 0,026 до 0,186 при среднем значении 0,049.

Наибольшие коэффициенты флюктуации выявлены для ширины половинок листа. Максимальное значение коэффициента флюктуации ширины половинок листа составляло 0,186, а минимальное 0,026. Различия составили более 7 раз.

Менее всего изменяются параметры длины второй жилки. Для длины 2-й жилки параметры составляли 0,036–0,042 при среднем значении 0,038. Различия составили более одного раза.

Для листьев клена на территории микрорайона Сельмаш также не выявлено четкой зависимости между коэффициентами и экспозицией расположения листьев клена.

Расчеты показали, что параметры листовой пластинки для листвы трех деревьев варьируют от 0,016 до 0,147 при среднем значении 0,050.

Максимальное значение коэффициента флюктуации ширины половинок листа составляло 0,099, а минимальное 0,016. Различия составили более 6 раз.

Для расстояния между концами первой и второй жилок листа параметры составили 0,032–0,059 и 0,042. Различия составили 1,8 раза.

Параметры для угла между центральной и 2-й жилкой составили соответственно 0,029–0,051 и 0,038. Различия составили 1,7 раза.

Средние коэффициенты флуктуации составили для микрорайонов Волотова и Сельмаш соответственно 0,048 и 0,050. Это означает загрязнение воздуха.

Таким образом, результаты исследования подтверждают наличие фактов асимметрии листьев клена остролистного. Это означает что данный вид растений можно будет использовать для биоиндикации качества воздушной среды. Корректные данные по данным параметрам флуктуации можно оценивать лишь как предварительная основа для дальнейших исследований.

Литература

1 Захаров, В. М. Асимметрия животных: популяционно-феногенетический подход / В. М. Захаров. – Москва: Наука, 1992. – 216 с.

2 Козлов, М. В. Флуктуирующая асимметрия как индикатор экологического стресса у растений / М. В. Козлов, Е. Л. Зверева // Экология. – 2002. – № 5. – С. 355–362.

УДК 582.093

O. M. Аллакова

Науч. рук.: И. И. Концевая, канд. биол. наук, доцент

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЗЕЛЕНЕНИЮ ГОРОДА МУРГАП (ТУРКМЕНИСТАН)

Для успешного озеленения Мургапа, расположенного в Туркменистане, особенно важно учитывать местные климатические условия и ландшафтные особенности, а также способность растений к адаптации в городских условиях.

Исследование дендрофлоры города Мургап, как местного компонента экосистемы, подчеркивает его уникальность и важность для сохранения биологического разнообразия. В результате работы с флорой региона были выделены характерные виды деревьев и кустарников, которые не только формируют ландшафт, но и вносят свой вклад в стабильность экосистемы. Сбор данных о более чем 100 видах в различных экологических нишах позволяет оценить разнообразие местной растительности и ее адаптацию к условиям города.

Особое внимание уделено соединению аборигенных и интродуцированных видов, что позволяет более четко видеть влияние человека на природные сообщества. Исследования показывают, что интродуцированные породы, такие как акация и тополь, завоевали значительное присутствие в городском ландшафте. Эти виды не только привнесли новые эстетические качества, но также оказали влияние на местную экосистему, создавая новые условия для обитания других организмов [1].

Важно отметить, что экологические мониторинги показывают возрастающее давление со стороны антропогенной деятельности на дендрофлору Мургапа. В частности, уплотнение застройки, изменения в режиме полива и другие факторы существенно влияют на состояние растительности. Множество видов сталкиваются с угрозами исчезновения, что подчеркивает необходимость введения программ по сохранению и восстановлению растительности в городской среде. Это можно проиллюстрировать на примере местных лип, которые традиционно выполняют функции озеленения, но в современных условиях все чаще подвержены болезням и вредителям [2].

Параллельно с учетом изменений в экосистемах важно разрабатывать рекомендации по озеленению, чтобы вернуться к устойчивым решениям в градостроительстве. На примере других регионов, проанализированных в научной литературе, можно увидеть более 75 видов деревьев, успешно адаптирующихся и интегрирующихся в местные экосистемы. Необходимость растений, способных к созданию тени, озеленению и дополнительной стабилизации почвы, становится актуальной на фоне климатических изменений и городских тепловых островов [3].

Оценка санитарного состояния зелёных насаждений также является важным аспектом изучения дендрофлоры современной городской среды. Исследования показывают, что значительное количество интродуцированных видов прочно укоренилось, что свидетельствует о повышенном интересе к сохранению местной флоры. Заброшенность кустарниковых насаждений и неэффективное управление практиками озеленения ведут к ухудшению состояния дендрофлоры, тем самым создавая проблемы для экосистемных служб, таких как фильтрация воздуха и поддержание влажности почвы [2].

Дендрофлора Мургапа является важной частью багажа знаний о природных и антропогенных факторах, влияющих на устойчивость городской экосистемы. Важно продолжать проводить мониторинг и исследование конкретных видов, а также их роли в городской среде,

чтобы создать более гармоничную и дружелюбную к природе атмосферу для жителей будущего. Сохранение и восстановление этой уникальной дендрофлоры не только улучшит качество городской жизни, но и поможет сохранить природное наследие для будущих поколений.

Для успешного озеленения города Мургапа особенно важно учитывать местные климатические условия и ландшафтные особенности, а также способность растений к адаптации к городским условиям. Одним из первых шагов в процессе озеленения является выбор каталога деревьев и кустарников, которые продемонстрируют хорошую устойчивость к местным климатическим условиям, таким как высокие температуры и низкая влажность. Также немаловажным фактом является необходимость в выборе растительности, способной понижать уровень загрязнения воздуха и шумового фона в городе [4].

Как отмечают исследователи, важно учитывать не только декоративные свойства, но и функциональные характеристики растений. Например, древесные и кустарниковые породы могут существенно улучшить микроклимат в городской среде, обеспечивая не только тень, но и очищение воздуха. Для Мургапа следует обратить особое внимание на местные экосистемы и их уникальные особенности. Для этого необходимо задействовать методы функционального зонирования, позволяющие рационально распределять различные растения в парках и скверах, городских уличных посадках [4].

При создании озелененных пространств важно учитывать гипоаллергенные растения, которые не только украсят город, но и обеспечивают комфорт для горожан, страдающих от аллергий. Четкий выбор видов поможет снизить процент аллергических реакций среди населения и обеспечить более здоровую городскую среду. Например, применение растений, таких как различные виды хвойных деревьев, позволяет создать привлекательные ландшафты с низким уровнем аллергенов [4].

Не менее важным является также использование цветочных композиций и малых архитектурных форм, которые могут значительно повысить визуальную привлекательность общественных пространств. Такие элементы, как скамейки, беседки и декоративные фонтаны, способны привлечь местных жителей и гостей, создавая при этом атмосферу уюта и комфорта [4]. Следуя ландшафтным принципам, можно эффективно вписывать данные элементы в городскую инфраструктуру, создавая разнообразные темы и стили озеленения.

Кроме того, стоит учитывать использование «зеленых крыши» и вертикальных садов, что не только расширяет озелененные пространства, но и улучшает теплоизоляцию зданий. В условиях

доступной площади это может стать важным дополнением к традиционным методам озеленения. Подобные меры будут способствовать не только улучшению экологической обстановки, но и могут стать основой для создания уникальных архитектурных объектов, интегрированных с природой.

Весомым элементом озеленения также является уход за разнообразными растениями, что требует наличия специализированных знаний и навыков. Проведение регулярного мониторинга здоровья растений и обновление посадок в необходимых зонах позволит поддерживать высокий уровень эстетического восприятия [4]. Участие местного населения в уходе за зелеными территориями может быть организовано через волонтерские движения, которые не только увеличат активность жителей, но и создадут более глубокую связь между ними и городской природой.

Важность проектирования и реализации таких озеленительных мероприятий нельзя переоценить, поскольку это будет способствовать не только улучшению качества жизни в Мургапе, но также позволит сохранить природное наследие региона и создать условия для его восстановления. Поэтому важно привлечь внимание к проблемам поддержания растительности и необходимости холистического подхода в планировании озеленения городской среды [4]. В конечном итоге, создание эффективной стратегии озеленения должно интегрироваться в общую стратегию устойчивого развития территории, направленную на сохранение и восстановление экосистем.

Литература

- 1 Молганова, Н. А. Анализ дендрофлоры г. Перми / Н. А. Молганова, С.А. Овеснов // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2018. – Вып.1. – С. 16–23.
- 2 Андронова, М. М. Видовое разнообразие и санитарно-патологическое состояние дендрофлоры парков г. Сокола / М. М. Андронова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – № 12. – С. 99–102.
- 3 Алихаджиев, М. Х. Структурный анализ дендрофлоры города Грозный / М. Х. Алихаджиев [и др.] // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 133. – С. 115–122.
- 4 Серекеева, Г. Основные аспекты и требования озеленения городской среды / Г. Серекеева, Г. К. Айтбаева, Г. Р. Жумабаева // Экономика и социум. – 2019. – № 6 (61). – С. 806–808.

O. M. Аллакова

Науч. рук.: И. И. Концевая, канд. биол. наук, доцент

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД ГОРОДА МУРГАП ТУРКМЕНИСТАНА

Анализ эколого-биологических характеристик анализируемого списка деревьев свидетельствует об оптимальном составе пород, используемых в озеленении города Мургап.

В условиях современного мира, где антропогенное воздействие на природу становится все более ощутимым, изучение и сохранение дендрофлоры отдельных регионов, таких как город Мургап в Туркменистане, приобретает особую актуальность [1–3]. Мургап, расположенный в уникальном климатическом и географическом контексте, обладает разнообразной флорой, которая не только обогащает биологическое разнообразие региона, но и предоставляет множество возможностей для практического использования в садоводстве, ландшафтном дизайне и экологии [4].

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью охраны и рационального использования растительных ресурсов, которые могут быть использованы для улучшения качества жизни местного населения, создания зеленых зон и повышения устойчивости экосистем [5].

Цель исследования – биоморфологический анализ основных древесных пород города и их экосистемные роли.

Объект исследования: древесные насаждения.

Исследования проводили на территории города маршрутным методом. Найденные виды фотографировали и отбирали для дальнейшего изучения. Выполнили биоморфологический и фитоценотический анализ основных представителей дендрофлоры.

Анализируемые деревья распределены по группам, различным по продолжительности жизни. Доминируют в списке долговечные растения, продолжительность жизни которых составляет более 200 лет. Некоторые из них могут расти до 1 000 лет, например, такие как *Platanus orientalis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pistacia vera*.

Распределение анализируемых деревьев по интенсивности роста показано в таблице 1. Следует отметить доминирование быстрорастущих пород, их насчитывается 80,0 %.

Таблица 1 – Распределение представителей дендрофлоры по интенсивности роста

Критерий	Количество	
	шт.	%
Быстрорастущие породы	16	80,0
Медленнорастущие породы	4	20,0
Итого	20	100

По отношению к свету установлено полное доминирование светолюбивых растений, они представлены в 95,0 %. Однако необходимо отметить, что *Quercus robur*, *Cupressus sempervirens*, *Acer turcomanicum*, *Maclura pomifera*, *Platanus orientalis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus eldarica*, *Fraxinus excelsior* обитают как на открытых местах, доступных свету, так и приспособлены к сниженному уровню освещенности.

Распределение представителей дендрофлоры по их отношению к влаге почвы показаны в таблице 2. Преобладают мезофиты и ксерофиты.

Таблица 2 – Распределение представителей дендрофлоры по отношению к влаге

Критерий	Количество	
	шт.	%
Мезофиты	5	40,0
Ксерофиты	6	30,0
Ксеромезофиты	6	30,0
Мезоксерофиты	2	10,0
Мезогигрофиты	1	5,0
Итого	20	100

По отношению к температуре, несомненно, преобладают теплолюбивые, но четверть видов деревьев способны переносить и холодные температуры. Отдельные виды способны переносить и холод, и жару.

Представители дендрофлоры были сгруппированы по их отношению к почвенному плодородию. Доминируют олиготрофы, которые составляют 50,0 % и которые способны расти на бедных минеральными соединениями почвах. К ним, например, относятся: *Albizia julibrissin*, *Acer turcomanicum*, *Pistacia vera*.

По отношению к критерию «засухоустойчивость» все породы деревьев, растущие в городских посадках, устойчивы к нехватке влаги.

Группа деревьев, устойчивых к загазованности составляет 80,0 % от анализируемого перечня растений. Наиболее устойчивыми к дыму и газам, в частности, являются: *Albizia julibrissin*, *Acer turcomanicum*, *Platanus orientalis*, *Quercus robur*.

Заключение. Исследование показало, что дендрофлора города максимально адаптирована к географо-экологическим условиям территории.

Литература

1 Румянцев, Д. Е. Методологические подходы к изучению разнообразия экосистемных услуг зеленых насаждений в мегаполисе / Д. Е. Румянцев, В. А. Фролова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 10-2 (88). – С. 28–34.

2 Дадаева, Г. Полезные растения дендрофлоры Кухистанского округа / Г. Дадаева // Academic research in educational sciences. – 2021. – №4. – С. 1140–1150.

3 Ходжамгулыева, Б. А. Государственная политика по обеспечению экологической безопасности Туркменистана / Б. А. Ходжамгулыева, А. Ишанов // Вестник науки. – 2023. – №11 (68). – С. 1139–1141.

4 Карташова, Н. П. Ландшафтные приемы создания городской системы озеленения / Н. П. Карташова, А. С. Селиванова, М. С. Молодых // Лесотехнический журнал. – 2018. – № 2 (30). – С. 1–10.

5 Атанепесов, Б. Н. Оценки экологических факторов инфраструктуры Туркменистана в центральной городской системе / Б. Н. Атанепесов, А. Б. Чарыев, С. С. Шайымов // Инновационная наука. – 2023. – № 12-1. – С. 201–203.

УДК 504.5:539.16:581.526.452(282.247.321.7)

Ч. Алтыев

Науч. рук.: **С. Ф. Тимофеев**, канд. с.-х. наук, доцент

ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ФРАГМЕНТЕ ПОЙМЕННОГО ЛУГА РЕКИ СОЖ

Для оценки радиоэкологической ситуации осуществляли отбор почвенно-растительных и определяли удельную активность ^{137}Cs .

Установлено, что содержание радионуклида в почве составляло $1\,226 \pm 697$ Бк/кг или 167 кБк/м². В растительном покрове преобладало разнотравье, на втором месте были осоки и злаки. Основное количество растительных проб соответствовало нормативным допускам по удельной активности радиоцезия.

Объектом исследований был фрагмент пойменного луга р. Сож в окрестностях населенного пункта Шерстин Ветковского района Гомельской области. Он находится в зоне с правом на отселение, то есть на территории, где среднегодовая эффективная доза облучения населения может превысить 1 мЗв в год.

Исследования проводились маршрутным методом.

Для отбора проб растений выделяли микрогруппировки растений, в каждой из которых скашивали травостой с учётной площадки размером 1 м². Травостой срезали на высоте 3–5 см и взвешивали. При этом определяли доминирующие виды растений. Травостой разбирали на агроботанические группы, высушивали до воздушно – сухого состояния и взвешивали растения. Видовой состав определяли по «Определителю растений Беларуси».

Отбор проб почвы производили с помощью специального пробоотборника диаметром 83 мм. В отобранных почвенно-растительных пробах определяли параметры перехода ¹³⁷Cs в зеленую массу пойменного травостоя.

При расчете значений параметров перехода радионуклидов (КП) были использованы данные удельной активности ¹³⁷Cs (Бк/кг) сопряженных проб почв и растений. Определение удельной активности ¹³⁷Cs (Бк/кг) почвы и растений выполняли на радиометре РКГ 1320А.

Расчет плотности загрязнения почвы радионуклидом определяли по формуле $\Pi = A \cdot \rho \cdot h$, где Π – запас радионуклида в слое почвы, кБк/м²; A – удельная активность почвы, Бк/кг; ρ – плотность сложения почвы (объемный вес = вес образца / объем), кг/дм³, h – толщина слоя (20 см) [1].

Первоначальным этапом экспедиционных работ была оценка рельефа обследуемого участка. В ходе работ были выделены прирусловая отмель, прирусловая возвышенная часть или прирусовой вал, центральная пойма, с понижениями и повышениями, притеррасная пойма и надпойменная терраса.

В результате проведения НИР было установлено, что в рельефе присутствуют многочисленные понижения и повышения на центральной пойме. Это является причиной различной продуктивности и видового состава растительного покрова.

Для дальнейших работ провели анализ продольного и поперечного профилей пойменного луга от реки Сож до надпойменной террасы. Эти исследования проводили с использованием программы Планета Земля и электронных карт.

В продольном профиле максимальная высота достигает 118 м над уровнем моря, когда минимальная – 115 м. Разница между начальной точкой на карте и точкой впадения в реку Сож – 3 м. Рельеф характеризуется постоянными перепадами высот в области реки и более пологим участком в области начала точки отсчёта.

В поперечном профиле максимальная высота – 120 м, когда минимальная – 115 м. Разница между точками – 5 м. Рельеф характеризуется относительной пологостью, но заметно значительное повышение в притеррасной области.

Одним из объектов исследований было озеро Кривое. Анализ динамики площади чистой воды показал значительное ее сокращение. Так в 2010 году участки с чистой от растительности воды составляют в сумме 80 %. Этот год позволил увидеть обширные территории, которые были покрыты зеркалом чистой воды. В последующие годы зеркало стремительно стало уменьшаться.

В настоящее время площадь участков водных угодий, которые относительно занимают свободное состояние от растительности, значительно сократились 40–60 %.

На объекте исследований вблизи д. Шерстин с каждым годом уменьшается зеркало чистой воды. Данный процесс постоянно ускоряется по мере того, как развивается растительность. Ранее отмечалось, что характерными признаками заболачивания является появление определенных гидрофитов. На озере Кривое происходит вытеснение камыша, кубышки, ситняга телорезом. В ближайшие годы ожидается полное зарастание озера. Более мелкие водоемы вблизи объекта уже полностью заросли.

Для оценки радиоэкологической ситуации производили отбор почвенно-растительных проб. Удельная активность радиоцезия в почве составляла от 384 до 2 748 Бк/кг при среднем значении $1\ 226 \pm 697$ Бк/кг или 167 кБк/м² (4,5 Ки/км²).

Второй объект исследований это агроботанические группы растений. В растительном покрове преобладает разнотравье, на втором месте осоки и злаки. Менее всего представлены бобовые.

Удельная активность радиоцезия в разнотравье составляла от 155 до 1 200 Бк/кг. Для осок и злаков соответственно 226–2 037 и 420–500 Бк/кг соответственно. Для бобового компонента 308–1 166 Бк/кг.

Нормативами предусмотрено предельное содержание радиоцезия в сене 1 300 Бк/кг [2]. Было установлено, что в подавляющем количестве проб растений содержание радионуклида соответствовало нормативам.

Литература

1 Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных угодий Беларуси. Методические указания / Науч. ред. академик ААНРБ И. М. Богдевич. – Мн. : Бел. изд. Тов-во «Хата», 2001. – 60 с.

2 Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы / Нац. акад. наук Беларуси, М-во с. х. и продовольствия Респ. Беларусь, И-т почвоведения и агрохимии; Н. Н. Цыбулько [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 142 с.

УДК 57.063.7:582.29(476)

И. М. Болсун

Науч. рук.: **А. Г. Цуриков**, д-р биол. наук, доцент

ИЗУЧЕНИЕ ЛИХЕНОФИЛЬНЫХ ГРИБОВ НА ЛИШАЙНИКАХ РОДА *XANTHORIA* В БЕЛАРУСИ

В статье отражена история изучения лихенофильных грибов на лишайниках рода Xanthoria в Беларуси. Показано, что к настоящему времени в Республике известно 7 видов лихенофильных грибов, произрастающих на лишайниках данного рода. Обоснована актуальность продолжения исследований по данному направлению.

Род *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr. относится к семейству Teloschistaceae Zahlbr. и в настоящее время включает около 20 видов лишайников [1]. Представители данного рода характеризуются листоватым слоевищем от желтого до оранжевого цвета; нижняя поверхность от белого до слегка желтоватого цвета с небольшими гаптерами. Коровой слой от K+ всегда приобретает малиновую или пурпурную окраску. В качестве фотобионта выступает род *Trebouxia*. Часть

видов встречается только с апотециями, часть – с вегетативными пропагулами. Споры 2-клеточные, bipолярные (с толстой поперечной перегородкой), бесцветные, по 8 в сумках [2].

Первые сведения о лихенофильных грибах на лишайниках рода *Xanthoria* на территории Беларуси были опубликованы в статье В. В. Голубкова в 2003 г. для Гомельской области. Так на лишайниках *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. и *X. polycarpa* (Hoffm.) Rieber (=*Polycauliona polycarpa* (Hoffm.) Frödén, Arup & Søchting) был выявлен лихенофильный гриб *Athelia arachnoidea* (Berk.) Jülich. [3]. В 2011 г. было приведено ещё 2 новых для страны вида – *Lichenoconium xanthoriae* M.S. Christ. и *Xanthoriicola physciae* (Kalchbr.) D. Hawksw., которые встречались в Гродненской и Витебской областях, соответственно [4–5]. Вид *Telogalla olivieri* (Vouaux) Nik. Hoff. & Hafellner впервые был приведен в 2013 г. Образец данного вида был найден на территории Минской области [6]. Позже были приведены виды *Capronia suiae* Tsurykau & Etayo, *Muellerella lichenicola* (Sommerf. ex Fr.) D. Hawksw. и *Pyrenophaeta xanthoriae* Diederich, образцы которых впервые были найдены на территории Гомельской области [7–8].

Таким образом, в настоящее время на территории Республики Беларусь известно 7 видов лихенофильных грибов, которые встречаются на слоевище *Xanthoria parietina*: *Athelia arachnoidea*, *Capronia suiae*, *Lichenoconium xanthoriae*, *Muellerella lichenicola*, *Pyrenophaeta xanthoriae*, *Telogalla olivieri* и *Xanthoriicola physciae* [9].

Необходимо отметить, что к настоящему времени известно более 40 видов лихенофильных грибов, произрастающих на лишайниках рода *Xanthoria* s. str. [8], поэтому ревизия образцов *Xanthoria parietina*, собранных на территории Беларуси, на наличие лихенофильной микобиоты представляется актуальной задачей.

Литература

1 The 2024 Outline of Fungi and fungus-like taxa / K. D. Hyde, M. T. Noorabadi, V. Thiagaraja [et al.]. // Mycosphere. – 2024. – Vol. 15, № 1. – P. 5146–6239.

2 Мучник, Е. Э. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие / Е. Э. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова. – Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2011. – 360 с.

3 Yurchenko, E. O. The morphology, biology, and geography of a necrotrophic basidiomycete *Athelia arachnoidea* in Belarus / E. O. Yourchenko, V. V. Golubkov // Mycological Progress. – 2003. – Vol. 2, № 4. – P. 275–284.

4 Голубков, В. В. Аннотированный список лихенофильных грибов Беларуси / В. В. Голубков // Ботаника: Исследования. – 2011. – Вып. 40. – С. 295–307.

5 Yatsyna, A. P. The first contribution to lichens, lichenicolous and allied fungi from Braslav lakes National park (NW Belarus) / A. P. Yatsyna // Bot. Lith. – 2011. – Vol. 17, № 4. – P. 177–184.

6 Three new *Xanthoria* and *Rusavskia* species (Teloschistaceae, Ascomycota) from Europe / S. Kondratyuk, A. Yatsyna, L. Lőkös [et al.]. // Acta Bot. Hung. – 2013. – Vol. 55, № 3–4. – P. 351–365.

7 Tsurykau, A. New or otherwise interesting records of lichens and lichenicolous fungi from Belarus. II / A. Tsurykau, A. Suija, B. Heuchert, M. Kukwa // Herzogia. – 2016. – Vol. 29, № 1. – P. 164–175.

8 Tsurykau, A. *Capronia suiae* (Herpotrichiellaceae, Eurotiomycetes), a new fungus on *Xanthoria parietina* from Belarus, with a key to the lichenicolous species growing on *Xanthoria* s. str. / A. Tsurykau, J. Etayo // Lichenologist. – 2017. – Vol. 49, № 1. – P. 1–12.

9 Цуриков, А. Г. Лишайники Беларуси / А. Г. Цуриков. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. – 379 с.

УДК 582.29(476.4-37Чериков)

A. A. Василенко

Науч. рук.: **А. Г. Цуриков**, д-р биол. наук, доцент

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ДЕРЕВНИ ГРОНОВ ЧЕРИКОВСКОГО РАЙОНА

Целью исследований являлось изучение видового разнообразия лишайников деревни Гронов и её окрестностей. В ходе полевых исследований 2024–2025 г. было выявлено 50 видов лишайников, относящихся к 29 родам, 18 семействам, 13 порядкам и 6 классам. Установлено, что в систематической структуре доминируют семейства *Physciaceae*, *Parmeliaceae*, *Cladoniaceae*, *Lecanoraceae* и *Teloschistaceae*, что характерно для лихенобиот умеренной Голарктики. Результаты работы свидетельствуют о переходном характере лихенобиоты изучаемой

территории, соответствующем её географическому положению, и в целом соответствуют общим закономерностям распределения лишайников в Беларуси.

Лишайники, как симбиотические ассоциации грибов (микобионт) и водорослей и/или цианобактерий (фотобионт), являются важными компонентами наземных экосистем. Они играют значительную роль в процессах почвообразования, круговороте веществ и служат индикаторами состояния окружающей среды, особенно загрязнения атмосферного воздуха [1–3]. Несмотря на их экологическую значимость, лихенофлора многих регионов Беларуси, в частности Могилёвской области, остаётся недостаточно изученной. Исследование видового разнообразия лишайников в конкретных локалитетах позволяет не только пополнить региональные кадастры, но и оценить экологическое состояние территории.

Целью данного исследования является изучение видового разнообразия лишайников в деревне Гронов Чериковского района Могилёвской области и проведение комплексного анализа её лихенобиоты.

Для достижения этой цели мы осуществляли сбор образцов лишайников в 2024-2025 годах на территории деревни Гронов и в прилегающем смешанном лесу, а также проводили систематический, биоморфологический, географический и экологический анализы.

В результате исследований было выявлено 50 видов лишайников. Все они относятся к отделам Ascomycota (49 видов) и Basidiomycota (1 вид). Доминирующим классом является Lecanoromycetes (42 вида, 84 %). Ведущими порядками оказались Lecanorales (23 вида, 46 %) и Caliciales (11 видов, 22 %), что типично для лихенобиот умеренного пояса Голарктики.

Наиболее богатыми по видовому составу семействами являются Physciaceae (10 видов), Parmeliaceae (8 видов), Cladoniaceae и Lecanoraceae (по 7 видов). Среди родов наибольшим числом видов представлены Lecanora (6 видов), Physcia (5 видов), Cladonia (4 вида). Состав ведущих семейств и родов (Physciaceae, Parmeliaceae, Cladoniaceae, Lecanora, Physcia) указывает на переходный, бореально-неморальный характер лихенобиоты, что соответствует географическому положению района исследований.

Согласно результатам биоморфологического анализа, все обнаруженные виды относятся к отделу эпигенных жизненных форм. Преобладают плауниотропные типы (84 % видов), среди которых доминируют накипные жизненные формы (46,3 % от общей лихенобиоты).

Наиболее распространёнными группами среди накипных форм являются плотнокорковые (9 видов) и лепрозные (5 видов). Листоватые формы составили 36,6 %, а кустистые (плагио-ортотропные и орто-тропные) – 15,6 %. Такое соотношение жизненных форм (преобладание накипных) характерно для лихенофлоры Беларуси в целом и свидетельствует о типичных для региона условиях среды.

В ходе географического анализа лихенобиоты деревни Гронов были выявлены виды, относящиеся к 3 географическим элементам: boreальному, неморальному и мультизональному. Преобладание неморального географического элемента 19 видов (41,3 %) связано с тем, что происходит неморализация урбанистических лихенобиот. Неморализация урбанистических лихенобиот – это процесс снижения разнообразия и количества лишайников в городской среде. Города и другие урбанизированные области часто характеризуются высоким уровнем загрязнения воздуха, изменениями климата, наличием антропогенных источников загрязнения (например, выбросы от автомобилей и промышленных предприятий) и изменением структуры и состава растительности.

Были выявлены различные эколого-субстратные группы лишайников, включая эпифитные, эпиксильные и эпигейные виды, что свидетельствует о наличии разнообразных микроэкосистем и различных условий для их обитания. Это указывает на благоприятные условия для развития лишайников в данной области.

Результаты нашего исследования могут быть полезными для разработки консервационных программ и управления биоразнообразием в данном регионе. Полученные данные также могут служить основой для мониторинговых исследований и оценки антропогенного воздействия на экосистемы региона в будущем.

Литература

1 Лихенология: учеб.-метод. пособие / А. В. Лиштва. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.

2 Мучник, Е. Э. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие / Е. Э. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова. – Рязань, 2011. – 360 с.

3 Листоватые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов [и др.] / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.

A. A. Васюк

Науч. рук.: Ю. М. Бачура, канд. биол. наук, доцент

ОЦЕНКА СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ АЛЬГОКОМПЛЕКСОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТКА АЗОТА

*В статье приводятся результаты лабораторных экспериментов по изучению влияния суспензий микроводорослей родов *Vischeria*, *Chlorella* и комплексов на их основе на рост и развитие проростков ячменя в условиях недостатка азота. Установлено, что использование суспензий микроводорослей, выращенных на средах с низким содержанием азота, приводит к снижению фитостимулирующих эффектов данных фотосинтезирующих микроорганизмов и их комплексов на ячмень.*

Водоросли, обитающие в почве, представляют собой уникальную группу микроорганизмов, отличающуюся рядом приспособлений к постоянно меняющимся условиям существования, как во времени, так и в пространстве. Почвенные водоросли принимают активное участие в жизни и функционировании почвы, играя важную роль в повышении ее плодородия, улучшении ряда физико-химических свойств, являясь звеном пищевых цепей и выделяя в почву ряд метаболитов и биологически активных веществ. Высокая функциональная активность почвенных водорослей обуславливает их биотехнологический потенциал в области органического земледелия при поиске альтернатив химическим удобрениям и стимуляторам роста растений [1–4].

Цель исследования – оценка стимулирующего действия альго-комплексов *Vischeria-Chlorella* на рост и развитие проростков ячменя в модельных экспериментах.

Культивирование водорослей проводили методом жидких культур с использованием основной среды Болда (BVM – Bold basal medium [5]) с пониженным содержанием азота. Условия культивирования: температура (20 ± 3) °C, 10/14 часовое чередование световой и темновой фаз, освещение 3 500–4 000 лк, барботирование в дневное время. Тестовой культурой был ячмень (*Hordeum vulgare L.*). сорта Верасень. Модельные эксперименты закладывали в четырехкратной повторности (40 семян для каждого варианта опыта),

используя исходные и разбавленные дистиллированной водой в соотношении 1:1 суспензии микроводорослей и альгокомплексы *Vischeria-Chlorella* (V-C) на их основе в соотношении 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, 3:1. В качестве контрольных вариантов использовали дистиллированную воду и среду Болда. В ходе экспериментов определяли энергию прорастания и всхожесть семян [6], фиксировали длину корней и побегов. А также массу проростков ячменя. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Excel.

На первом этапе были получены суспензии почвенных микроводорослей и изучены их характеристики. *Chlorella* – род одноклеточных водорослей отдела *Chlorophyta*. Клетки хлореллы обычно сферической формы, реже овальной; имеют жесткую клеточную стенку из целлюлозы. Размеры клеток варьируют от 2 мкм до 10 мкм. Хлоропласт незамкнутый широкопоясковидный с пиреноидом. Размножается автоспорами. Плотность суспензии микроводоросли рода *Chlorella* составила 42,5–43,9 млн клеток на 1 мл культуры.

Vischeria – одноклеточная водоросль, относящаяся к небольшой группе эустигматофициевых водорослей отдела *Ochrophyta*. Клетки вишерии чаще всего имеют шаровидную или эллипсоидную форму, размеры 8–15 мкм. Оболочка трехслойная, тонкая. Хлоропласт состоит из пачек тилакоидов, с пиреноидом. Размножение эустигматоса бесполое –апланоспорами или зооспорами. Плотность суспензий микроводоросли рода *Vischeria* составила 29,6–29,8 млн клеток на 1 мл культуры.

В эксперименте с исходными суспензиями микроводорослей и их комплексами средние показатели длины корней, побегов и массы проростков ячменя практически во всех опытных вариантах с суспензиями водорослей и их комплексами были выше, чем в контрольных вариантах

В эксперименте с исходными суспензиями микроводорослей показатели энергии прорастания и всхожести семян были низкими и составили 22,5–42,5 %. В таблице 1 представлены ряды, отражающие изменение морфометрических показателей проростков ячменя в различных вариантах опыта при их использовании.

Таблица 1 – Ряды средних морфометрических показателей проростков ячменя (эксперимент с исходными суспензиями)

Показатели	Ряды
1	2
Средняя длина корней	ИК Chlor > BVM > комплекс 3V:1Ch > комплекс 2V:1Ch > ИК Visch > комплекс 1V:3Ch > комплекс 1V:1Ch > H ₂ O д. > комплекс 1V:1Ch

Окончание таблицы 1

1	2
Средняя длина побегов	BBM > ИК Chlor > комплекс 3V:1Ch > комплекс 2V:1Ch > комплекс 1V:3Ch > комплекс 1V:1Ch > H ₂ O д. > ИК Visch > комплекс 1V:2Ch
Средняя масса проростков	BBM > ИК Chlor > комплекс 3V:1Ch = комплекс 2V:1Ch = ИК Visch > комплекс 1V:3Ch = комплекс 1V:1Ch = H ₂ O д. >> комплекс 1V:2Ch

Согласно полученным данным, по отношению к контролю с дистиллированной водой супензии микроводорослей и комплексы на их основе были эффективны, а по отношению к контролю со средой Болда – слабо эффективны, что, вероятно, обусловлено недостатком в среде азота, являющегося важным питательным элементом для микроводорослей.

По результатам эксперимента с разбавленными в соотношении 1:2 супензиями микроводорослей и альгокомплексами *Vischeria-Chlorella* также были составлены ряды, отражающие их влияние на морфометрию проростков ячменя (таблица 2).

Таблица 2 – Ряды средних морфометрических показателей проростков ячменя (эксперимент с разбавленными в соотношении 1:2 супензиями)

Показатели	Ряды
Средняя длина корней	комплекс 2V:1Ch > комплекс 3V:1Ch > BBM > комплекс 1V:1Ch > комплекс 1V:2Ch > PK Visch > H ₂ O д. > PK Chlor > комплекс 1V:3Ch
Средняя длина побегов	BBM > комплекс 2V:1Ch > комплекс 3V:1Ch > PK Visch > комплекс 1V:1Ch > комплекс 1V:2Ch > H ₂ O д. > PK Chlor > комплекс 1V:3Ch
Средняя масса проростков	BBM > комплекс 2V:1Ch > комплекс 1V:2Ch = PK Visch > комплекс 1V:1Ch = комплекс 3V:1Ch > PK Chlor > H ₂ O д. > комплекс 1V:3Ch

Разбавленные супензии микроводорослей и их комплексы по отношению к контролю с дистиллированной водой в большинстве вариантов опыта были эффективны, а по отношению к контролю со средой Болда – слабо эффективны, аналогично эксперименту с исходными культурами фотосинтезирующих микроорганизмов.

Сравнение полученных данных по морфометрии проростков ячменя с данными, полученными в условиях стандартного для среды Болда содержания азота, показало, что недостаток азота снижает эффективность применяемых супензий микроводорослей и их комплексов.

Литература

- 1 Экологические связи водорослей в биоценозах / Г. М. Зенова [и др.] // Микробиология. – 1995. – Т. 64, № 2. – С. 149–164.
- 2 Штина, Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 143 с.
- 3 Soil microalgae and cyanobacteria: The biotechnological potential in the maintenance of soil fertility and health. Abinandan, S. [et al.] // Crit. Rev. Biotechnol. – 2019. – Vol. 39 (8). – P. 981–998.
- 4 Лукьянов, В. А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе / В. А. Лукьянов, А. И. Стифеев. – Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – 181с.
- 5 Гайсина, Л. А. Популяционная альгология / Л. А Гайсина, А. И. Фазлутдинова, Р. Р. Кабиров. – Уфа: Гилем, 2008. – 152 с.
- 6 ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Введ. 2002-01-01. – М.: Изд-во станд, 2001. – 30 с.

УДК 581.93:581.526.452(476.2-37Гомель)

H. B. Гапонова

Науч. рук.: **И. И. Концевая**, канд. биол. наук, доцент

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

При изучении представителей травянистой флоры трех биотопов города Гомеля нами выявлено 64 вида растений, включенных в 12 семейств. По количеству видов доминируют растения семейства Астровые.

Город Гомель, расположенный на юго-востоке Беларуси, обладает уникальным природным разнообразием, включая богатую флору травянистых растений. Эти растения играют важную роль в экосистеме региона [1]. Травянистые растения, как правило, являются основными компонентами местных экосистем и имеют множество функций: они улучшают качество почвы, служат источником пищи для животных и человека, а также выполняют эстетическую роль

в городском ландшафте [2]. В данной работе рассмотрено видовое разнообразие травянистых растений, произрастающих в городе Гомеля, их систематическое положение.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являются представители травянистой флоры. Систематический анализ видового состава проводили с помощью определителя растений [3].

Методы исследования: основной метод – маршрутный, поисковый, наблюдение, анализ, обобщение результатов.

Луговое сообщество изучали на трех биотопах: 1) микрорайон Мельников луг; 2) окрестности улицы Свердлова; 3) район Старая Мельча.

Результаты исследований. Важной характеристикой репрезентативности каждой флоры являются количественные параметры ведущих родов и семейств данной флоры [4]. Ниже приведен суммарный перечень выявленных травянистых растений, составляющих луговое сообщество города Гомеля.

Отдел Псилотообразные – Psilotophyta B. Boivinex Reveal включает класс Ужовниковые – Ophioglossopsida Thome, семейство Гроздовниковые – Botrychiaceae Naka, род Гроздовник – *Botrychium* Sw.: Гроздовник полуулунный – *Botrychium lunaria* (L.) Sw.

Отдел Покрытосеменные – Magnoliophyta Cronq. Takht. Et W. Zimm. Ex Reveal включает класс Двудольные – Magnoliopsida Brougn. со следующими семействами:

Семейство Астровые (Сложноцветные) – Asteraceae Pumort.

(Compositae Giseke): род Тысячелистник – *Achillea* L. (Тысячелистник желтый – *Achillea filipendulina* L., Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium* L.), род Цикорий – *Cichorium* L. (Цикорий обыкновенный – *Cichorium intybus* L., Цикорий дикий – *Cichorium pumilum*), род Мелколепестник – *Erigeron* L. (Мелколепестник едкий – *Erigeron acris* L., Мелколепестник обыкновенный – *Micranthes hieracifolia* L., Мелколепестник многолетний – *Micranthes mollis* L.), род Пижма – *Tanacetum* L. (Пижма обыкновенная – *Tanacetum vulgare* L., Пижма пахучая – *Tanacetum parthenium* L., Пижма мелколистная – *Tanacetum microcephalum* L.), род Одуванчик – *Taraxacum* Wigg. (Одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale* Wigg. S. I., *Leontodon taraxacum* L., Одуванчик большой – *Taraxacum macrocephalum* Wigg. S. I. (*Leontodon taraxacum* L.), род Василек – *Centaurea* L. (Василек луговой – *Centaurea jacea* L., Василек посевной – *Centaurea cyanus* L.), род Мать-и-мачеха – *Tussilago* L. (Мать-и-мачеха обыкновенная – *Tussilago farfara* L.), род Ромашка – *Matricaria* L. (Ромашка аптечная – *Matricaria chamomilla* L., Ромашка

пахучая – *Matricaria discoidea* L.), род Козлобородник – *Tragopogon* L. (Козлобородник луговой – *Tragopogon pratensis* L., Козлобородник обыкновенный – *Tragopogon pratensis* L.);

Семейство Бобовые – Fabaceae lindl., nom. conserv.: род Клевер – *Trifolium* L. (Клевер луговой – *Trifolium pretense* L., Клевер ползучий – *Trifolium repens* L., Клевер белый – *Trifolium repens* L.);

Семейство Гроздиковые – Caryophyllaceae Juss., nom. conserv.: род Гвоздика – *Dianthus* L. (Гвоздика травянка – *Dianthus deltoides* L.), род Песчанка – *Arenaria* L. (Песчанка чабрецолистная – *Arenaria serpyllifolia*), род Мальнянка – *Saponaria* L. (Мальнянка ползучая – *Silene repens*, Мальнянка лекарственная – *Saponaria ocymoides* L., Мальнянка каменная – *Silene lithuanica* L.), род Дивала – *Scleranthus* L. (Дивала однолетняя – *Scleranthus annuus* L., Дивала шиловидная – *Dianthus caesius* L.).

Семейство Истодовые – Polygalaceae Hoffmanns. Et Link, nom. conserv.: род Чина – *Lathyrus* L. (Чина луговая – *Lathyrus pratensis* L., Чина ползучая – *Lathyrus sylvestris* L.), род Горошек – *Vicia* L. (Горошек мышиный – *Vicia cracca* L.), род Донник – *Melilotus* (L.) Mill. (Донник лекарственный – *Melilotus officinalis* (L.) Lam., Донник белый – *Melilotus albus* (L.) Lam.), род Люпин – *Lupinus* L. (Люпин узколистный – *Lupinus angustifolius* L., Люпин многолетний – *Lupinus polyphyllus* L.), род Истод – *Polygala* L. (Истод луговой – *Erysimum diffusum*, Истод хохлатый – *Polygala comosa* Schkuhr).

Семейство Капустовые (Крестоцветные) – Brassicaceae Burnett (Cruciferae Juss.): род Икотник – *Berteroë* DC. (Икотник душистый – *Hymenocallis festalis* (L.) DC., Икотник узколистный – *Hymenocallis angustifolia* (L.) DC.), род Пастушья сумка – *Capsella Madik* (Пастушья сумка обыкновенная – *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (*Thlaspi bursa-pastoris* L.), род Дескурайния – *Descurainia* Webb et Berth. (Дескурайния канадская – *Descurainia canadensis* (L.) Webb ex Pranti (*Sisymbrium Sophia* L.), Дескурайния Софии – *Descurainia Sophia* (L.) Webb ex Pranti (*Sisymbrium Sophia* L.), род Сурепка – *Barbarea* W.T. Aiton (Сурепка обыкновенная – *Barbarea vulgaris* W.T. Aiton, Сурепка желтая – *Barbarea aurea*), род Хрен – *Armoracia* L. (Хрен обыкновенный – *Armoracia rusticana* L.).

Семейство Лютиковые – Ranunculaceae Juss., nom. Conserv.: род Лютик – *Ranunculus* L. (Лютик едкий – *Ranunculus acris* L., Лютик ползучий – *Ranunculus repens* L.).

Семейство Молочаевые – Euphorbiaceae Juss., nom. conserv.: род Молочай – *Euphorbia* L. (Молочай лозный – *Euphorbia virgata* Waldst. Et kit. (E. Esula auct. Non L.), Молочай обыкновенный – *Euphorbia peplus* (E. esula auct. Non L.).

Семейство Норичниковые – Scrophulariaceae Juss.: род Марьянник – *Melampyrum* L. (Марьянник луговой – *Melampyrum pretense* L., Марьянник обыкновенный – *Artemisia vulgaris*).

Семейство Подорожниковые – Plantaginaceae Juss.: род Подорожник – *Plantago* L. (Подорожник большой – *Plantago major* L., Подорожник яйцевидный – *Plantago ovata* L.).

Семейство Розовые – Rosaceae Juss., nom. conserv.: род Манжетка – *Alchemilla* L. (Манжетка горная – *Alchemilla monticola* Opiz, Манжетка обыкновенная – *Alchemilla vulgaris*, Манжетка желтая – *Alchemilla xanthochlora*), род Лапчатка – *Potentilla* L. (Лапчатка средняя – *Potentilla intermedia* L. (*P. heidenreichii* Zimm., *P. argentea* P. norvegica), Лапчатка серебристая – *Potentilla argentea*).

Семейство Спорошевые – Polygonaceae Juss.: род Щавель – *Acetosa* Mill. (Щавель кислый – *Rumex acetosa*, Щавель конский – *Rumex confertus*), род Горец – *Persicaria* Mill. (Горец вьющийся – *Fallopia convolvulus*, Горец птичий – *Polygonum aviculare*).

Исследуемая флора представлена отделами Psilotophyta и Magnoliophyta. Включает одно семейство Ophioglossopsida класса Ophioglossopsida и одиннадцать семейств класса Magnoliopsida. Соответственно 33 рода, 64 вида.

При анализе материала установлено, что по общему количеству представителей класса Magnoliopsida преобладает семейство Астровые (Сложноцветные) – Asteraceae Pumort. (Compositae Giseke), которое составило – 19 % от общего количества представителей (рисунок 1).

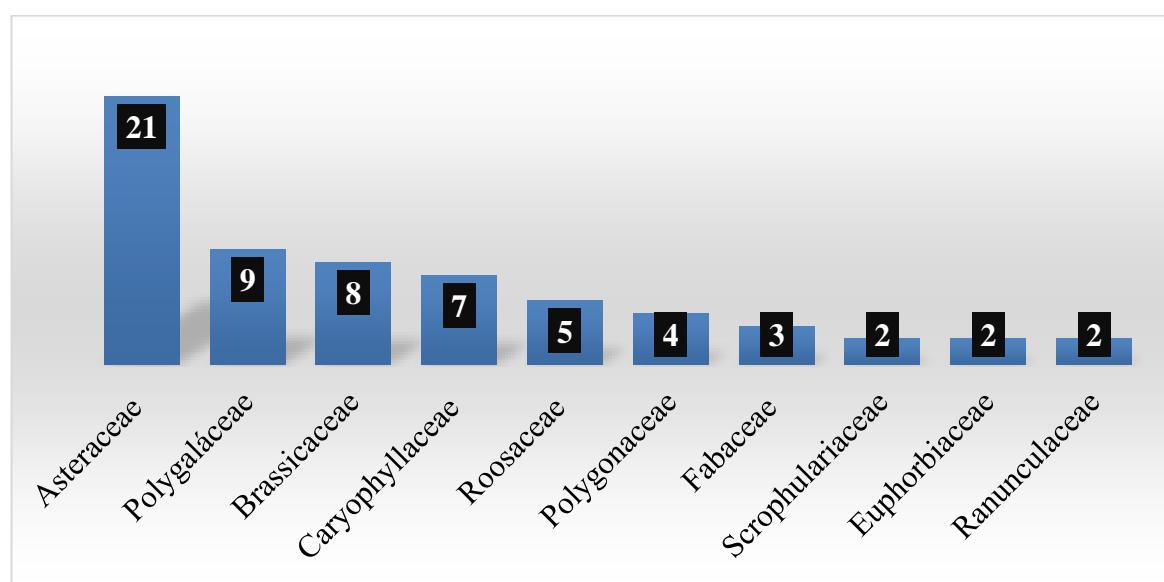


Рисунок 1 – Количественное соотношение видов в семействах класса Magnoliopsida, шт.

Заключение. Таким образом, при изучении представителей тра-вилистой флоры трех биотопов города Гомеля нами выявлено 64 ви-да растений, включенных в 12 семейств. По количеству видов доми-нируют растения семейства Астровые (21 вид).

Литература

1 Каропа, Г. Н. География Гомельской области: курс лекций для студентов вузов / Г. Н. Каропа; М-во образования Респ. Бела-русь, Гомельский госуд. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 157 с.

2 Парфенов, В. И. Флора и растительность Беларуси: курс лекций / В. И. Парфенов, Л. С. Цвирко. – Мозырь, 2008. – 78 с.

3 Шишкин, Б. К. Определитель растений Белоруссии / Б. К. Шишкин. – Мин.: Вышэйшая школа, 1967. – 872 с.

4 Красилов, В. А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты / В. А. Красилов. – Москва, 1992. – 174 с.

УДК 579.8:631.8:631.46:633.14

Д. В. Дайнеко

Науч. рук.: И. И. Концевая, канд. биол. наук, доцент

ЧИСЛЕННОСТЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МИКРОБОЦЕНОЗА ПОЧВЫ ПРИ ОСЕННЕМ ВНЕСЕНИИ БИОПРЕПАРАТА «ГРАМИСИЛ» В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО ЯЧМЕНИ

Осеннее внесение биопрепарата «Грамисил» существенно изменяет структуру почвенного микробоценоза в посевах озимого ячменя. Эти изменения способствуют оптимизации минерального питания и повышению продуктивности агроценоза, подтверждая эффективность осеннего применения препарата.

Введение. Почвенный микробоценоз играет ключевую роль в процессах минерализации органического вещества, мобилизации питательных элементов и поддержании плодородия почвы. Применение биопрепаратов на основе полезных микроорганизмов способно существенно влиять на структуру и активность почвенной микрофлоры. В данной работе рассмотрена динамика численности микроорганизмов в почве при осеннем внесении биопрепарата «Грамисил» [1] в посевах озимого ячменя в течение вегетационного периода 2024 года.

Материал и методы исследования. Исследования выполняли в осенне-весенний период 2024 года на землях агрокомбината «Южный» вблизи н.п. Лопатино Гомельского района Гомельской области. Объектом исследований являлась биологическая активность агрономически ценных групп микроорганизмов при обработке микробным биопрепаратом «Грамисил» в посевах озимого ячменя сорта «Буслик».

Агрохимическая характеристика почвы следующая: pH в KCl – 5,9; фосфор – 280 мг/кг; калий – 268 мг/кг. Площадь опытных делянок составляла 5 м², размещение рендомизировано: повторность опытов – 4-х кратная.

Опыт был заложен на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на посевах озимого ячменя. Прикорневую подкормку растений проводили в осенний период – в фазу начало кущения; с нормой расхода биопрепарата, равной 3 л/га.

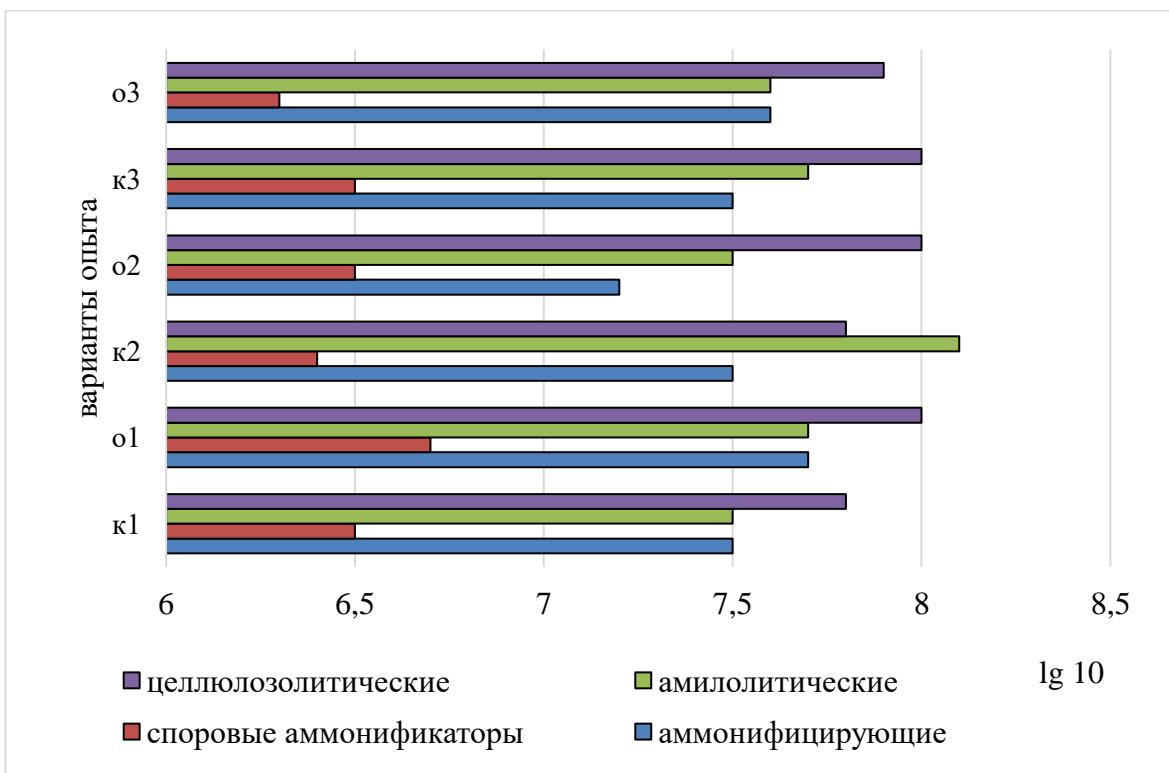
Микробиологическую индикацию почвы выполняли согласно общепринятым в почвенной микробиологии методам [2, 3]. Отбор почвенных образцов выполняли по следующим фазам роста и развития озимого ячменя: кущения, выход в трубку, созревания (восковая спелость). Соответственно, в опыте представлены следующие варианты:

- 1) контроль (к) – без обработки посевов озимого ячменя биопрепаратором «Грамисил»;
- 2) обработка посевов озимого ячменя микробным биопрепаратором «Грамисил» (опыт (о)).

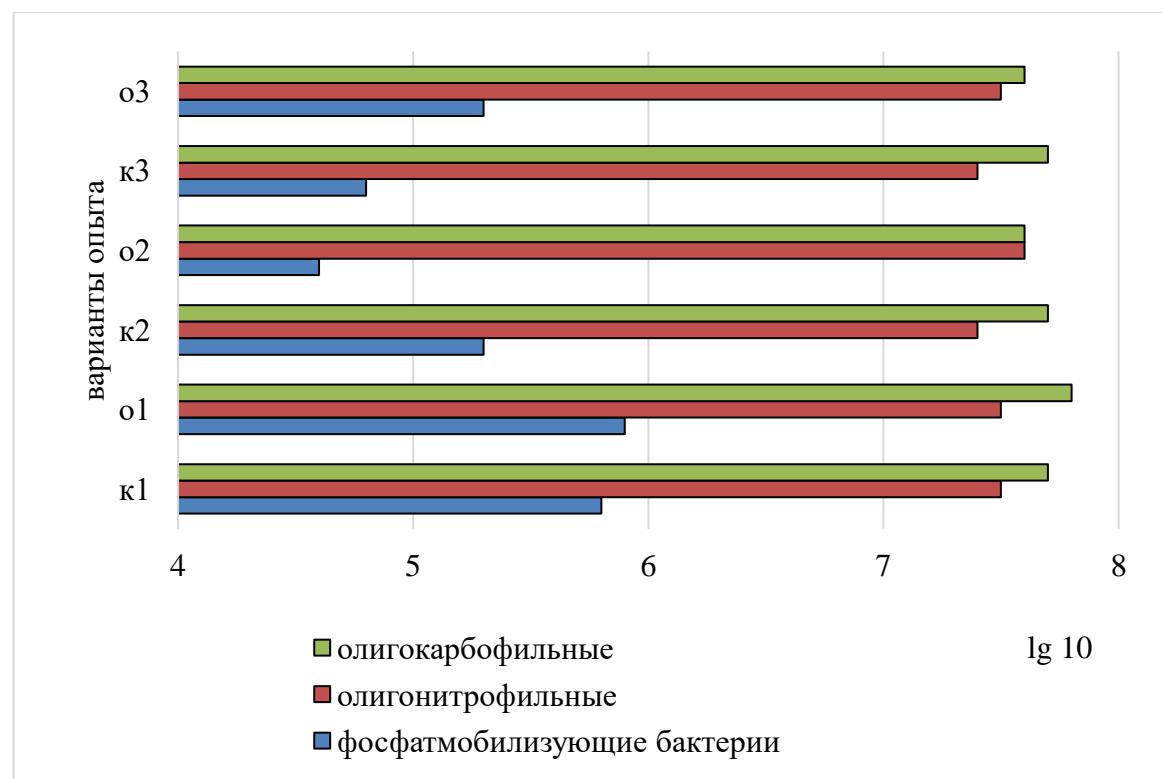
Полученные данные обработаны статистически с использованием программы “Excel 2010”. Сравнение анализируемых показателей между контрольными и опытными группами определяли с использованием *t*-критерия Стьюдента. Нулевую гипотезу при уровне статистической значимости *P* < 0,05 отвергали [4].

Результаты и их обсуждение. Динамика в изменении численности микроорганизмов в контрольных и опытных вариантах на протяжении разных фаз роста и развития озимого ячменя показана на рисунке 1.

При анализе данных отмечено, что в фазу кущения озимого ячменя в опытном образце почвы по сравнению с контрольным образцом выявлено существенное увеличение численности микроорганизмов, включая бактерии, актиномицеты и микромицеты. В первую очередь это представители зимогенной экологической ниши, которая в том числе включает микромицеты. Полученные результаты свидетельствуют о том, что биопрепарат Грамисил в фазе кущения активно стимулирует разложение свежего органического вещества, в первую очередь растительного происхождения.

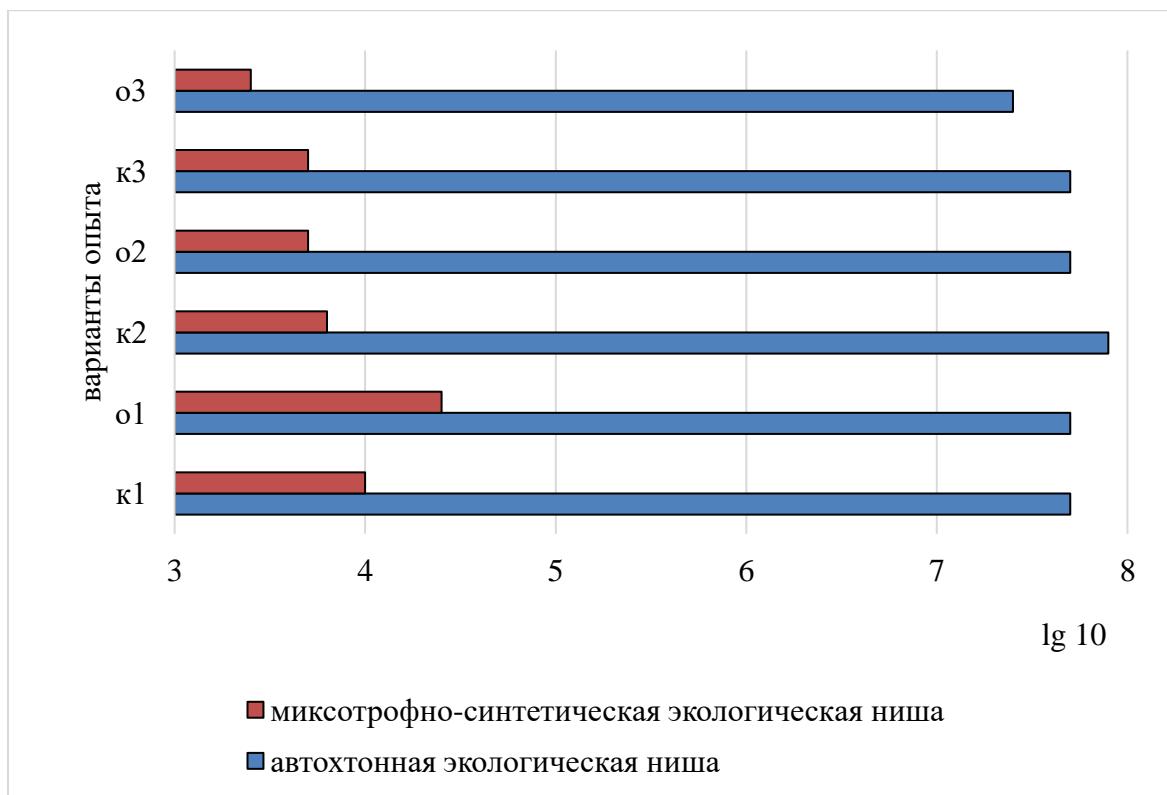


a



б

Рисунок 1 – Количественное участие представителей микробоценоза почвы при осеннем внесении биопрепарата «Грамисил», лист 1



в

а – зимогенная экологическая ниша; б – олиготрофная экологическая ниша;
в – автохтонная и миксотрофно-синтетическая экологические ниши;
варианты опыта: к1 и о1 – фаза кущения, к2 и о2 – фаза выход в трубку,
к3 и о3 – фаза созревания

Рисунок 1 – Количественное участие представителей микробоценоза почвы при осеннем внесении биопрепарата «Грамисил», лист 2

На следующих этапах вегетации озимого ячменя в почвенных образцах установлено значимое снижение по сравнению с контролем численности микроорганизмов-аммонификаторов и представителей амилолитических микроорганизмов (рисунок 1 (а)).

Среди представителей олиготрофной экологической ниши влияние биопрепарата Грамисил отмечали на стадиях роста озимого ячменя: выход в трубку и восковой спелости. Отмечено существенное увеличение азотфиксаторов (олигонитрофильные бактерии) в 1,7 и 1,4 раза, соответственно, по стадиям роста ячменя (рисунок 1 (б)). В опытных образцах почвы, отобранных в обеих анализируемых фазах роста злака, наблюдали стабильное подавление роста представителей олигокарбофильных микроорганизмов, которые отвечают за усвоение безазотистых углеродсодержащих органических соединений. Следует упомянуть, что олиготрофная микрофлора является преемницей

процессов минерализации, активированной микроорганизмами зимогенной экологической ниши, основная ее функция – завершение превращения свежего органического вещества [5].

Для автохтонных микроорганизмов в опытных образцах почвы, отобранных в фазу выхода в трубку и фазу восковой спелости, установлено по сравнению с контрольными значениями достоверное снижение численности бактерий (рисунок 1 (в)). В отношении автохтонной микрофлоры следует упомянуть, что ее представители – это коренное сообщество микроорганизмов почвы разных таксономических групп, изначально и постоянно в ней присутствующие. В условиях агроценоза эта часть микроскопических организмов с одной стороны синтезируют гумусоподобные соединения, с другой стороны, подвергают гумус деструкции.

Заключение. Осеннее внесение биопрепарата «Грамисил» существенно изменяет структуру почвенного микробоценоза в посевах озимого ячменя. Наблюдается двухфазный эффект: первоначальное подавление части микрофлоры с последующей активизацией азотфиксаторов и фосфатмобилизаторов в ключевые фазы развития растений. Эти изменения способствуют оптимизации минерального питания и повышению продуктивности агроценоза, подтверждая эффективность осеннего применения препарата.

Литература

- 1 ГРАМИСИЛ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inmi.by/2023/09/06/gramisil/> (дата доступа: 20.01.2025).
- 2 Сергеев, Г. Я. Влияние препарата Байкал ЭМ1 на скорость разложения соломы / Г. Я. Сергеев, В. В. Каверович, Т. А. Костенко // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 14–15.
- 3 Основные микробиологические и биохимические методы исследования почв // под ред. Возняковской Ю. М. – Л.: ВНИИСХМ, 1987. – 47 с.
- 4 Шеламова, М. А. Статистический анализ медико-биологических данных с использованием программы Excel: учеб.-метод. пособие. / М. А. Шеламова, Н. И. Инсарова, В. Г. Лещенко. – Минск: БГМУ, 2010. – 96 с.
- 5 Титова, В. И. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: науч. метод. пособие / В. И. Титова, А. В. Козлов. – Н. Новгород: Нижегород с.-х. акад., 2012. – 192 с.

Д. В. Дайнеко

Науч. рук.: И. И. Концевая, канд. биол. наук, доцент

ЧИСЛЕННОСТЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МИКРОБОЦЕНОЗА ПОЧВЫ ПРИ ВЕСЕННЕМ ВНЕСЕНИИ БИОПРЕПАРАТА «ГРАМИСИЛ» В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Весенное внесение биопрепарата «Грамисил» эффективно стимулирует почвенную микрофлору, особенно целлюлозолитические и амилолитические бактерии, что усиливает минерализацию органики. Наблюдается равномерная активизация микробоценоза в течение вегетации, обеспечивая оптимальные условия питания ячменя.

Введение. Устойчивое сельское хозяйство – это когда научное и производственное направление не опасно для окружающей среды и самое важное – способствует длительному во времени поддержанию баланса в почвенной экосистеме. В связи с этим применение в сельском хозяйстве микробных препаратов, содержащих в своем составе микроорганизмы представляет собой по сравнению с использованием минеральных удобрений экологически безопасный метод [1, 2]. В данной работе рассмотрена динамика численности почвенных микроорганизмов при весеннем внесении биопрепарата «Грамисил» [3] в посевах озимого ячменя в течение вегетационного периода 2024 года.

Материал и методы исследования. Исследования выполняли в осенне-весенний период 2024 года на землях агрокомбината «Южный» вблизи н.п. Лопатино Гомельского района Гомельской области. Объектом исследований являлась биологическая активность агрономически ценных групп микроорганизмов при весеннем внесении биопрепарата «Грамисил» в посевах озимого ячменя сорта «Буслук».

Агрохимическая характеристика исследуемой почвы: pH в KCl – 5,9; фосфор – 280 мг/кг; калий – 268 мг/кг. Опыт был заложен на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Прикорневую подкормку растений проводили в весенний период – в фазу кущения; с нормой расхода биопрепарата, равной 3 л/га.

Микробиологическую индикацию почвы выполняли согласно общепринятым в почвенной микробиологии методам [4]. Отбор почвенных образцов выполняли по следующим фазам роста и развития озимого ячменя: кущения, выход в трубку, созревания.

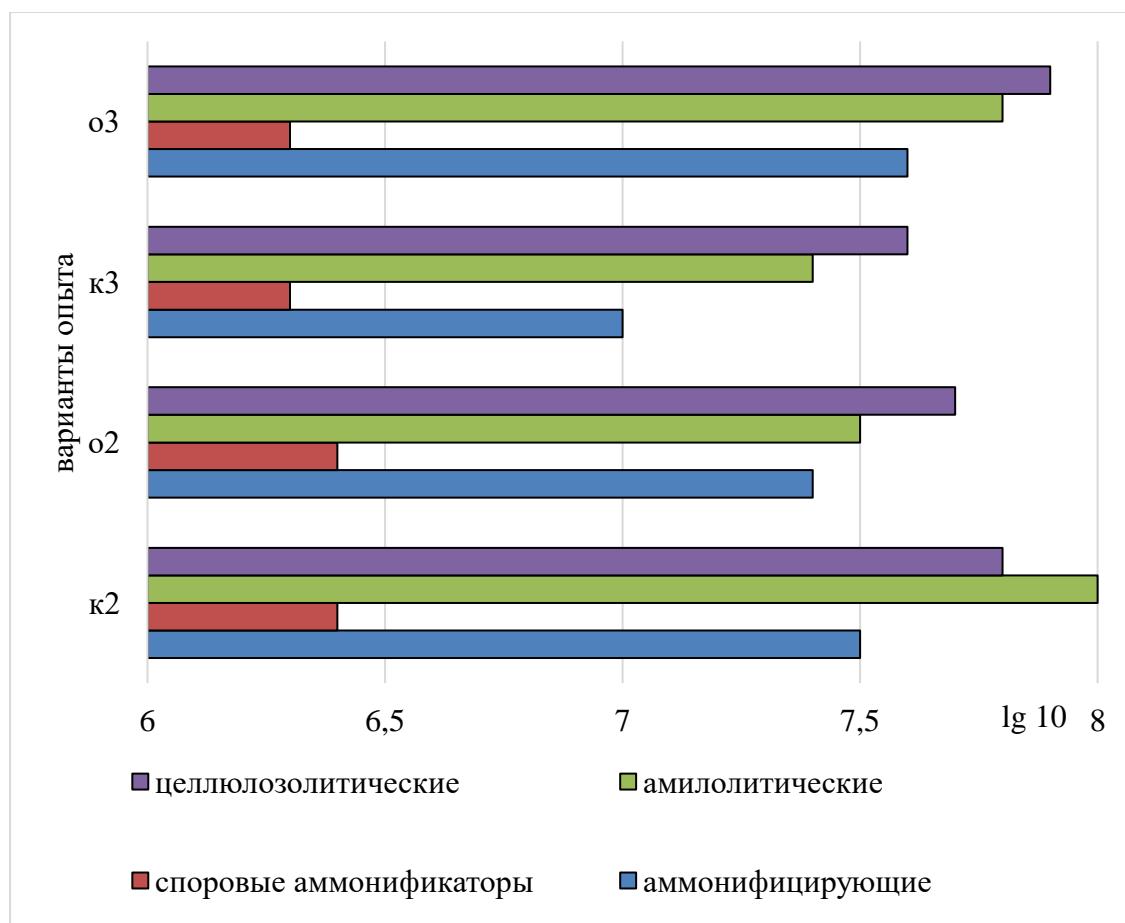
Соответственно, в опыте представлены следующие варианты:

1) контроль (к) – без обработки посевов озимого ячменя биопрепаратом «Грамисил»;

2) обработка посевов озимого ячменя микробным биопрепаратором «Грамисил» (опыт (о)).

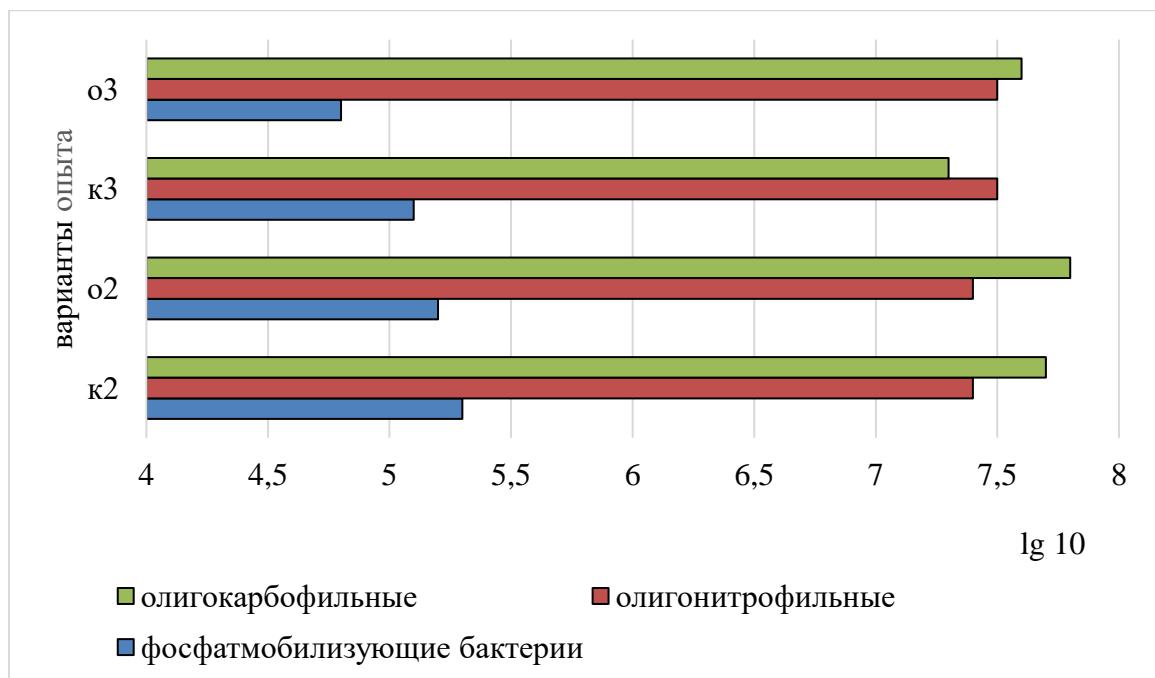
Полученные данные обработаны статистически с использованием программы “Excel 2010”. Сравнение анализируемых показателей между контрольными и опытными группами определяли с использованием *t*-критерия Стьюдента. Нулевую гипотезу при уровне статистической значимости $P < 0,05$ отвергали [5].

Результаты и их обсуждение. Динамика в изменении численности микроорганизмов на протяжении вегетационного периода (май–июль) по сравнению с начальным периодом оценки в контрольных образцах почвы показана на рисунке 1.



a

Рисунок 1 – Численность представителей микробоценоза почвы при весеннем внесении биопрепарата «Грамисил» в посевах озимого ячменя, лист 1



б



в

а – зимогенная экологическая ниша; б – олиготрофная экологическая ниша;
в – автохтонная и миксотрофно-синтетическая экологические ниши;
варианты опыта: к1 и о1 – фаза кущения, к2 и о2 – фаза выход в трубку,
к3 и о3 – фаза созревания

Рисунок 1 – Численность представителей микробоценоза почвы
при весеннем внесении биопрепарата «Грамисил»
в посевах озимого ячменя, лист 2

Анализ данных показал в опытном варианте по сравнению с соответствующим контрольным образцом почвы, отобранных в фазе выхода в трубку, существенное снижение численности микроорганизмов-аммонификаторов, амилолитической группы, микромицетов, соответственно, в 1,3; 3,4; 1,7 раза. Для почвы, отобранной в фазе восковой спелости озимого ячменя, по большинству из тестируемых групп микроорганизмов отмечали в опытном образце достоверное в два и более раза повышение значения КОЕ/г. Сказанное касается представителей всех экологических ниш: зимогенной, олиготрофной и автохтонной, которые напрямую участвуют в превращении органического вещества почвы.

Исключение относится к фосфатмобилизирующим бактериям, количество которых в опытном варианте снизилось в 1,9 раз по сравнению с данными опытного образца почвы.

Необходимо подчеркнуть следующую особенность в распределении численности тестируемых групп микроорганизмов, наблюдаемую в полевом эксперименте: вне вегетационного периода (в ноябре) отмечена достоверно большая численность, до 2–50 раз, представителей фосфатмобилизирующих бактерий по сравнению с их количеством в весенне-летний период. С другой стороны, в этот период значение КОЕ/г для микромицетов, наоборот, снижено в 100 и более раз.

Заключение. Весеннее внесение биопрепарата «Грамисил» эффективно стимулирует почвенную микрофлору, особенно целлюлозолитические и амилолитические бактерии, что усиливает минерализацию органики. Наблюдается равномерная активизация микробоценоза в течение вегетации, обеспечивая оптимальные условия питания ячменя. Однако отмечается умеренное подавление фосфатмобилизующих бактерий, что требует дополнительного изучения. Весеннее применение препарата доказало свою эффективность для биологизации агроценоза.

Литература

1 Кадырова, Г.Х. Фосфат-солюбилизирующая активность ризобактерий пшеницы (*Triticum aestivum L.*) / Г.Х. Кадырова [и др.]. // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. – 2022. – № 12(102). – С. 22–27.

2 Timofeeva, A. Prospects for Using Phosphate-Solubilizing Microorganisms as Natural Fertilizers in Agriculture / A. Timofeeva, M. Galyamova, S. Sedykh // Plants. – 2022. – № 11. – Р. 2119.

3 Препарат микробный «Грамисил» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pesticidy.by/mikrobiologicheskie-udobreniya/preparat-mikrobnuyj-gramisil-zh/> (дата доступа: 20.01.2025).

4 Концевая, И. И. Влияние микробных удобрений на взаимоотношения основных эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов в посевах ярового ячменя в условиях засухи / И. И. Концевая [и др.] // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2024. – № 3 (144). – С. 46–51.

5 Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

УДК 582.29(476.2-21Гомель)

Э. В. Загорская
Науч. рук.: А. Г. Цуриков, д-р биол. наук, доцент

ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА НЕКОТОРЫХ ЛИСТОВАТЫХ МАКРОЛИШАЙНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

*В статье представлены результаты изучения динамики роста слоевиц лишайников *Xanthoria parietina*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Hypogymnia physodes*. Данное исследование позволило выявить закономерности размерной структуры популяций изучаемых видов. Представленные данные имеют существенное практическое значение в различных областях: экологический мониторинг окружающей среды (использование лишайников в качестве биоиндикаторов), понимание адаптивных механизмов и физиологии лишайников, экосистемные исследования, прогнозирование экологических изменений.*

Лишайники представляют собой ассоциацию грибного и фотосинтетического компонентов. Благодаря особенностям морфологии и физиологии лишайники являются одними из наиболее часто используемых организмов в биоиндикации и биомониторинге. В частности, они достаточно быстро реагируют на изменения качества окружающей среды, исчезая в пределах наиболее загрязненных территорий. Устойчивые к загрязнению виды лишайников способны накапливать большие концентрации неорганических компонентов в своих талломах, что также используется в различных методах оценки загрязненности окружающей среды [1–3].

Лихенометрия – это метод, используемый для определения возраста обнаженных поверхностей горных пород на основе размера слоевищ лишайников. Представленный Бешелем в 1950-х годах, этот метод нашел множество применений. Он используется в археологии, палеонтологии и геоморфологии. Он использует предполагаемую регулярную, но медленную скорость роста лишайников для определения возраста обнаженной породы. Измерение диаметра (или другое измерение размера) самого большого лишайника вида на поверхности породы указывает на продолжительность времени с момента первого обнажения поверхности породы. Лишайник может сохраняться на старых скалах до 10 000 лет, обеспечивая максимальный возраст метода, хотя он наиболее точен (с погрешностью в 10 %) при нанесении на поверхности, которые подвергались воздействию менее 1 000 лет. Лихенометрия особенно полезна для датирования поверхностей возрастом менее 500 лет, так как радиоуглеродные методы датирования менее точны за этот период [4–8].

Низкая скорость размножения у большинства лишайников, в сумме со сложностями длительного культивирования в лабораторных условиях, существенно осложняет исследование их развития. Как следствие, наше понимание механизмов роста, диапазонов скоростей роста у различных видов, связи между размером слоевища и скоростью роста, а также влияния окружающей среды на этот процесс остается весьма ограниченным. Этот пробел в базовых знаниях особенно проблематичен, учитывая широкое применение лихенометрии – популярного метода датирования поверхностей.

Целью работы являлось изучение динамики роста слоевищ лишайников *Xanthoria parietina*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Hypogymnia physodes*.

Исследования *Xanthoria parietina* и *Hypogymnia physodes* проводились на территории Новобелицкого района города Гомеля по ул. Оськина. Исследования *Phaeophyscia orbicularis* проводились на территории города Гомеля по улице Песина, 80 возле корпуса № 3 учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

В качестве форофита для *Xanthoria parietina* была выбрана осина обыкновенная (*Populus tremula* L.). В качестве форофита для *Hypogymnia physodes* была выбрана сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). В качестве форофита для *Phaeophyscia orbicularis* была выбрана липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.)

Числовые характеристики и статистические показатели размерной структуры изучаемых видов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические показатели размерной структуры лишайников *Phaeophyscia orbicularis*, *Hypogymnia physodes* и *Xanthoria parietina*

Статистический параметр	<i>Xanthoria parietina</i>		<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		<i>Hypogymnia physodes</i>	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
Среднее	2,22	1,77	0,90	0,88	0,94	0,92
Стандартная ошибка	0,09	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02
Медиана	1,80	1,50	0,90	0,80	0,90	0,80
Стандартное отклонение	1,35	1,06	0,34	0,31	0,38	0,39
Минимум	0,30	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Максимум	7,50	5,10	2,40	2,00	3,00	3,20

Среди трех видов лишайников (*Xanthoria parietina*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Hypogymnia physodes*) вид *Xanthoria parietina* характеризуется наибольшими размерами талломов. Диапазон значений длины талломов у *Xanthoria parietina* значительно шире, чем у *Phaeophyscia orbicularis* и *Hypogymnia physodes*, что говорит о большей вариативности размеров этого вида.

Xanthoria parietina обычно показывает более широкую вариацию длины при относительно стабильной ширине, что подчеркивает её адаптивность и структурную специфику.

Hypogymnia physodes имеет тенденцию быть более широкой, чем длинной, что делает её форму более вытянутой.

Phaeophyscia orbicularis обладает более сбалансированным распределением длины и ширины, с меньшей вариативностью, что указывает на её компактную структуру.

Безусловно, выявленные соотношения определяются также и особенностями роста ствола форофитов – сосны обыкновенной для *Hypogymnia physodes*, осины для *Xanthoria parietina* и липы сердцелистной для *Phaeophyscia orbicularis*.

Представленные данные имеют существенное практическое значение в различных областях: экологический мониторинг окружающей среды (использование лишайников в качестве биоиндикаторов), понимание адаптивных механизмов и физиологии лишайников, экосистемные исследования, прогнозирование экологических изменений.

Литература

1 Сонина, А. В. Лишайники : учебное пособие. Ч. I: Морфология, анатомия, систематика / А. В. Сонина, В. И. Степанова, В. Н. Тарасова. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. – 216 с.

2 Цуриков, А. Г. Листоватые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель : учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов [и др.] / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченко-ва. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.

3 Мучник, Е. Э. Учебный определитель лишайников Средней России : учебно-методическое пособие / Е. Э. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова. – Рязань: Изд-во РГУ имени С. А. Есенина, 2011 –360 с.

4 Толпышева, Т. Ю. Лишайники природного парка «Нумто»: краткий определитель / Т. Ю. Толпышева, Е. А. Шишконакова – Екатеринбург: Ассорти, 2018. – 187 с.

5 Корчиков, Е. С. Экологическая лихенология: учебное пособие / Е. С. Корчиков. – Самара: Издательство Самарского университета, 2024 – 68 с.

6 Сатуева, Л. Л. Атмосферные загрязнители и их влияние на эпифитные лишайники урбанизированной среды / Л. Л. Сатуева // Биоэкономика и экобиополитика. – 2016. – № 1(2). – С. 222–245.

7 Качановский, И. М. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол.: И. М. Качановский [и др.]. – Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

8 Будаева, С. Э. Практическое использование лишайников Бурятии/ С. Э. Будаева// Вестник Бурятского Госуниверситета, 2010. – Вып. 1. – С. 123–127.

УДК 579.8:631.8:631.46:633.14

E. A. Зуева

Науч. рук.: **И. И. Концевая**, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯНТА «ГОРДЕБАК» В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО ЯЧМЕНИ НА МИКРОФЛОРУ ПОЧВЫ

При исследовании биопрепарата «Гордебак» зафиксировано, что он вызывает усиление процессов деструкции промежуточного органического вещества и понижение скорости разложения гумуса, независимо от незначительных колебаний влажности почвы.

Введение. Для обеспечения населения нормативно чистыми растениеводческими продуктами зачастую используются микробиологические препараты разной природы и происхождения. Основное их назначение состоит в поддержании и улучшении плодородия почвы в агробиоценозах [1]. Применяемый инокулянт «Гордебак» разработан «Институтом микробиологии НАН Беларусь», в котором на данный момент разработали более 40 препаратов для обработки семян [2].

Материал и методы исследования. Исследования выполняли в весенне–летний период 2024 года на землях агрокомбината «Южный» вблизи н. п. Калинино Гомельского района Гомельской области. Объектом исследований являлась биологическая активность агрономически полезных групп при обработке микробным биопрепаратом «Гордебак» посевов ярового ячменя сорта «Фэст» [3].

Оценка агрохимических показателей: дерново-подзолистая легко-суглинистая почва, которая обладала: pH в KCl – 6,1; калий – 295 мг/кг; фосфор – 288 мг/кг. Площадь делянок составила 5 м², размещение их рендомизировано; повторность опытов – 4-х кратная. Нормы расхода биопрепарата «Гордебак» – 1,9 л препарата на 1 000 растений. Проводили прикорневую подкормку по всходам в фазе «кущения» ячменя [4].

Отбор почвенных образцов в посевах злака осуществляли в период кущения, в фазу колошения (цветения), фазу восковой спелости. Отбор образцов и микробиологическую оценку почвы осуществляли общепринятыми при работе с почвой методами.

В опыте представлены следующие варианты:

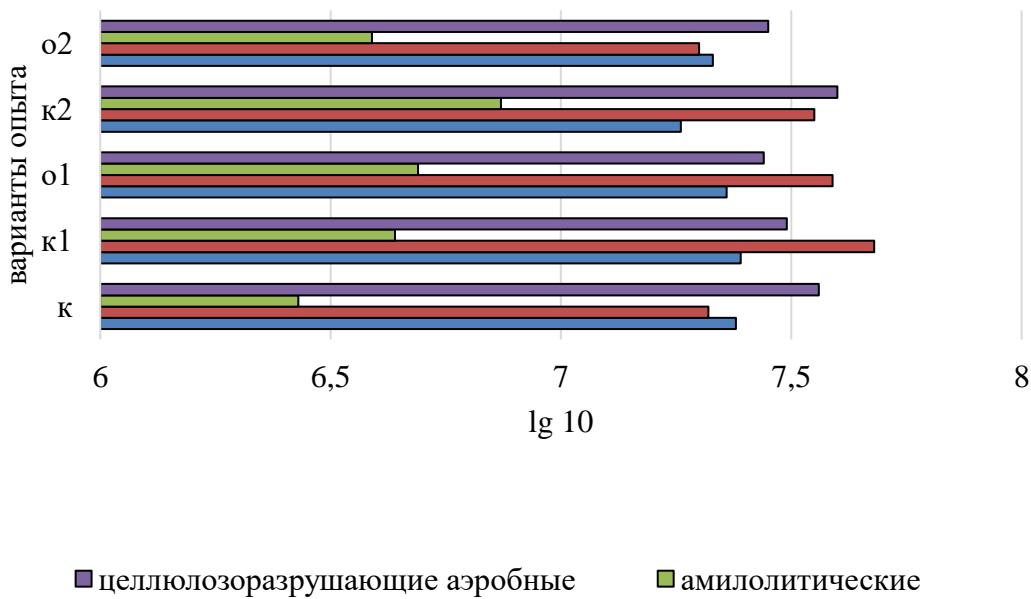
- к (контроль начальный) – отбор почвы выполняли на стадии кущения ярового ячменя, почва без обработки препаратом «Гордебак»;
- к1 (контроль 1) и о1 (опыт 1) – отбор почвы проводили на стадии цветения ячменя в срок 28 июня, и на стадии восковой спелости в срок 25 июля; почва без обработки посевов Гордебаком;
- к2 (контроль 2) и о2 (опыт 2) – отбор почвы осуществляли на стадии колошения ячменя в срок 28 июня и стадии восковой спелости в срок 25 июля; обработка посевов микробным биопрепаратором «Гордебак».

Полученные данные обработаны статистически с использованием программы «Статистика».

Результаты и их обсуждение.

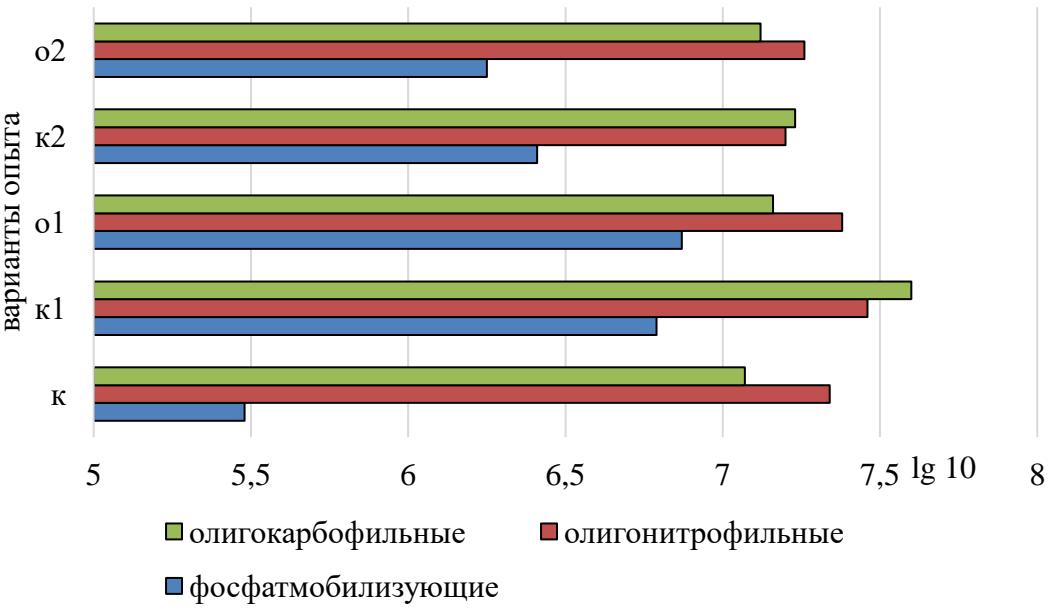
Динамика в изменении численности микроорганизмов на протяжении периода вегетации показана на рисунке 1.

зимогенная экологическая ниша



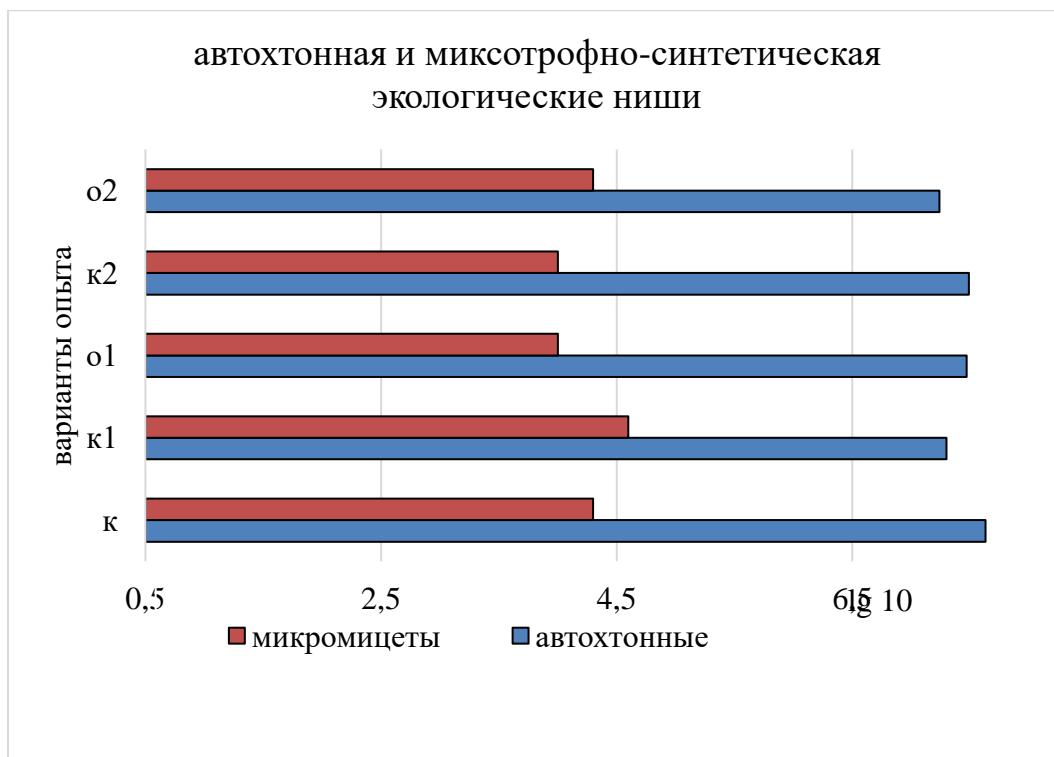
а

олиготрофная экологическая ниша



б

Рисунок 1 – Влияние биопрепарата «Гордебак»
на численность микроорганизмов почвы основных экологических ниш, лист 1



в

Рисунок 1 – Влияние биопрепарата «Гордебак»
на численность микроорганизмов почвы основных экологических ниш, лист 2

Препарат Гордебак значительно повлиял на процессы разложения органической биомассы почвы для опытных образцов, отобранных в июле. Для большинства представителей зимогенной микрофлоры в опытных образцах была установлена численность микроорганизмов ниже чем в исходном (необработанном) (рисунок 1). Однако для споровых аммонификаторов и представителей амилолитической группы микроорганизмов в предыдущем периоде (а именно в июне) отмечено повышение их численности.

Олиготрофная микрофлора обычно составляет основную массу почвенных микроорганизмов. Представители олигонитрофилов подвергают деструкции азотистые компоненты гуминовых и фульвокислот гумуса, участвуют в несимбиотической фиксации азота воздуха. В тоже время олигокарбофильная микрофлора усваивает углеродсодержащие органические вещества, подвергая их глубокой минерализации и вовлекая в процесс начала гумификации [5].

Отмечено в опытном образце почвы, отобранном в июне, снижение численности олигокарбофилов по сравнению с исходным контрольным образцом. Однако необходимо отметить, что численность представителей олигокарбофильных микроорганизмов для

большинства тестируемых образцов в эксперименте оставалась на одном и том же уровне, кроме обсуждаемого контрольного образца, когда значение КОЕ/г почвы резко возросло в 3,0 и более раз.

Автохтонная микрофлора завершает процесс превращения органического вещества, участвуя в разложении, трансформации и продуцировании гумусовых веществ почвы. Представители автохтонной экологической ниши обычно минерализуют гумусовые вещества как единственный источник углеродной пищи.

В опытном образце, отобранном в июне, отмечено в 1,5 раза увеличение, а в образце, отобранном в июле – в 1,8 раза снижение численности представителей олиготрофов по сравнению со значениями необработанного контроля. Из данных для представителей автохтонной микрофлоры следует, что в июне и июле интенсивность разложения, трансформации и продуцирования гумусовых веществ почвы снижалась, в том числе и существенно, по сравнению со значением начального контроля (рисунок 1).

Также действие Гордебака в опытных образцах было отмечено для представителей микромицетов миксотрофно-синтетической экологической ниши, но это действие было противоположной направленности по сравнению с автохтонными олиготрофами.

Заключение. На основании исследования биопрепарата «Гордебак» было зафиксировано, что он вызывает усиление процессов деструкции промежуточного органического вещества и понижение скорости разложения гумуса, независимо от незначительных колебаний влажности почвы.

Литература

1 Коломиец, Э. И. Инновационные биотехнологии в экономике Республики Беларусь / Э. И. Коломиец; редкол.: Д. В. Маслак (отв. ред.) [и др.]. // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты = Biologically active preparations for plant growing. Scientific background – Recommendations – Practical results: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–8 июля 2018 г. – Минск: БГУ, 2018. – С. 20–23.

2 Гордебак. Институт микробиологии НАН Беларуси [Электронный ресурс] <http://mbio.bas-net.by/prod/gordebac/> Институт микробиологии НАН Беларуси. – Режим доступа: <http://mbio.bas-net.by/prod/polybact/> – Дата доступа: 14.02.2024.

3 Влияние препарата биологического «Гордебак» на развитие микроклональных растений березы и осины в период адаптации к почвенным условиям / М. Я. Острикова [и др.] // Відновлення порущених природних екосистем: матеріали V Міжнар. наук. конф., Донецьк, 12–15 травня 2014 р. – Донецьк, 2014. – С. 102–103.

4 Биологические препараты «Фрутин» и «Гордебак» для выращивания саженцев микроклональных растений / Э. И. Коломиец [и др.] // Наука – инновационному развитию лесного хозяйства: материалы Междун. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Ин-та леса НАН Беларуси, Гомель 11–13 нояб. 2015 г. – Гомель, 2015. – С. 151–153.

5 Титова, В. И. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: науч. метод. пособие / В. И. Титова, А. В. Козлов. – Н. Новгород: Нижегород с.-х. акад., 2012. – 192 с.

УДК 504.5:502.3:581.45:582.091

А. Б. Илджанов

Науч. рук.: С. Ф. Тимофеев, канд. с.-х. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА АСИММЕТРИЮ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ

Результаты исследований на многочисленных объектах и в разное время подтверждают наличие фактов асимметрии листьев березы повислой. Это может означать возможность использования для биоиндикации качества воздушной среды. Полученную информацию по параметрам флюктуации листовой пластинки березы повислой можно оценивать как основу для дальнейших исследований.

Вопросы влияния антропогенных факторов на растительные организмы и использование биоиндикации для оценки состояния окружающей среды активно разрабатываются в мировой и отечественной науке.

Работы таких авторов, как Захаров В. М., Козлов М. В., Крестовский М. А., рассматривают флюктуирующую асимметрию как надежный индикатор экологического стресса. В Республике Беларусь исследования в области биоиндикации и урбоэкологии

проводятся учеными, такими как Адамович А. В., Лаппо В. В., которые изучают адаптационные механизмы растений в условиях техногенного загрязнения. Однако комплексные исследования флюктуирующей асимметрии листьев березы повислой в условиях белорусских городов, особенно с учетом специфики локальных источников загрязнения, проводятся недостаточно интенсивно. Это подчеркивает необходимость дальнейшего изучения данной проблемы с учетом региональных особенностей.

Цель работы заключается в изучении особенностей флюктуирующей асимметрии листьев березы повислой как индикатора воздушной среды обитания городских территорий.

Задачи исследований состояли в проведении анализа информации по проблеме загрязнения воздушной среды обитания, способах биоиндикации и флюктуирующей асимметрии листовой пластинки древесных видов растений.

На основании полученных результатов оценить влияние антропогенных факторов на уровень флюктуирующей асимметрии листовой пластинки в городских условиях. Проведенная работа позволит сформулировать выводы о пригодности флюктуирующей асимметрии как индикатора экологического состояния городской среды.

Основной метод фитоиндикации это оценка изменения параметров листовой пластинки растений и сравнение с разработанной шкалой (таблица 1).

Таблица 1 – Балльная система качества среды обитания живых организмов по показателям флюктуирующей асимметрии высших растений

Виды	Балл				
	1	2	3	4	5
Береза бородавчатая	0,055 и менее	0,056– 0,060	0,060– 0,065	0,065– 0,070	более 0,070
Клён Платано- видный	0,040 и менее	0,040– 0,044	0,045– 0,049	0,050– 0,054	более 0,054
Все виды расте- ний	0,002 и менее	0,002– 0,009	0,009– 0,022	0,022– 0,040	более 0,040
Примечание – 1 – чисто; 2 – относительно чисто (“норма”); 3 – загрязнено (“тревога”); 4 – грязно (“опасно”); 5 – очень грязно (“вредно”)					

В результате изучения опубликованных в открытой печати работ можно отметить, что фитоиндикация воздушного пространства

населенных пунктов на основе теста «Флуктуирующая асимметрия листа» широко распространена и позволяет получать вполне корректные результаты.

Основные древесные породы используемые для тестирования это береза повислая, клен остролистный, липа мелколистная, тополь черный.

В проведенных исследованиях С. Э. Кароза [1] отмечает, что средние коэффициенты флуктуирующей асимметрии (КФА) для листьев березы в условиях г. Калинковичи Гомельской области по состоянию на 2015 г. варьируют в пределах 0,041–0,046

Исследователи А. М. Николайчук, М. Н. Вашкевич [2] в 2017 г. провели изучение КФА в санитарной зоне нескольких заводов по производству цемента Волковыского района Гродненской области и Кричевского района Могилевской области. Было установлено, что на показатель ФА в промышленной среде огромное влияние имеет расстояние от источника загрязнения, а также открытость и защищенность участка.

В 2020 г. Е. А. Самусик, С. Е. Головатый [3] провели оценку листьев березы произрастающей в условиях техногенного загрязнения окружающей среды выбросами предприятия по производству строительных материалов [3]. Для исследований было взято ОАО «Красносельскстрой-материалы». Результаты анализа дисперсионного комплекса показали, что параметры листовых пластинок деревьев, произрастающих в градиенте расстояния от источника загрязнения, достоверно отличаются от выборки в фоновых условиях.

Студентами биологического факультета УО ГГУ имени Ф. Скорины проводились соответствующие исследования на протяжении 2015–2022 г.

Так А. С. Велюгина [4] в своей работе отмечает, что загрязнение среды оказывает значительное влияние на морфологию листовой пластинки растений: чем выше загрязнение окружающей среды, тем выше асимметрия листовой пластинки.

В условиях г. Гомель в 2022 г. студентом О. Х. Оразкулыевым [5] была продолжена работа на тему биоиндикации состояния воздушной среды обитания на основе параметров флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой.

Исследования производили на территории четырех микрорайонов г. Гомель: Волотова, Мельников луг, Сельмаш и Новобелица.

Общие коэффициенты асимметрии флуктуирующей асимметрии березы повислой были в пределах 0,0360–0,0557 при среднем значении 0,0476

Наибольшее значение коэффициента асимметрии листовой пластиинки выявлено на объектах, расположенных на территории микрорайона Мельников Луг. Он составил 0,061. Основные составляющие этого параметра составили, соответственно максимум 0,093 и минимум 0,056.

Параметры асимметрии листа выявленные для объектов на территории микрорайона Сельмаш составили соответственно 0,091; 0,056 и 0,06.

Результаты исследований по объектам на территории микрорайона Волотова показали средние результаты. Соответственно 0,081; 0,072 и 0,051.

В ходе исследований были выявлены существенные вариации изучаемых параметров.

В связи с изменением экологической ситуации, усилением транспортной нагрузки, увеличение населения целесообразно продолжать исследования по тестированию воздушной среды обитания г. Гомель.

Для этого необходимо подобрать базовые пункты мониторинговых исследований. Планируется продолжить проведение фитоиндикации на территориях микрорайона Волотова, район Прудковского рынка, Мельникова луг и микрорайона Сельмаш.

Литература

1 Кароза, С. Э. Дендрофлора как объект для оценки качества среды в Брестской, Гродненской и Гомельской областях / Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, 2015 г.

2 Николайчук, А. М., Ващкевич, М. Н. Флуктуирующая асимметрия листовой пластиинки березы повислой в условиях техногенного загрязнения окружающей среды выбросами заводов цементной промышленности. 2017 г Веснік МДПУ імени І. П. Шамякіна № 2(50) 2017.

3 Самусик, Е. А., Головатый, С. Е. Флуктуирующая асимметрия листовой пластиинки березы повислой в условиях техногенного загрязнения. Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2020 : environmental problems of the XXI century : материалы 20-й международной научной конференции, 21–22 мая 2020 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол.: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – Ч. 1. – С. 288–291.

4 Велюгина, А. С. «Оценка загрязнения воздушной среды г. Гомеля на основе параметров флюктуирующей асимметрии листовых пластинок клена платановидного и березы повислой. Дипломная работа. Гомель. 2021 г

5 Оразкулыев, О. Х. Биоиндикация состояния воздушной среды обитания на основе параметров флюктуирующей ассиметрии листовой пластиинки березы повислой. УО ГГУ им. Ф. Скорины. Дипломная работа. 2022 г

УДК 638.88

A. K. Камилджанова
Науч. рук.: A. H. Лысенко, ст. преподаватель

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ ДАШОГУЗСКОГО ВЕЛАЯТА ТУРКМЕНИСТАНА

Исследование обусловлено богатством флоры страны, длительной историей использования растений в народной медицине и растущим интересом к фитотерапии как к щадящему методу лечения. Выявлено более 200 видов лекарственных растений, произрастающих на территории Туркменистана. Определены основные ареалы распространения и экологические особенности лекарственных растений.

Изучение лекарственных растений является важным направлением, так как более 30 % всех лекарственных препаратов на мировом рынке имеют растительное происхождение [1, 2]. В условиях роста аллергических реакций на синтетические препараты, природные средства, обладающие менее вредным воздействием на организм, приобретают особую актуальность. Мониторинг и систематизация данных о местной флоре необходимы для разработки эффективных рекомендаций по их применению.

Туркменистан – это государство, расположенное в Центральной Азии. Ландшафт в основном пустынный, почти четверть территории лежит в пределах Туранской низменности, занятой пустыней Каракумы, которая является самой большой пустыне в государстве. Как закономерное следствие, в Туркмении очень мало почвы, пригодной для культивирования. На юге простирается неширокая полоса возвышенностей и средневысотных гор.

Из-за расположения Туркмении в нижних широтах, особенностей ландшафта, а также очень большого расстояния до вод Мирового океана, климат в государстве резко континентальный, с жарким, затяжным и очень сухим летом. Зимой наблюдаются осадки в виде дождя и снега, температура воздуха, как правило, не опускается ниже 0 °С. Осадки в стране выпадают неравномерно, чаще всего в горах, на северо-востоке количество осадков в 4 раза ниже.

Благодаря своему уникальному географическому положению и разнообразию природно-климатических условий, Туркменистан обладает богатой флорой, включающей множество видов растений с лечебными свойствами.

Лекарственная флора Туркменистана насчитывает около 270 видов высших растений, что составляет примерно одну шестую часть всей флоры страны [3]. Наиболее богаты лекарственными видами такие семейства, как *Asteraceae* (Астровые), *Lamiaceae* (Губоцветные), *Rosaceae* (Розоцветные) и *Polygonaceae* (Гречишные). Среди них выделяется группа из 109 видов, традиционно применяемых для лечения заболеваний органов пищеварения. К ним относятся широко распространенные виды: ромашка аптечная (*Chamomilla recutita*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), аир обыкновенный (*Acorus calamus*) и зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum*).

Было проведено описание ключевых видов, используемых в терапии гастроэнтерологических заболеваний:

– ромашка аптечная (*Chamomilla recutita*). Применяются цветочные корзинки. Настои и отвары ромашки оказывают противовоспалительное, спазмолитическое и ветрогонное действие, эффективны при гастритах, энтеритах и колитах;

– полынь горькая (*Artemisia absinthium*). Используется трава. Благодаря содержанию горечей стимулирует пищеварение, применяется при секреторной недостаточности ЖКТ. Эфирное масло обладает противопаразитарными свойствами;

– аир обыкновенный (*Acorus calamus*). Лекарственным сырьем является корневище. Отвары повышают аппетит, улучшают пищеварение, снимают спазмы, обладают противовоспалительным действием;

– пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*). Используются соцветия. Обладает желчегонным и противопаразитарным действием, применяется при лямблиозе и гельминтозах;

– тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*). Заготавливается трава. Оказывает противовоспалительное, спазмолитическое и кровоостанавливающее действие, что полезно при гастритах и язвенной болезни.

Сравнение основных эффектов лекарственных растений отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Фармакологические эффекты основных лекарственных растений Туркменистана, применяемых при заболеваниях ЖКТ

Растительный вид	Противовоспалительное	Спазмолитическое	Желчегонное	Вяжущее
Ромашка аптечная	+	+		
Полынь горькая	+			
Аир обыкновенный	+	+		
Пижма обыкновенная	+		+	
Тысячелистник обыкновенный	+	+		+
Зверобой продырявленный	+			+

Полученные данные подчеркивают значительный потенциал флоры Туркменистана в качестве источника лекарственных средств для лечения заболеваний пищеварительной системы. Сочетание многовекового опыта народной медицины с современными научными исследованиями позволяет выделить наиболее перспективные виды для дальнейшего изучения и внедрения в клиническую практику [5].

Литература

1 Фитотерапия с основами клинической фармакологии / под ред. В. Г. Кукеса. – М.: Медицина, 1999. – 192 с.

2 Государственная фармакопея РФ. XIV издание. – М., 2018.

3 Растительные ресурсы Туркменистана / под ред. А. О. Оvezова. – Ашхабад: Ылым, 1990. – 280 с.

B. A. Комарова

Науч. рук.: **И. И. Концевая**, канд. биол. наук, доцент

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ CRISPR/CAS9
ДЛЯ РЕДАКТИРОВАНИЯ ГЕНОВ БИОСИНТЕЗА ЛИГНИНА
У ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

*В работе представлены результаты разработки системы CRISPR/Cas9 для направленного редактирования ключевых генов биосинтеза лигнина (CSE1, CCoAOMT1, CCR, CAD2, LCC2) у представителей родов *Populus* и *Fraxinus*. Проведен сравнительный анализ геномов 51 вида древесных растений, идентифицированы консервативные участки генов-мишеней. С использованием алгоритмов *in silico* (CRISPOR) разработаны 27 высокоспецифичных гидРНК с эффективностью 47–76 % и специфичностью > 95 %. Успешно осуществлено клонирование плазмидных векторов *pHSE401* и *pGH00.0126* в *E. coli* с последующей молекулярной верификацией. Оптимизированы протоколы выделения плазмидной ДНК (конечная концентрация 20–30 нг/мкл, коэффициент чистоты A260/280 = 1,8–2,2).*

Современные достижения в области геномного редактирования, в частности технология CRISPR/Cas9, открывают новые перспективы для направленной модификации геномов высших растений. Особый интерес представляет редактирование генов, кодирующих ферменты биосинтеза лигнина - сложного полимерного соединения, составляющего 15–35 % массы древесины.

Высокое содержание лигнина существенно затрудняет процессы целлюлозно-бумажного производства и биоконверсии растительной биомассы. Молекулярно-генетические исследования последних лет идентифицировали ключевые гены лигнинового метаболизма, включая CSE1 (кофеилшикиматэстеразу), CCoAOMT1 (кофеил-КоА-О-метилтрансферазу), CCR (циннамоил-КоА-редуктазу), CAD2 (циннамилалкогольдегидрогеназу) и LCC2 (лакказу).

Род *Populus* (тополь) представляет собой модельный объект для изучения молекулярных механизмов формирования древесины, что обусловлено наличием полностью секвенированного генома и отработанными методами генетической трансформации. Разработка универсальных инструментов для редактирования генов лигниногенеза у различных таксонов древесных растений имеет значительный потенциал для прикладного применения в лесной биотехнологии.

Конструирование гидРНК осуществляли с использованием алгоритмов онлайн-платформы CRISPOR, учитывая следующие параметры:

- 1 GC-состав (40–60 %).
 - 2 Отсутствие офф-таргет эффектов (специфичность > 95 %).
 - 3 Наличие консервативного РАМ-мотива (5'-NGG-3').
 - 4 Клонирование плазмидных векторов проводили в штамме *E. coli* DH5 α с последующей ПЦР-верификацией и секвенированием.

Анализ геномных последовательностей выявил высокую степень консервативности исследуемых генов лигниногенеза среди различных таксонов древесных растений. Наибольший полиморфизм наблюдался в инtronных регионах, в то время как кодирующие последовательности демонстрировали > 85% гомологии.

Для каждого гена-мишени разработано от 3 до 5 вариантов гидРНК, расположенных в первых экзонах кодирующих последовательностей (рисунок 1). Расчетная эффективность редактирования варьировала от 47 % до 76 %, при этом все конструкции демонстрировали высокую специфичность ($> 95\%$) по данным *in silico* анализа.

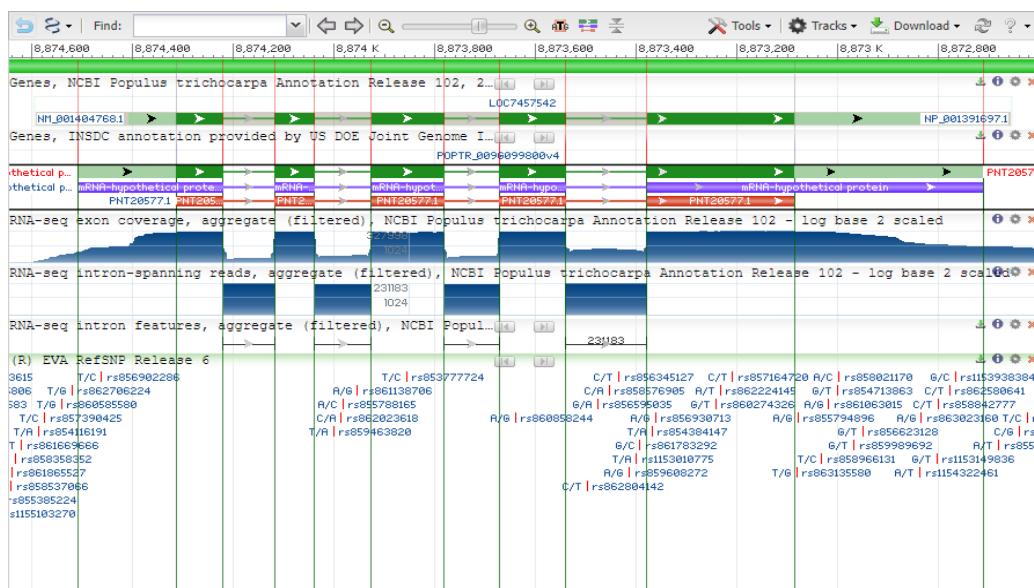


Рисунок 1 – Схема строения и локализация гена CCoAOMT1
(на примере *P. trichocarpa*)

На базе онлайн-инструмента CRISPOR были сконструированы последовательности гидРНК, соответствующие фрагментам первых экзонов, включенных в открытые рамки считываения исследуемых генов. Перечень разработанных гидРНК для генетического редактирования исследуемых видов лесных древесных растений с расчетными специфичностью и эффективностью представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Разработанные гидРНК для генетического редактирования исследуемых видов лесных древесных растений

Организм	Номер, цепь	Последовательность	PAM			Ген-мишень
				1	2	3
<i>P.abies</i>	1-	CTCTGTTATGTGCAGGGGTT	GGG	100	76	CAD2
	2-	CTTGCTAACAAAGATAAGCAT	CGG	96	63	CAD2
	3+	TACAATGATGTGAACCATGA	CGG	90	61	CAD2
	1+	TGGACGTATGGCTGACGTTG	TGG	100	59	LCC2
	2-	GAATAACGAATGTCTGCCG	CGG	100	71	LCC2
	3-	AAACCGCTCTGAAACGTTGG	GGG	98	76	LCC2
	1+	GACTGCAGGTAAACAAACTG	GGG	99	62	CCR
	2+	AGGAACAGTTCGCAACCCTG	AGG	99	71	CCR
	3-	GACTGCAGGTAAACAAACTG	GGG	99	70	CCR
<i>P. alba</i>	1-	GCCGTGGGTCATATATACCG	TGG	85	74	CSE1
	2+	CTGTTACAGGATATGCAGCT	CGG	96	56	CSE1
	3-	TGGCGTCTCGAAGTATGATT	GGG	99	47	CSE1
	1+	ATGCATGAAGGAGCTCAGGG	AGG	99	73	CCOAOMT
	2+	CACTGCTTTGCTATCCCTG	AGG	93	69	CCOAOMT
	3-	CATGATGTTCCAAGGATGCT	TGG	97	58	CCOAOMT
<i>P.trichocarpa</i>	1+	GCAGGAAGGCACCAGGAAGT	TGG	99	49	CCoAOMT1
	2-	GTATATATGACCCACGGCGG	NGG	97	68	CCoAOMT1
	3-	AGTGGTGTAGGCAGGAAGAG	TGG	99	58	LCC2
<i>F.excelsior</i>	1+	CGTACAACCTCACTATCACA	GGG	94	73	LCC2
	2+	GTGGTGGAATGCAGATCCTG	AGG	98	71	LCC2
	3+	TTCACTATCACAGGGCAGAG	AGG	59	69	LCC2

Особый интерес представляют результаты по гену CCoAOMT1 *P. trichocarpa*, где одна из гидРНК (GTATATATGACCCACGGCGG) показала аномально высокую эффективность (68 %) при неканоническом РАМ-мотиве (NGG), что требует дополнительного экспериментального подтверждения.

Разработанная система CRISPR/Cas9 представляет собой эффективный инструмент для направленного редактирования генов биосинтеза лигнина у древесных растений. Полученные результаты создают основу для дальнейших исследований по:

- агробактериальной трансформации модельных видов;
- анализу фенотипических эффектов редактирования;
- оценке технологических свойств модифицированной древесины.

Перспективы работы включают разработку универсальных CRISPR-конструкций для различных таксонов древесных растений и создание линий с улучшенными технологическими характеристиками для целлюлозно-бумажной и биоэнергетической промышленности.

Литература

- 1 An Y. et al. Efficient Genome Editing in *Populus* Using CRISPR/Cas12a // Front. Plant Sci. - 2020. - Vol. 11 – P. 593.
- 2 Bae, E.-K. et al. Efficient knockout of the phytoene desaturase gene in a hybrid poplar (*Populus alba* × *Populus glandulosa*) using the CRISPR/Cas9 system with a single gRNA / E.-K. Bae et al. // Transgenic Research. – 2021. – Vol. 30, № 6. – P. 837–849.
- 3 Liu Q., Luo L., Zheng L. Lignins: Biosynthesis and Biological Functions in Plants. Int. J. Mol. Sci. 2018. – Vol. 19. – P. 335.
- 4 Adhikari, P. CRISPR-Cas9 in agriculture: Approaches, applications, future perspectives, and associated challenges / P. Adhikari, M. Poudel // Malaysian Journal of Halal Research. – 2020. – Vol. 3.
- 5Weng J.-K. et al. The origin and evolution of lignin biosynthesis. New Phytol. 2010. – № 187. – P. 273–285.
- 6 Vanholme, R. et al. Lignin biosynthesis and its integration into metabolism / R. Vanholme et al. // Current Opinion in Biotechnology. – 2019. – Vol. 56, – P. 230–239.
- 7 National Center for Biotechnology Information [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. – Дата доступа: 10.02.2025.
- 8 CRISPOR [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: <http://crispor.tefor.net>. – Дата доступа: 27.01.2024.

УДК 582.29(476)

П. А. Корж
Науч. рук.: **А. Г. Цуриков**, д-р биол. наук, доцент

ЛИШАЙНИКИ ПОСЕЛКА ОЗЕРНЫЙ ЖИТКОВИЧСКОГО РАЙОНА

Целью исследований являлось изучение видового разнообразия лишайников посёлка Озерный и его окрестностей. Было найдено 45 видов

лишайников и лихенофильных грибов, относящихся к 18 семействам, 13 порядкам, 4 классам. Преобладают виды родов Lecanora, Physcia, Cladonia, Phaeophyscia, Hypogymnia, Melanelixia, Parmelia, Physconia, Ramalina. Доминирование этих родов указывает на антропогенный характер лихенбиоты изучаемой территории.

Изучение растительности любой территории страны важно для познания её потенциала и ресурсов. Лишайники – это неотъемлемая часть общего разнообразия наряду с растениями, грибами, водорослями и прочими. Интерес, проявляемый к ним, с каждым годом возрастает. Лишайники весьма многогранно используемая группа организмов. Их используют как индикаторы загрязнения окружающей среды радионуклидами, которые лишайники способны накапливать в своем слоевище. Помимо этого, лишайники используются в народном хозяйстве и разных видах промышленности, к примеру косметологии, фармацевтики и многих других.

Все это делает описание видового разнообразия территорий Республики Беларусь актуальным на сегодняшний день, для дальнейшего развития практического использования лишайников. Однако лишайники изучены на территории страны неравномерно. В Житковичском районе все исследования были сконцентрированы на территории парка Припятский, а за его пределами лихенобиота практически не изучалась. В связи с чем представляется актуальным всё-таки изучить разнообразие лихенобиоты в окрестностях поселка Озерный Житковичском районе Гомельской области.

Сбор лишайников проводили на территории поселка Озерный Житковичского района и в его окрестностях в период с марта 2023 года по февраль 2025 года. Для сбора образцов лишайников использовали нож с широким лезвием, карандаш и лихенологические конверты.

Сбор лишайников проводили с различных субстратов, преимущественно с коры различных пород деревьев. Талломы срезали с небольшим слоем субстрата. Определение образцов лишайников проводили с использованием определительных ключей: [1, 2].

В ходе работы было найдено 45 видов лишайников и лихенофильных грибов, относящихся к 18 семействам, 13 порядкам, 4 классам. Ниже приводим список.

Преобладают виды родов *Lecanora*, *Physcia*, *Cladonia*, *Phaeophyscia*, *Hypogymnia*, *Melanellia*, *Parmelia*, *Physconia*, *Ramalina*. Доминирование этих родов указывает на антропогенный характер лихенбиоты изучаемой территории.

В п. Озерном преобладают виды лишайников, относящиеся к неморальному элементу (22 вида; 48,9 %). Вместе с лишайниками бореального (10 видов; 22,3 %) и мультионального элементов (13 видов; 28,8 %) они составляют ядро биоты.

Среди найденных лишайников 35 видов являлись эпифитными (78 % видового разнообразия), 4 вида являлись эпилитными (9 % видового разнообразия) и 6 видов – лихенофильные грибы (13 % видового разнообразия).

По результатам сбора лихенобиоты поселка Озерный листоватые лишайники составили 51,3 %, накипные – 35,9 %, а кустистые – 12,8 %. Преобладание листоватых видов лишайников над накипными связано в первую очередь с относительной простотой их сбора и определения.

Литература

1 Цуриков, А. Г. Листоватые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов [и др.] / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.

2 Мучник, Е. Э. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие / Е. Э. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова. – Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2011. – 360 с.

УДК 582.29(476.6-37Островец)

И. К. Лазаренко

Науч. рук.: А. Г. Цуриков, д-р биол. наук, доцент

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛИХЕНОМОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Использование лишайников в мониторинге радиоактивного, и не только, загрязнения окружающей среды является распространенным методом мониторинга. Основной метод – определение удельной активности радионуклидов в лишайниках. Чаще всего измеряют активность ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Роль лишайников в природе довольно разнообразна. Интерес, проявляемый к этой группе организмов, с каждым годом возрастает.

Лишайники обладают многими признаками, которые переводят их в разряд живых организмов, имеющих научный интерес и практическое значение.

Лишайники известны своими аккумулятивными свойствами, которые обусловлены медленным ростом и долгим сроком жизни. Эти характеристики делают их ценными для индикационных исследований, так как они поглощают вещества из воздуха и осадков, а не из субстрата.

В качестве объекта исследований был выбран лишайник *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в зоне воздействия Белорусской АЭС. Это широко распространенный эпифитный лишайник как на территории проводимых исследований, так и в Республике Беларусь. Характерной его особенностью является способность произрастать в условиях антропогенного воздействия, что делает его важным индикаторным видом.

Мы заложили 12 реперных площадок в пределах естественных территорий (лесные массивы) в южном, западном, северном и восточном направлениях, а также дополнительные реперные площадки на территории населенных пунктов – а. г. Гервяты, а. г. Ворняны, д. Гоза и д. Швейляны.

Отбор проб слоевищ лишайников для изучения содержания неорганических поллютантов проводили с четырех экспозиций ствола на высоте 1–2 м методом ручного отбора. Отобранные пробы укладывали в пакеты и сушили до воздушно-сухого состояния.

В лабораторных условиях проводили пробоподготовку, отделяли талломы лишайников от субстрата. Отделенные талломы измельчали на электромельнице лабораторной LM – 1000. Измельченные пробы помещали в заранее подготовленные емкости (денты) объемом 50 см³.

Измерение концентраций ¹³⁷Cs в образцах лишайников проводили на базе лаборатории проблем почвоведения и реабилитации антропогенно нарушенных лесных земель ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», аккредитована государственным предприятием «БГЦА» на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025.

Литература

1 Цуриков, А. Г. Лишайники юго-востока Беларуси (опыт лихеномониторинга) / А. Г. Цуриков. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 276 с.

2 Бязров, Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.

3 Лиштва, А. В. Лихенология: учеб.-метод. пособие / А. В. Лиштва. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.

4 Турпаев, Т. М. Радиация. Дозы, эффекты, риск / Т. М. Турпаев. – Москва: Мир, 1990. – 79 с.

5 Бязров, Л. Г. Лишайники – индикаторы радиоактивного загрязнения / Л. Г. Бязров. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 407 с.

УДК 581.91:582.099(476.2-21Гомель)

Б. Э. Мередов

Науч. рук.: **С. А. Зятыков**, ст. преподаватель

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СПИСОК ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ МИКРОРАЙОНА «МЕЛЬНИКОВ ЛУГ» ГОРОДА ГОМЕЛЯ

В статье приводится флористический список травянистых растений микрорайона «Мельников луг» г. Гомеля, который включает 51 вид сосудистых растений из 12 семейств. Наибольшим видовым богатством характеризуются семейства Asteraceae (12 видов), Poaceae (9 видов) и Fabaceae (6 видов). Выявлено, что флора территории является гетерогенной и представлена как типичными луговыми мезофитами, так и рудеральными видами.

В условиях интенсивной урбанизации, экосистемы в черте города приобретают ключевое значение как стабилизирующие элементы окружающей среды. Зеленые зоны, к которым относятся и луговые сообщества, выполняют ряд важнейших средообразующих функций: они участвуют в поддержании кислородного баланса, являются местами обитания для многих видов животных и растений, а также служат рекреационными ресурсами для населения. Особый интерес представляют пойменные луга, которые, как и территория микрорайона «Мельников луг», исторически формировались в специфических эдафо-климатических условиях и обладают уникальным флористическим составом. Однако активная застройка и рекреационная нагрузка приводят к фрагментации и деградации этих ценных экосистем, что обуславливает необходимость их детального изучения и инвентаризации для разработки мер по сохранению биоразнообразия.

Сбор материала проводили в летний период 2025 г. на территории микрорайона «Мельников луг» г. Гомеля. Затем собранный

материал подвергался обработке, которая включала: систематизацию и определение растений, математическую и статистическую обработку данных с расчетом индексов.

1 Систематизация и определение растений. Собранный гербарный материал был высушен и этикетирован. Определение видов проводилось с использованием стандартных определителей растений Беларуси [1]. На основе списков видов для каждого ключевого участка был составлен общий флористический список территории.

2 Математическая обработка данных и расчет индексов.

Видовая насыщенность определялась как среднее число видов на одной пробной площадке (1 м^2) для каждого ключевого участка.

Для количественной оценки разнообразия рассчитывался индекс Шеннона (H') и индекс Симпсона (D) [2, 3]. Коэффициент парной корреляции использовался для выявления связи между проективным покрытием доминирующих видов и степенью антропогенной нагрузки (оцениваемой визуально по удаленности от дорог и тропинок).

3 Статистическая обработка. Все расчеты проводились с использованием программного обеспечения Microsoft Excel. Для визуализации результатов (построения диаграмм, графиков) также использовались средства этого пакета.

Полученные результаты были сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Флористический список травянистых растений территории «Мельников луг» (фрагмент)

Вид	Семейство	Экологическая группа	Участок 1	Участок 2	Участок 3
1	2	3	4	5	6
1 <i>Phleum pratense</i> L. (Тимофеевка луговая)	Poaceae	Мезофит	sop2	sp	sop1
2 <i>Festuca pratensis</i> Huds. (Овсяница луговая)	Poaceae	Мезофит	sop1	sol	sop2
3 <i>Poa pratensis</i> L. (Мятлик луговой)	Poaceae	Мезофит	sop3	sop2	sp

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
4 <i>Trifolium pratense</i> L. (Клевер луговой)	Fabaceae	Мезофит	cop1	un	cop1
5 <i>Medicago falcata</i> L. (Люцерна серповидная)	Fabaceae	Ксеромезофит	sp	—	sp
6 <i>Plantago major</i> L. (Подорожник большой)	Plantagina ceae	Рудерал	sol	cop2	un
7 <i>Taraxacum officinale</i> Wigg. (Одуванчик лекарственный)	Asteraceae	Рудерал	sp	cop1	sp
8 <i>Achillea millefolium</i> L. (Тысячелистник обыкновенный)	Asteraceae	Мезофит	cop1	sp	cop1
9 <i>Alopecurus pratensis</i> L. (Лисохвост луговой)	Poaceae	Гигромезофит	sp	—	cop2
10 <i>Poa annua</i> L. (Мятлик однолетний)	Poaceae	Рудерал	—	cop1	—

Как видно из таблицы 1, на наименее нарушенном Участке 1 отмечено наибольшее разнообразие типичных луговых мезофитов (злаки, бобовые). На Участке 2 (придорожном) наблюдается обеднение состава и доминирование рудеральных видов (*Plantago major*,

Roa appia), устойчивых к вытаптыванию и уплотнению почвы. Участок 3 отличается присутствием видов, предпочитающих повышенное увлажнение (*Alopecurus pratensis*).

В результате проведенных полевых исследований на территории микрорайона «Мельников луг» был выявлен 51 вид сосудистых растений, относящихся к 12 семействам. Наибольшим видовым богатством характеризовались семейства Asteraceae (12 видов), Poaceae (9 видов) и Fabaceae (6 видов), что типично для луговых фитоценозов средней полосы [4].

Литература

- 1 Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 2020. – 472 с.
- 2 Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 2016. – 328 с.
- 3 Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 2017. – 184 с.
- 4 Юркевич, И. Д. Луговые растения Белорусского Полесья: экология и география / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод. – Минск: Наука и техника, 2015. – 245 с.

УДК 581.93(476.2-21Гомель)

Б. Э. Мередов

Науч. рук.: **С. А. Зятыков**, ст. преподаватель

АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ МИКРОРАЙОНА «МЕЛЬНИКОВ ЛУГ» ГОРОДА ГОМЕЛЯ

В статье приведены результаты анализа видового разнообразия растений микрорайона «Мельников Луг» г. Гомеля. Были произведены расчеты индекса Шеннона (H') и индекса Симпсона (D). На основе полученных данных сделан вывод о влиянии деятельности человека (активной застройки) на флору исследуемой территории.

Изучение флоры урбанизированных территорий является важным направлением современной ботаники и экологии, поскольку оно позволяет отслеживать антропогенные изменения в растительном покрове и выявлять закономерности синантропизации. Проведение инвентаризации и анализа флоры территории микрорайона «Мельников луг» является необходимым этапом для оценки её экологического

состояния и разработки мер по устойчивому управлению. Целью данной работы явился анализ видового разнообразия растений микрорайона «Мельников Луг».

Сбор материала проводили в летний период 2025 г. на территории микрорайона «Мельников луг» г. Гомеля. Затем собранный материал подвергался обработке, которая включала: систематизацию и определение растений, математическую и статистическую обработку данных с расчетом индексов.

1 Систематизация и определение растений. Собранный гербарный материал был высушен и этикетирован. Определение видов проводилось с использованием стандартных определителей растений Беларуси [1]. На основе списков видов для каждого ключевого участка был составлен общий флористический список территории.

2 Математическая обработка данных и расчет индексов.

Видовая насыщенность определялась как среднее число видов на одной пробной площадке (1 м^2) для каждого ключевого участка.

Для количественной оценки разнообразия рассчитывался индекс Шеннона (H') и индекс Симпсона (D) [2, 3]. Коэффициент парной корреляции использовался для выявления связи между проективным покрытием доминирующих видов и степенью антропогенной нагрузки (оцениваемой визуально по удаленности от дорог и тропинок).

3 Статистическая обработка. Все расчеты проводились с использованием программного обеспечения Microsoft Excel. Для визуализации результатов (построения диаграмм, графиков) также использовались средства этого пакета.

Для количественной оценки различий между участками были рассчитаны индексы видового разнообразия. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели видового разнообразия на ключевых участках

Показатель	Участок 1	Участок 2	Участок 3
Общее число видов (S)	38	19	29
Видовая насыщенность (ср. видов/ м^2)	14.2	7.1	11.5
Индекс Шеннона (H')	2.85	1.72	2.41
Индекс Симпсона (D)	0.91	0.64	0.83

Наименее нарушенный участок 1 характеризуется высоким уровнем биоразнообразия (индекс Шеннона $H' = 2.85$, индекс Симпсона $D = 0.91$), тогда как на испытывающем сильную рекреационную и транспортную нагрузку участке 2 зафиксировано резкое снижение

всех показателей ($H' = 1.72$, $D = 0.64$). Участок 3, находящийся в понижении рельефа, занимает промежуточное положение, демонстрируя влияние эдафического фактора (увлажнения) на видовой состав.

Полученные нами результаты хорошо согласуются с исследованиями Юркевича И. Д. [4], который отмечает обеднение флоры пойменных лугов Белорусского Полесья вблизи населенных пунктов и транспортных магистралей. Выявленная нами видовая насыщенность на наименее нарушенном участке 1 (14.2 вид/м²) соответствует характеристикам богатых суходольных лугов региона. Однако, значения индекса Шеннона на нарушенном участке 2 (1.72) ниже, чем в аналогичных условиях по данным некоторых авторов [5], это может свидетельствовать о влиянии человека на экосистему территории «Мельникова Луга» в связи с его активной застройкой.

Литература

- 1 Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 2020. – 472 с.
- 2 Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 2016. – 328 с.
- 3 Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 2017. – 184 с.
- 4 Юркевич, И. Д. Луговые растения Белорусского Полесья: экология и география / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод. – Минск: Наука и техника, 2015. – 245 с.
- 5 Блюм, О. Б. Антропогенная трансформация растительного покрова: на примере Беларуси / О. Б. Блюм. – Мн.: Тонпик, 2021. – 278 с.

УДК 581.557.24:582.099:582.6/.9(476.2-37Гомель)

*Г. Г. Мырадова
Науч. рук.: А. А. Новикова, ассистент*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКОРИЗНЫХ АССОЦИАЦИЙ У ТРАВЯНИСТЫХ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА

Проведен сравнительный анализ литературных данных по развитию арbusкулярной микоризы у шести видов травянистых двудольных растений из разных семейств. Выявлены значимые межвидовые

*различия в интенсивности колонизации корней: максимальные показатели (70–85 %) характерны для ксерофитного олиготрофа *Hieracium pilosella*, а минимальные (25–35 %) – для рудерального вида *Cirsium arvense*. Показано, что потенциальная способность к мицелиообразованию коррелирует с экологической стратегией вида. Полученные результаты важны для понимания экологии растений и прогнозирования состояния фитоценозов.*

Арбускулярная микориза представляет собой одну из наиболее распространенных форм мутуалистического симбиоза, играющую важную роль в функционировании наземных экосистем [1]. Для давляющего большинства травянистых двудольных растений этот тип симбиоза является эволюционно сложившимся механизмом адаптации к разнообразным условиям среды [2].

Интенсивность развития микоризных ассоциаций демонстрирует высокую пластичность в зависимости от комплекса экологических факторов [3]. Сравнительный анализ данных по различным экотопам позволяет выявить универсальные закономерности функционирования симбиотических систем.

Целью работы является сравнительная оценка развития арбускулярной микоризы у травянистых двудольных растений на основе анализа литературных данных.

Для проведения сравнительного анализа использованы данные научных публикаций, содержащие результаты исследований микоризных ассоциаций у травянистых двудольных растений. Методологической основой послужил сравнительно-аналитический подход с применением методов систематизации и обобщения научной информации.

Для проведения сравнительного анализа использованы данные научных публикаций, содержащие результаты исследований микоризных ассоциаций у шести видов травянистых двудольных растений, относящихся к разным семействам и экологическим группам: *Achillea millefolium* L., *Trifolium repens* L., *Plantago major* L., *Ranunculus acris* L., *Hieracium pilosella* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop. Анализ проводился по следующим параметрам: принадлежность к экологической группе, тип микоризной ассоциации и интенсивность колонизации корней.

Анализ литературных данных [4, 5] показывает, что все шесть рассматриваемых видов травянистых двудольных растений формируют арбускулярный тип микоризы (AM). Это подтверждает положение об универсальности AM для травянистых растений независимо от их систематической принадлежности [1]. Во всех случаях в корневых системах идентифицируются характерные структуры AM: интрарадикальный мицелий, арбускулы и везикулы.

Сравнительный анализ количественных данных выявил значимые различия в потенциальной способности к микоризной колонизации у рассматриваемых видов (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика развития микоризы у различных видов травянистых двудольных растений

Вид растения	Семейство	Экологическая группа	Тип микоризы	Интенсивность колонизации (%)
<i>Hieracium pilosella</i>	Asteraceae	Ксерофитный олиготроф	AM	70–85 %
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	Луговой мезофит	AM	50–60 %
<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	Вид с широкой амплитудой	AM	45–55 %
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	Рудерально-луговой вид	AM	40–50 %
<i>Ranunculus acris</i>	Ranunculaceae	Луговой мезофит	AM	40–48 %
<i>Cirsium arvense</i>	Asteraceae	Агрессивный рудерал	AM	25–35 %

Наибольшую интенсивность микоризной колонизации демонстрирует *Hieracium pilosella* – вид, адаптированный к произрастанию на бедных песчаных почвах. Высокие показатели колонизации (70–85 %) отражают его выраженную зависимость от микоризного симбионта как механизма выживания в стрессовых условиях [6].

Trifolium repens показывает стабильно высокие показатели микоризации (50–60 %), что может быть связано с синергией двух симбиозов – микоризного и клубенькового, где арбускулярная микориза обеспечивает повышенное поступление фосфора, необходимого для энергоемкого процесса азотфиксации [7].

Cirsium arvense, являясь типичным рудеральным видом, демонстрирует наименьшую интенсивность колонизации (25–35 %). Это соответствует стратегии рудералов, ориентированных на быстрое освоение нарушенных местообитаний с возможным избытком легко доступных питательных веществ, где поддержание микоризы энергетически невыгодно [8].

Особый интерес представляет *Achillea millefolium* – вид с широкой экологической амплитудой. Согласно литературным данным [9], этот вид демонстрирует высокую пластичность микоризного ответа, варьируя интенсивность колонизации в широких пределах (30–75 %)

в зависимости от условий произрастания. Это указывает на наличие у вида эффективных механизмов регуляции симбиоза в соответствии с экологической обстановкой.

Проведенный сравнительный анализ литературных данных показал, что все рассмотренные виды травянистых двудольных растений, несмотря на различия в систематическом положении и экологической стратегии, формируют арбускулярный тип микоризы. Выявлены значимые межвидовые различия в потенциальной способности к микоризной колонизации, которые коррелируют с экологической стратегией вида: максимальные показатели характерны для олиготрофных видов, минимальные – для рудералов. Виды с широкой экологической амплитудой демонстрируют высокую пластичность микоризного ответа, в то время как стенотопные виды характеризуются более консервативной стратегией формирования микоризных ассоциаций.

Полученные результаты важны для понимания экологии отдельных видов и могут быть использованы при прогнозировании состояния растительных сообществ в изменяющихся условиях среды.

Литература

- 1 Смит, С. Е. Микоризы в экосистемах / С. Е. Смит, Д. Дж. Рид ; пер. с англ. – Москва : Мир, 2012. – 456 с.
- 2 Брундретт, М. Микоризные ассоциации: справочник по методам исследования / М. Брундретт ; пер. с англ. – Бока-Ратон : CRC Press, 2008. – 350 с.
- 3 Веселкин, Д. В. Соотношение микоризных и немикоризных видов растений в первичных техногенных сукцессиях / Д. В. Веселкин, Н. В. Лукина, Т. С. Чибрик // Экология. – 2015. – № 5. – С. 417–424.
- 4 Селиванов, И. А. Микосимбиотизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И. А. Селиванов. – Москва : Наука, 1981. – 232 с.
- 5 Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. – Москва : Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
- 6 Genre, A. Arbuscular mycorrhizal symbiosis: from infection to nuclear changes / A. Genre, P. Bonfante // New Phytologist. – 2021. – Vol. 229, № 3. – P. 1215–1222.
- 7 Белимов, А. А. Взаимодействие растений с микоризными грибами в условиях стресса / А. А. Белимов // Физиология растений. – 2019. – Т. 66, № 4. – С. 245–256.
- 8 Smith, S. E. Mycorrhizal symbiosis / S. E. Smith, D. J. Read. – 3rd ed. – London : Academic Press, 2008. – 787 p.

9 Кицман, В. А. Микоризообразование, содержание азота и углерода в корнях травянистых растений золоотвалов Урала : дис. ... магистр биол. наук : 03.02.08 / В. А. Кицман ; Уральский федеральный университет. – Екатеринбург, 2020. – 119 с.

УДК 581.14:582.9

И. П. Мышковская
Науч. рук.: **Н. М. Дайнеко**, канд. биол наук, доцент

РОСТ И РАЗВИТИЕ ХРИЗАНТЕМ В УСЛОВИЯХ ПОСЕВА

*В работе представлены результаты исследований ростовых и фенологических показателей двух видов хризантем: Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) и сорта Зебла белая (*Zembla Brasil*) в вегетационный период 2024 года. Установлено, что оба вида характеризовались стабильным месячным приростом побега в 10 см. На всех этапах развития Хризантема садовая превосходила сорт Зебла белая по высоте побега на 10 см и по длине листовой пластиинки на 1–2 см. Результаты работы могут быть использованы для планирования сроков цветения в декоративном садоводстве и ландшафтном дизайне.*

Согласно садовой классификации хризантемы распределены на несколько групп. Они разнятся по форме куста и высоте, а также по времени цветения, по окраске, маxровости, виду и размеру соцветий. Отдельные экземпляры садовых хризантем достигают высоты 1,5 м, в то время как остальные в массе своей не превышают 35–40 см. Но агротехнические особенности во всех очень похожи, точнее, почти тождественные [1].

В зависимости от высоты куста и назначения хризантемы подразделяются на срезочные (высокорослые сорта с длиной стебля выше 80 см), срезочно-бордюрные (среднерослые 50–80 см), вазонно-бордюрные (низкорослые, менее 50 см), используемые для озеленения улиц, балконов, горшечной культуры. Разделение сортов по высоте куста в некоторой степени условно, т. к. высоту можно регулировать варьированием сроков черенкования, использованием регуляторов роста. Хризантемы, растения-растения короткого дня. Сокращение светлого периода суток стимулирует закладку и формирование соцветий.

Именно поэтому цветение хризантем и приходиться на осенний период. Многолетние растения с утолщённым, более или менее разветвлённым корневищем, дающим столонообразные подземные побеги.

Стебли прямостоячие, 25–120 см высотой, иногда сильно разветвлённые, с тонкими ветвями, обильно облиствённые [2].

Объект исследования: Хризантема садовая и Хризантема Зебла белая (*Zembla Brasil*) и (*Chrysanthemum morifolium*).

В вегетационный период были проведены измерения высоты побега.

Ниже приведены результаты высоты побегов на протяжении вегетационного сезона. Исследования биометрических показателей побегов Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) и Зеблы белой (*Zembla Brasil*) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Изменение высоты побегов, см., 2024 г.

Из рисунка 1 видно, что в июне месяца высота побега Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) составила 50 см, а у Земблы белой (*Zembla Brasil*) 40 см.

За июль месяц высота побега Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) увеличилась на 10 см и составила 60 см, а у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) – 50 см.

За август месяц высота побега Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) составила 70 см, а у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) – 60 см.

За сентябрь высота побега Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) составила 80 см, а у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) – 70 см.

По сравнению с июнем месяца в сентябре высота побега Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) увеличилась на 30 см. Прирост составил 30 см. В целом за сезон разница побегов составила 10 см.

За период исследования было выявлено, что высота побега Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) за четыре месяца составила 80 см. Высота побега Зеблы белой (*Zembla Brasil*) за этот же период составила 70 см.

Сравнение биометрических показателей высоты побегов Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) и Зеблы белой (*Zembla Brasil*) (рисунок 1) было выявлено, что за период исследования с июня по сентябрь месяц высота побегов менялась следующим образом: у изучаемых видов хризантем их прирост составлял по 10 см в месяц.

Измерения длины листовой пластиинки Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) и Зеблы белой (*Zembla Brasil*) за весенне-осенний период 2024 года (рисунок 2).

Ниже представлен рисунок динамика роста листовой пластиинки изучаемых видов растений.

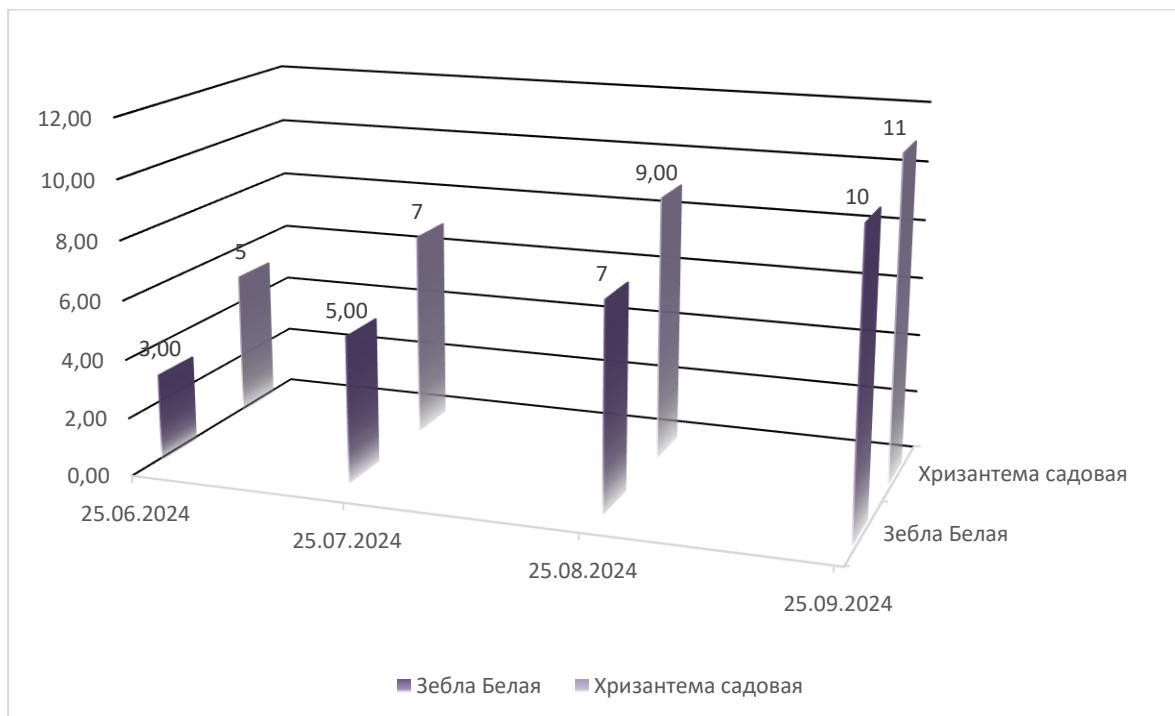


Рисунок 2 – Динамика длины листовой пластиинки

Из рисунка 2 видно, что за июнь месяц, длина листовой пластиинки у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) составила 3 см, в то же время размер листовой пластины у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) составил 5 см.

За июль месяц длина листовой пластиинки Зеблы белой (*Zembla Brasil*) составило 5 см, а у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) 7 см.

За август месяц длина листовой пластиинки Зеблы белой (*Zembla Brasil*) составила 7 см, а у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) 9 см.

За сентябрь месяц длина листовой пластиинки Зеблы белой (*Zembla Brasil*) 10 см, а у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) 11 см.

Таким образом, сравнение длины роста листовой пластиинки изучаемых видов растений показал, что за весенне-осенний период 2024 года длина листовой пластиинки Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) – 11 см. Что на один сантиметр длиннее чем у Зеблы белой (*Zembla Brasil*).

Цикл сезонного развития растений состоит из закономерно сменяющих друг друга морфологически различных этапов. Каждый из этих этапов называется сезонной фазой развития.

Отмечались фенофазы развития (вегетация, бутонизация, цветение) двух видов хризантем: Хризантема садовая (*Chrysanthemum morifolium*) и Зебла белая (*Zembla Brasil*).

Больше всего внимания было удалено ритмам цветения и срокам цветения. Зная сроки цветения, можно использовать при создании цветочно-декоративных клумб и составить прекрасный ландшафтный дизайн (таблица 1).

Таблица 1 – Фенофазы развития двух видов хризантем

Вид растения	Год	Продолжительность Вегетационного периода, дн.	Фенофазы развития				
			Вегетация	Бутонизация	Цветение	Образование семян	Образование плодов
1	2	3	4	5	6	7	8
Хризантемы садовой (<i>Chrysanthemum morifolium</i>)	2024	120	19.04–07.07	30.06–14.07	15.07–20.08	23.08–20.09	22.09–22.10

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Зебла Белая (<i>Zembla Brasil</i>)	2024	100	20.05– 17.08	27.09– 07.10	08.10– 10.11	12.11– 25.11	28.11– 12.12

Анализируя вегетационный период и фенофазы было выявлено, что у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) вегетационный период длиннее и составляет 120 дней, что в свою очередь на 20 дней больше чем у Зеблы белой (*Zembla Brasil*). Длительная бутонизация была у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) – 15 дней, а у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) – 11 дней. Наиболее продолжительное цветение наблюдалось у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) – 37 дней, а у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) – 34 дня. Длительное образование семян было у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) – 28 дней, а у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) – 14 дней. Наиболее длительное образование плодов наблюдалось у Хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium*) – 31 день, а у Зеблы белой (*Zembla Brasil*) – 16 дней.

Литература

1 Кузнецова, Н. Хризантемы в вашем саду / Н. Кузнецова. – М.: Рейнфор, 2007. – 232 с.

2 Казакова, Н. Хризантемы : [электронная книга] / Н. Казакова. – [б.м.]: Социум, 2011. – URL: <https://www.livelib.ru/book/112912/readpart-hrizantemy-n-kazakova> (дата обращения: 07.04.2025).

3 Дьяченко, Н. Г. Хризантемы корейские: [практическое пособие по выбору сортов, выращиванию, размножению, защите от болезней и вредителей] / Н. Г. Дьяченко. – М.: Изд. Дом МСП, 2010. – 32 с.

УДК 581.9(476.2):745.9

C. C. Напрейчикова
Науч. рук.: **Ю. М. Бачура**, канд. биол. наук, доцент

О ВЛИЯНИИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АЗОТА НА ЦИАНОБАКТЕРИИ РОДА *NOSTOC* В КУЛЬТУРЕ

*Статья посвящена исследованию влияния дефицита азота на рост и развитие микроводорослей рода *Nostoc*. В ходе лабораторного*

эксперимента культивирование проводили на среде Болда с различным содержанием азота. Установлено, что увеличение концентрации азота способствует уменьшению размеров клеток и снижению их пигментации.

Цианобактерии рода *Nostoc* представляют собой уникальную группу микроорганизмов, сочетающих способность к азотфиксации. Эти организмы играют роль в биосфере, участвуя в круговороте азота и формирования почвенного плодородия, в экосистемах с дефицитом доступных соединений азота.

Целью работы явилось изучение влияния разных концентраций азота на морфометрические показатели цианобактерий рода *Nostoc* в лабораторных условиях.

В качестве объекта исследования выступали цианобактерии рода *Nostoc*.

Культивирование цианобактерий проводили на основной среде Болда (Bold Basal Medium – BBM). Снятие морфометрических показателей проводили еженедельно (со 2 по 7 неделю; на 1 неделе исследований в культурах было недостаточное количество клеток/нитей) на среде Болда с различным содержанием азота: 3/4N, 1/2N, 1/4N, в среде без азота BBM(-N). Измеряли длину и ширину 50 клеток, осуществляли фотографирование объектов с использованием микроскопа Nikon Eclipse 80i при увеличении x400, x1000. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Excel.

На второй неделе исследования согласно полученным данным, длина клеток варьировала от 3,72 мкм до 4,71 мкм. Максимальный результат зафиксирован в варианте BBM (1/4 N). Ширина клеток *Nostoc* находилась в пределах от 2,79 мкм до 3,88 мкм. Максимальная средняя ширина клеток цианобактерии также зафиксирована в варианте со средой Болда BBM (3/4 N) и составила 5,28 мкм. Большинство клеток не имело достаточно яркой пигментации.

На третьей неделе исследования длина клеток варьировала от 4,25 мкм до 5,19 мкм и максимальный прирост составил – 7,22 мкм в варианте опыта BBM (1/2 N) с основной средой Болда. Ширина клеток *Nostoc* находилась в пределах от 3,32 мкм до 3,83 мкм. Максимальная средняя ширина клеток цианобактерии также отмечена в варианте BBM(1/2 N), составила 5,04 мкм.

На четвертой неделе исследования клетки цианобактерий в вариантах опыта с BBM, BBM (3/4 N), BBM (1/2 N), BBM (1/4 N) и в BBM (-N) бочонковидной формы, окраска темно-зеленая, длина

клеток менялась от 4,23 мкм до 4,64 мкм. Также максимальная средняя длина клеток цианей составила 7,48 мкм. Ширина клеток цианей колебалась от 3,48 мкм до 3,8 мкм. Максимальная средняя ширина клеток цианобактерии также зафиксирована в варианте ВВМ(1/2N) со средой Болда, составляет 5,07 мкм.

На пятой неделе исследования клетки цианобактерий в вариантах опыта с ВВМ, ВВМ (3/4 N), ВВМ (1/2 N), ВВМ (1/4 N) и в ВВМ (-N) были хорошо пигментированы, цвет оливково-зеленый, также клетки округлой формы. Стоит отметить, что длина клеток видоизменялась, начиная с 4,26 мкм до 4,96 мкм. Максимальная средняя длина клеток отмечена в варианте опыта ВВМ (1/4 N) с основной средой Болда, и составила 7,28 мкм. Ширина клеток цианобактерий разнилась от 3,7 мкм до 4,03 мкм. Максимальная средняя ширина клеток отмечена в варианте ВВМ(1/4 N) в среде Болда, составляет 6,69 мкм.

На шестой неделе исследования клетки цианобактерий рода *Nostoc* в вариантах опыта были окрашены в темно-зеленый цвет, реже полупрозрачные, также замечена желтовато-зеленая окраска. Форма овальная, чаще бочонковидная. Длина клеток менялась от 4,5 мкм до 5,2 мкм. Максимальная средняя длина клеток выявлена в варианте опыта ВВМ (1/2 N), в итоге составила 7,21 мкм. Максимальная средняя ширина клеток отмечена в варианте ВВМ(-N), составила 6,41 мкм.

На седьмой неделе исследования клетки цианобактерий рода *Nostoc* в вариантах опыта с ВВМ, ВВМ (3/4 N), ВВМ (1/2 N), ВВМ (1/4 N) и в ВВМ (-N) более крупные, по сравнению с клетками предыдущих недель. Пигментация яркая, цвет оливково-зеленый. Форма клеток цианобактерий – овальная. Заметно изменение длины клеток от 4,67 мкм до 6,15 мкм. Максимальная средняя длина клеток зафиксирована в варианте опыта ВВМ (1/4 N) в основной среде Болда, в конечном итоге составила 9,6 мкм. Ширина клеток цианобактерий колеблась от 3,7 мкм до 3,98 мкм. Максимальная средняя ширина клеток установлена в варианте ВВМ (1/2 N) в среде Болда составляет 5,78 мкм.

Исходя из полученных данных, можно увидеть, что за период исследований наблюдалось увеличение длины в вариантах ВВМ (3/4 N) – 6,15 мкм, ВВМ (1/2 N) – 6,04 мкм на последней неделе исследования. Минимальные показатели зафиксированы на второй неделе в варианте ВВМ (3/4 N) и составили всего лишь 3,7 мкм. Таким образом, оптимальные условия для роста клеток в основной среде Болда ВВМ (3/4 N).

За период исследований наблюдалось также увеличение и уменьшение ширины клеток. Максимальный показатель достиг 4,45 мкм на 7 неделе в варианте ВВМ (1/2 N) и на 6 неделе в варианте

BBM(-N) – 4,42. Минимальный составил 2,79 мкм на 2 неделе в варианте BBM (1/2 N). Это позволяет сделать вывод, что оптимальные условия на среде Болда (1/2 N), BBM(-N).

Таким образом, можно сделать вывод, что при дефиците азота активно запускается процесс азотфиксации. Вариабельность размеров и их распределение в трихомах коррелируют с адаптацией к изменяющимся условиям азотного обмена, что подтверждает роль цианобактерий рода *Nostoc* как ключевого азотфиксатора в почве.

Литература

- 1 Алексахина, Т. И. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов / Т. И. Алексахина, Э. А. Штина. – М. : Наука, 1984. – 149 с.
- 2 Штина, Э. А., Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 143 с
- 3 Голлербах, М. М., Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Л.: Наука, 1969. – 228 с.
- 4 Осипова, Е. А., Шарова, Е. Ю., Боровиков, И. М. Особенности метabolизма азота у симбиотических штаммов *Nostoc punctiforme* в ассоциации с *Marchantia polymorpha* // Экологическая генетика. – 2022. – Т. 20, № 1. – С. 15-27.
- 5 Сидорова, А. С., Дегтярева, М. В., Туманов, И. А. Регуляция образования гетероцист и нитрогеназной активности у *Nostoc sp. PCC 7120* в условиях колебания доступности азота // Микробиология. – 2023. – Т. 92, № 3. – С. 291–303.
- 6 Zhou R., Wu Z., Wang X., Rosenqvist E., Wang Y., Zhao T., Ottosen C. O. The combined effect of nitrogen and phosphorus on lipid productivity in *Nostoc muscorum* // Bioresource Technology. – 2022. – Vol. 344, Pt B. – P. 126257.

УДК 577.355:582.29

П. О. Невейков

Науч. рук.: ***О. М. Храмченкова***, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА В ТАЛЛОМАХ *EVERNIA PRUNASTRI*

*В ходе исследования установлено, что содержание фотосинтетических пигментов в талломах *Evernia prunastri* тесно связано*

*с влажностью и температурой. Содержание хлорофилла а и каротиноидов статистически значимо выше в воздушно-сухих талломах ($p < 0,05$), тогда как увлажнение приводит к их снижению. Температура оказывает модулирующее влияние, особенно на содержание хлорофилла b ($p < 0,05$), а также на соотношения пигментов. Выявлено статистически значимое взаимодействие влажности и температуры для хлорофилла b ($p = 0,0001756$). Полученные данные демонстрируют адаптацию *Evernia prunastri* к дегидратации и подчеркивают важность учета взаимодействия абиотических факторов для понимания адаптационных стратегий лишайников.*

Лишайники, как симбиотические ассоциации грибов и фотобионтов, являются важными компонентами наземных экосистем и индикаторами состояния окружающей среды. Их жизнедеятельность, в частности процесс фотосинтеза, напрямую зависит от абиотических факторов, среди которых ключевую роль играют влажность и температура [1, 2]. Фотосинтетические пигменты – хлорофиллы и каротиноиды – не только обеспечивают преобразование световой энергии, но и участвуют в защите фотосинтетического аппарата от стрессовых воздействий [3, 4]. Несмотря на значительное количество работ, посвященных физиологии лишайников, комплексное влияние влажности и температуры на пул фотосинтетических пигментов изучено недостаточно.

Целью настоящего исследования явилась оценка зависимости содержания пигментов фотосинтеза в талломах лишайника *Evernia prunastri* от влажности таллома и температуры окружающей среды.

Объектом исследования служил эпифитный лишайник *Evernia prunastri* (L.) Ach., собранный в пригородных лесах г. Гомеля. Слоевища отделяли от субстрата и высушивали до постоянной массы при комнатной температуре.

Для экспериментов использовали воздушно-сухие и увлажненные (в течение 24 часов) талломы. Опыты проводили в двух сериях. В первой серии навески воздушно-сухих талломов выдерживали в чашках Петри по 5–7 часов при трех температурных режимах: комнатная температура (26°C), $+12^{\circ}\text{C}$ (холодильник) и $+45^{\circ}\text{C}$ (сушильный шкаф). Во второй серии увлажненные талломы выдерживали в тех же условиях на слое влажной фильтровальной бумаги.

Пигменты экстрагировали 85 %-ным ацетоном. Оптическую плотность экстрактов измеряли на спектрофотометре Solar PB2201 при длинах волн 440,5; 644 и 662 нм. Концентрацию хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов рассчитывали по формулам [5]:

$$C_{\text{хла}} = 10,3 \cdot D_{663} - 0,918 \cdot D_{644},$$

$$C_{\text{хлв}} = 19,7 \cdot D_{644} - 3,87 \cdot D_{663},$$

$$C_{\text{хла+хлв}} = 6,4 \cdot D_{663} + 18,8 \cdot D_{644},$$

$$C_{\text{кар}} = 4,75 \cdot D_{452,5} - 0,226 \cdot C_{\text{хла+хлв}},$$

где C – концентрация хлорофиллов a, b и каротиноидов в мг/л;

D – оптическая плотность в центрах поглощения пигментов 452,5; 644 и 663 нм.

Статистическую обработку данных проводили с использованием двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и пост-хок теста Тьюки.

Исследование показало, что влажность является доминирующим фактором, определяющим содержание хлорофилла a и каротиноидов в талломах *E. prunastri*. Как в воздушно-сухих, так и в увлажненных образцах была выявлена четкая зависимость концентрации этих пигментов от влажностного режима – таблица 1.

Таблица 1 – Содержание пигментов фотосинтеза (мг/г) в талломах *E. prunastri* в зависимости от влажности и температуры

Условия	Хлорофилл a	Хлорофилл b	Каротиноиды
Воздушно-сухие			
12 °C	0.31±0.09	0.56±0.18	0.22±0.04
26 °C	0.34±0.11	0.11±0.03	0.18±0.04
45 °C	0.43±0.05	0.14±0.01	0.24±0.02
Увлажненные			
12 °C	0.042±0.01	0.019±0.008	0.016±0.006
26 °C	0.034±0.004	0.015±0.006	0.018±0.002
45 °C	0.034±0.023	0.009±0.004	0.020±0.008

Двухфакторный дисперсионный анализ подтвердил статистически значимое влияние влажности на содержание хлорофилла a ($p = 8,152\text{E-}13$) и каротиноидов ($p = 2,842\text{E-}11$). Влияние температуры и взаимодействия факторов для этих пигментов оказалось незначимым ($p > 0,05$).

Полученные результаты можно объяснить физическими и физиологическими процессами в талломе. При высыхании лишайник теряет воду, что приводит к уменьшению его массы и объема, а количество

пигментов при кратковременной дегидратации остается прежним. В результате наблюдалось их относительное концентрирование в расчете на грамм сырой массы. И наоборот, при насыщении таллома водой его масса значительно увеличивается, и то же самое количество пигментов «разбавляется» в большем объеме биомассы, что и регистрируется как снижение их концентрации. Это явление описано в ряде исследований физиологии лишайников [2, 4].

Напротив, содержание хлорофилла *b* находилось под комплексным влиянием как влажности ($p = 2,606\text{E-}06$), так и температуры ($p = 0,0001247$). Наиболее существенным результатом явилось выявление статистически значимого взаимодействия этих двух факторов ($p = 0,0001756$). Это указывает на то, что влияние влажности на хлорофилл *b* зависит от температурного режима, и наоборот. В воздушно-сухих образцах при 12 °C наблюдалась аномально высокая концентрация хлорофилла *b* ($0,56 \pm 0,18$ мг/г), которая статистически значимо отличалась от его содержания при 26 °C и 45 °C. Высокая вариабельность показателя может свидетельствовать о нестабильности этого пигмента в условиях низких температур и дегидратации.

Температура оказала значимое влияние на соотношения пигментов. Соотношение хлорофилл *a/b* значимо различалось между образцами, выдержанными при 12 °C и 45 °C ($p = 0,005683$). Низкое значение этого соотношения при 12 °C в воздушно-сухих образцах ($0,55 \pm 0,005$) указывает на преобладание хлорофилла *b*, что может быть связано с адаптацией фотосинтетического аппарата к холодовому стрессу.

Соотношение суммы хлорофиллов к каротиноидам также зависело от температуры, показывая значимые различия между 12 °C и 26 °C ($p = 0,04423$), а также между 12 °C и 45 °C ($p = 0,02807$). Более высокое значение этого соотношения при 12 °C ($3,95 \pm 1,36$ в воздушно-сухих образцах) свидетельствует об относительном увеличении доли хлорофиллов, что, возможно, направлено на компенсацию снижения фотосинтетической активности при низких температурах.

Повышенное содержание пигментов в воздушно-сухих талломах отражает не активный синтез, а состояние покоя, при котором торможение метаболизма и потеря воды приводят к их пассивному концентрированию. Таким образом, это состояние консервирует, но не активирует фотосинтетический аппарат.

Содержание хлорофилла *b* находится под комплексным контролем влажности, температуры и их взаимодействия, что указывает на его особую роль в адаптации к сочетанному действию абиотических стрессоров.

Температура оказывает модулирующее влияние на соотношения фотосинтетических пигментов. Выявленные сдвиги в соотношениях пигментов под влиянием температуры являются адаптивным ответом:

Снижение соотношения хлорофилл *a/b* при +12 °C может говорить о попытке увеличить эффективность улавливания света (так как хлорофилл *b* поглощает свет в синей области спектра) в неоптимальных для фотосинтеза холодных условиях.

Оптимальные для физиологической активности условия, судя по сбалансированным соотношениям пигментов, наблюдались при комнатной температуре (+26 °C). Именно в этих условиях, вероятно, достигается баланс между эффективностью фотосинтеза и защитными функциями.

Высокая температура (+45 °C), наряду с обезвоживанием, вызвала увеличение доли каротиноидов относительно суммы хлорофиллов (снижение соотношения хл/кар).

Полученные данные имеют практическое значение для лихеноиндикации: они подчеркивают, что для корректной оценки состояния лишайников-биоиндикаторов необходимо учитывать не только видовую принадлежность, но и влажностно-температурный режим в момент отбора проб, так как он напрямую влияет на измеряемые физиологические параметры.

Литература

1 Nash III T.H. Lichen biology / T.H. Nash III [et al.]. – Cambridge University Press, 1996, 2008. – 486 p.

2 Kranner I. Protocols in Lichenology Culturing, Biochemistry, Ecophysiology and Use in Biomonitoring / I. Kranner [et al.]. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. – 580 p.

3 Войцехович А.А. Фотобионты лишайников: разнообразие, экология и взаимоотношения с микобионтом. – Saarbrucken: LAP LAMBART Academic Publishing, 2013. – 102 с.

4 Тарасова, В. Н. Лишайники: физиология, экология, лихеноиндикация: учебное пособие / В. Н. Тарасова, А. В. Сонина, В. И. Андросова. – Петрозаводск: Изд – во ПетрГУ, 2012. – 368 с.

5 Кахнович, Л. В. Фотосинтез: Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов / Л. В. Кахнович. – Минск: БГУ, 2003. – 88 с.

A. A. Новикова

Науч. рук.: Ю. М. Бачура, канд. биол. наук, доцент

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ АЛЬГОЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В МИКРОЗОНАХ ПОСЕВОВ ЯЧМЕНЯ

*Исследование альгоцианобактериальных сообществ в микрозонах посевов ячменя выявило 41 род почвенных водорослей и цианобактерий. Анализ пространственного распределения показал выраженную дифференциацию: абсолютное доминирование цианобактерий в ризосфере (47,1 %) и *Heterokontophyta* на контролльном участке (47,8 %), тогда как корневая зона и междурядья характеризовались максимальным видовым богатством. Установленные закономерности создают основу для разработки методов биоиндикации состояния почв и оптимизации агротехнологий.*

Почвенные альгоцианобактериальные сообщества – ключевой компонент агроэкосистем, участвующий в почвообразовании и поддержании биоразнообразия. Их пространственное распределение отличается высокой гетерогенностью, обусловленной комплексом абиотических и биотических факторов [1]. Изучение этих сообществ в агроценозах, где антропогенная нагрузка сочетается с естественной почвенной дифференциацией, особенно актуально для разработки методов биоиндикации и оптимизации агротехнологий [2].

Целью исследования было изучение таксономического состава и пространственного распределения почвенных водорослей и цианобактерий в различных микрозонах посевов ячменя.

Отбор проб проводили в окрестностях агрогородка Лопатино (Гомельский регион) на территории сельскохозяйственного предприятия ОАО «Агрокомбинат «Южный». Участок характеризуется дерново-подзолистыми легкосуглинистыми почвами, однородностью почвенного покрова. Почвенные образцы отбирали стерильным ножом по квадратам $5 \times 5 \times 5$ см в четырёх микрозонах: ризосфере, корневой зоне, междурядье и на контролльном участке вне поля, по пять штук в каждой из микрозон с трёхкратной повторностью. Видовой состав водорослей выявляли с помощью чашечных культур со «стеклами обрастания» [3].

Идентифицировали водоросли и цианеи с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i (увеличения $\times 400$, $\times 1000$), снабженного масляным иммерсионным объективом. При определении систематического положения водорослей использовали размерно-морфологические показатели клеток, трихомов, колоний [4]. Определяли систематическое положение по электронным базам данных AlgaeBase, CyanoDB и определителям [5].

В ходе исследования дерново-подзолистых почв агроценоза ячменя был выявлен 41 род почвенных водорослей и цианобактерий, относящихся к 5 отделам: Chlorophyta (31,7 %), Cyanobacteria (29,3 %), Heterokontophyta (29,3 %), Charophyta (7,3 %) и Euglenophyta (2,4 %).

В составе Chlorophyta доминировали представители классов Chlorophyceae (61,5 %) и Trebouxiophyceae (30,8 %). Отдел Cyanobacteria включал исключительно класс Cyanophyceae с преобладающим порядком Nostocales (58,3 %). В отделе Heterokontophyta превалировали классы Bacillariophyceae и Xanthophyceae (по 41,7 %). Отдел Charophyta был представлен двумя классами: Klebsormidiophyceae (75 %) и Zygnematophyceae (25 %). Отдел Euglenophyta включал только один класс, порядок и семейство, соответствующие его систематическому положению.

Анализ пространственного распределения показал значительные различия в таксономической структуре между микрозонами.

В ризосфере ячменя было выявлено минимальное видовое разнообразие – 17 таксонов. Сообщество характеризовалось преобладанием цианобактерий (47,1 %), представленных преимущественно нитчатыми формами с гетероцистами. Зеленые водоросли (Chlorophyta) составили 35,3 %, Heterokontophyta – 17,7 %. Отмечалось полное отсутствие представителей отдела Charophyta и Euglenophyta, что свидетельствует о специфических условиях данной микрозоны.

Корневая зона отличалась высоким видовым богатством – 28 таксонов, и наиболее сбалансированной структурой. Преобладающий отдел Chlorophyta составил 35,7 % от общего числа видов. Несколько уступали ему представители Heterokontophyta, доля которых достигала 28,6 %. Цианобактерии формировали четверть данного сообщества – 25 %. Отдел Charophyta был представлен наименьшим количеством видов (7,1 %). Уникальной особенностью являлось присутствие эвгленовых водорослей (3,6 % от общего количества представителей), не обнаруженных в других микрозонах.

Межурядье также характеризовалось высоким видовым богатством, насчитывая 28 идентифицированных таксонов. В структуре

сообщества отмечалось преобладание цианобактерий, которые составили 35,7 % от общего числа видов. Зеленые водоросли (*Chlorophyta*) демонстрировали значительное представительство – 32,1 %, в то время как на долю отделов *Heterokontophyta* и *Charophyta* приходилось 28,6 % и 3,6 % соответственно. Выявленная структура сообщества отражает экологические условия междуурядий, для которых характерно повышенное освещение и меньшая конкуренция, что создает благоприятную среду для развития фототрофных микроорганизмов, в особенности цианобактерий.

Альгоцианобактериальное сообщество контрольного участка демонстрировало своеобразную структуру при общем количестве в 23 выявленных таксона. В отличие от других микрозон, здесь абсолютно преобладали представители отдела *Heterokontophyta*, доля которых составила 47,8 %. Цианобактерии и зеленые водоросли имели равное представительство – по 26,1 %. Существенной особенностью сообщества являлось полное отсутствие *Charophyta* и *Euglenophyta*. Данная таксономическая организация отражает более стабильные и менее нарушенные условия среды, что благоприятствовало развитию гетероконтофитовых водорослей, известных своей устойчивостью к колебаниям экологических факторов.

Установлена выраженная пространственная дифференциация альгоцианобактериальных сообществ в агроценозе ячменя. Выявленные закономерности и индикаторные таксоны (такие как *Euglenophyta* в корневой зоне и *Heterokontophyta* на периферии) создают основу для разработки систем биоиндикации состояния почв и оптимизации агротехнологий с учетом микрозональных особенностей.

Литература

1 Hu, J. Soil Microbiome and Agroecosystem Multifunctionality / J. Hu, C. Wang, X. Li // Frontiers in Microbiology. – 2025. – Vol. 16. – P. 45–62.

2 Кондакова, Л. В. Альго-цианобактериальная флора и особенности ее развития в антропогенно нарушенных почвах (на примере почв подзоны южной тайги Европейской части России): автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.08; 03.02.01 / Кондакова Любовь Владимировна; Вятск. гос. гуманит. ун-т, лаб. биомониторинга Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2012. – 34 с.

3 Гайсина, Л. А. Современные методы выделения и культивирования водорослей : учеб. пособие / Л. А. Гайсина, А. И. Фазлутдинова, Р. Р. Кабиров. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. – 151 с.

4 Лукьянов, В. А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе / В. А. Лукьянов, А. И. Стифеев. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-хоз. акад., 2014. – 181 с.

5 Современные методы выделения, культивирования и идентификации зеленых водорослей (Chlorophyta) / А. Д. Темралеева, Е. В. Минчева, Ю. С. Букин, А. М. Андреева. – Кострома: Костромской печатный дом, 2014. – 215 с.

УДК 638.132

Д. Нургелдиев

Науч. рук.: А. В. Гулаков, канд. биол. наук, доцент

ОСОБЕННОСТИ МЕДОНОСНОЙ БАЗЫ И ПЧЕЛОВОДСТВА В ОКРЕСТНОСТЯХ АШХАБАДА

Статья посвящена изучению видового состава медоносных растений и особенностей пчеловодства в окрестностях города Ашхабада. Изучена сезонная динамика цветения медоносов и их адаптации к засушливому климату. Проведена систематизация основных медоносов по сезонам цветения, оценке их медопродуктивности и анализу экологических проблем, влияющих на пчеловодство.

В статье представлен анализ видового состава медоносных растений и особенностей пчеловодства в условиях резко континентального климата окрестностей Ашхабада. Исследование обусловлено важностью медоносной базы как фундамента пчеловодства, определяющего продуктивность пчелиных семей и качественные характеристики мёда [1].

Изучение сезонной динамики цветения медоносов и их адаптации к засушливому климату позволяет разработать научно обоснованные рекомендации для местных пчеловодов. Рациональное использование природных ресурсов и сохранение биоразнообразия медоносной флоры являются необходимыми условиями для устойчивого развития отрасли в регионе [2].

Основное внимание было уделено систематизации основных медоносов по сезонам цветения, оценке их медопродуктивности и анализу экологических проблем, влияющих на пчеловодство.

Основные результаты исследований:

1 Природно-климатические условия региона.

Ашхабад расположен у подножия хребта Копетдаг, что определяет его резко континентальный климат. Ключевыми факторами, влияющими на медоносную флору, являются:

Высокие летние температуры: достигают +40°C и выше.

Низкое количество осадков: среднегодовой уровень составляет 200–300 мм.

Холодная зима: температуры могут опускаться до –5 °C. Данные условия создают экстремальную среду, в которой выживают и продуктивно цветут лишь засухоустойчивые виды растений.

2 Видовой состав и сезонность медоносов.

Медосбор в регионе характеризуется выраженной сезонностью, где каждый период обеспечивается определенными группами растений.

2.1 Весенние медоносы (апрель-май): обеспечивают стартовый медосбор и развитие пчелиных семей после зимовки. К ним относятся:

- деревья и кустарники: абрикос, миндаль, акация белая (*Robinia pseudoacacia*), ивы, тополя. Акация белая – один из ценнейших медоносов, дающий светлый, долго не кристаллизующийся мёд;

- травянистые растения: одуванчик, осот;

2.2 Летние медоносы (июнь-август): период основного медосбора:

- **верблюжья колючка** (*Alhagi pseudalhagi*): ключевой медонос, цветущий с июня по август. Отличается исключительной засухоустойчивостью. Мёд с неё тёмный, насыщенный, обладает общекрепляющими свойствами.

- **люцерна** (*Medicago sativa*): ценный посевной медонос, цветущий с мая по июль;

- **хлопчатник**: важная сельскохозяйственная культура, обеспечивающая медосбор в июле. Хлопковый мёд известен своими детоксицирующими свойствами;

- **прочие виды:** карелиния каспийская, выюнок, чабрец (*Thymus vulgaris*), шалфей (*Salvia officinalis*).

2.3 Осенние медоносы (сентябрь): Поддерживают пчел в конце сезона. К ним относятся верблюжья колючка, а также вереск.

3 Характеристика основных видов мёда.

Разнообразие медоносов определяет широкий ассортимент мёда с уникальными свойствами:

- **акациевый мёд:** светлый, прозрачный, с нежным ароматом. Отличается медленной кристаллизацией;

- **мёд с верблюжьей колючкой**: тёмный, с насыщенным вкусом. Ценился за высокие питательные и общеукрепляющие качества;
- **хлопковый мёд**: имеет светлый цвет и нежную консистенцию. Согласно исследованиям, способствует выведению из организма солей тяжелых металлов и радионуклидов;
- **шалфейный и чабрецовский мёд**: обладают выраженными антисептическими и противовоспалительными свойствами, используются в народной медицине.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ сезонности и продуктивности ключевых медоносов

Таблица 1 – Характеристика основных медоносных растений окрестностей Ашхабада

Вид	Тип растения	Сроки цветения	Характер медосбора	Особенности мёда
Акация белая	Дерево	Май	Ранне-летний	Светлый, медленно кристаллизуется
Верблюжья колючка	Кустарник	Июнь–Август	Главный медосбор	Тёмный, насыщенный, целибный
Люцерна посевная	Трава	Май–Июль	Летний	Янтарный, с насыщенным вкусом
Хлопчатник	Культура	Июль	Летний	Светлый, с нежным вкусом
Чабрец	Трава	Лето	Поддерживающий	Тёмный, антисептический
Карелиния каспийская	Трава	Июль	Летний	Обладает иммуномодулирующими свойствами

4 Проблемы и перспективы развития пчеловодства.

На состояние медоносной базы negatively влияют антропогенные факторы: распашка земель, вырубка лесов, нерациональное использование пестицидов и изменение климата. Для сохранения и приумножения ресурсов необходимы:

1 Создание охраняемых территорий для ценных медоносов (верблюжьей колючки, акации).

2 Снижение пестицидной нагрузки в сельском хозяйстве.

3 Внедрение кочевого пчеловодства для максимального использования дикорастущих медоносов, например, в песках Каракумов.

4 Экологическое просвещение населения о роли пчел и медоносных растений.

Таким образом, полученные данные подчеркивают, что, несмотря на суровые климатические условия, окрестности Ашхабада

обладают уникальной и продуктивной медоносной базой. Ключом к успешному пчеловодству в регионе является глубокое знание сезонной динамики цветения растений и адаптация хозяйственной деятельности к экологическим ритмам. Дальнейшие исследования должны быть направлены на детальную оценку медопродуктивности местных видов и разработку мер по их охране.

Литература

- 1 Пчеловодство: Учебник / В. И. Лебедев, Н. Г. Билаш. – М.: Колос, 2007. – 512 с.
- 2 Медоносные растения и их пыльца: Справочник / В. К. Пельменев. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.
- 3 Растительные ресурсы Туркменистана / Под ред. А. О. Оvezова. – Ашхабад: Ылым, 1990. – 280 с.
- 4 Губин, А. Ф. Медоносные растения. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1952. – 256 с.

УДК 581.9(476.2):745.9

М. Я. Нурыева
Науч. рук.: **А. Г. Цуриков**, д-р биол. наук, доцент

СОЗДАНИЕ ФИТОКОМПОЗИЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТЕНИЙ МЕСТНОЙ ФЛОРЫ

Статья посвящена разработке и созданию фитокомпозиций на основе растений местной флоры, собранных в окрестностях г. Гомеля. Исследование обусловлено растущим интересом к экологичному дизайну, использованием устойчивых и доступных ресурсов, а также необходимостью развития творческих подходов в декоративной флористике.

Использование аборигенных видов в фитодизайне не только подчеркивает природную идентичность региона, но и обеспечивает высокую приживаемость и устойчивость композиций, так как эти растения адаптированы к местным климатическим и почвенным условиям [1, 2]. Освоение методов заготовки, обработки и компоновки природного материала является важным практическим навыком.

Основное внимание было уделено сбору растительного материала, освоению различных методов консервации (естественная и плоскостная сушка), а также непосредственному созданию художественных фитокомпозиций.

1 Подготовительный этап: сбор и обработка материала. Исследование проводилось в 2024 году. Растительный материал был собран в окрестностях г. Гомеля. Основными объектами сбора стали разнообразные представители местной флоры, пригодные для долговременного хранения и обладающие декоративными свойствами: формы, цветом и текстурой. Для сохранения декоративных качеств растений были применены два метода консервации:

– естественная сушка: использовалась для объемных элементов, позволяя сохранить их природную форму;

– плоскостная сушка: применялась для создания плоских элементов будущих композиций, обеспечивая ровную поверхность для последующего наклеивания.

2 Методика создания фитокомпозиций. Процесс создания работ включал несколько последовательных этапов:

1 Разработка эскиза. На этом этапе определялась основная идея и композиционное решение будущей работы, учитывалось равновесие элементов и колористическое сочетание.

2 Изготовление фона. Для каждой работы использовалась уникальная техника создания фона, который служил основой для дальнейшего размещения элементов.

3 Расположение флористических объектов на плоскости. Растения распределялись в соответствии с эскизом с соблюдением принципов композиционного равновесия и целостности.

4 Фиксация растений. Высушенные элементы закреплялись на плотной основе (картоне) с помощью клея, что отличает технику от классической аппликации используемыми материалами и конечным художественным результатом.

3 Характеристика созданных фитокомпозиций. В ходе работы были созданы и проанализированы две фитокомпозиции.

Фитокомпозиция «Лошадь». Центральным объектом композиции является стилизованное изображение лошади, выполненное в коричневых тонах с контрастными белыми пятнами. Ключевым декоративным элементом стала уздечка, окрашенная в желтый, красный и зеленый цвета и украшенная растительными узорами в виде цветов и бабочек. Фон, состоящий из зеленых холмов и фрагмента неба, создает ощущение простора и гармонии, усиливая эмоциональное воздействие работы, которое можно охарактеризовать как радостное и умиротворенное.

Фитокомпозиция «Розовый башмачок». Данная работа представляет собой абстрактную композицию, где основное внимание уделено сочетанию цветов, форм и узоров. Отсутствие четкого сюжета позволяет зрителю интерпретировать работу самостоятельно, вызывая ассоциации с природой или внутренними переживаниями. Композиция служит ярким акцентом и демонстрирует возможность использования растительного материала для создания современных декоративных объектов. Сравнительный анализ композиций представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика созданных фитокомпозиций

Параметр анализа	Фитокомпозиция «Лошадь»	Фитокомпозиция «Розовый башмачок»
Тип композиции	Сюжетная, фигуративная	Абстрактная, декоративная
Цветовая гамма	Контрастная (коричневый, белый, яркие акценты)	Сочетание розового и других цветов, зависит от замысла
Ключевой элемент	Стилизованная фигура лошади с декоративной уздечкой	Абстрактные формы и узоры
Эмоциональное воздействие	Чувство радости, свободы и умиротворения	Настроение зависит от интерпретации, служит источником вдохновения
Сложность исполнения	Высокая (детализация фигуры, проработка декора)	Умеренная (акцент на цвет и форму)

Проведенная работа подтвердила высокий потенциал использования растений местной флоры для создания художественных фитокомпозиций. Основными преимуществами такого подхода являются экологичность, доступность материала и его естественная красота. Освоенные техники сбора, сушки и компоновки позволяют создавать уникальные работы, обладающие как декоративной, так и художественной ценностью. В дальнейшем планируется расширить ассортимент используемых растений, экспериментировать с объемными композициями (фитостены, флорариумы) и более сложными цветовыми решениями. Полученные результаты могут быть применены в практике декоративно-прикладного искусства, ландшафтного дизайна и эколого-просветительской деятельности.

Литература

1 Искусство флористики: Учебное пособие / Е. В. Черных. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 208 с.

- 2 Растительные ресурсы Беларуси: флора и использование / Под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 400 с.
3 Основы фитодизайна / Т. В. Козлова. – СПб.: Питер, 2016. – 160 с.

УДК 581.93:581.526.452(476.2-37Гомель)

B. O. Орёл
Науч. рук.: И. И. Концевая, канд. биол. наук, доцент

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАВЯНИСТОЙ ФЛОРЫ СУХОДОЛЬНОГО ЛУГА В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

На основе анализа флоры исследуемых биотопов суходольного луга можно сделать вывод о достаточно высоком естественном плодородии почвы, а также о благоприятном сочетании комплекса экологических условий.

Луга считаются ценными пастбищами и кормовыми угодьями, применяемыми для сенокосов или выпаса скота, и играют ключевую роль в аграрном использовании земель наряду с полями [1].

Цель работы: систематический, эколого-биоморфологический и геоботанический анализ растительности суходольного луга в окрестностях г. Гомеля.

Программа исследования включала решение следующих задач:

- определить видовой состав флоры и растительности лугового сообщества;
- охарактеризовать экологические индикаторные значения по Элленбергу.

Методы исследования: поисковый, изучение источников информации, наблюдение, анализ, обобщение результатов.

Объект исследования – представители флоры суходольного луга.

Изучали представителей трех биотопов, расположенных в окрестностях деревни Романовичи вблизи города Гомеля. В ходе маршрутного метода были сфотографированы и собраны травянистые растения. Систематический анализ видового состава проводили с помощью определителя растений [2]. Биоморфологический анализ включал определение жизненных форм. Классификацию жизненных форм выполняли по Серебрякову и по Раункиеру [3]. Фитоценотический анализ характеризовали по эколого-фитоценотическим группам [3, 4].

Перечень травянистых растений включал 37 видов из 8 семейств.

В жизненных формах растений по И. Г. Серебрякову отмечено наибольшее число представителей стержнекорневых и монокарпических однолетних видов – 19 %. Наименее распространены наземно-ползучие виды – 2 %.

Наиболее распространенными жизненными формами или биологическими типами по Раункиеру являются гемикриптофиты, составляющие 55 %, а наименее распространенными являются терофиты, составляющие 13 %. Эти данные свидетельствуют о том, что почвы на суходольных лугах в окрестностях г. Гомеля увлажнены средне, умеренно плодородны и хорошо аэрированы.

Экологический анализ выявил, что среди растений преобладают светолюбивые виды, которые способны расти лишь при минимальной относительной освещённости в 41 %. Это обусловлено наличием достаточного количества солнечного света и тепла, необходимых для их нормального роста и развития. Теневыносливые растения составляют лишь 11 % от общего числа.

По отношению к влажности доминируют индикаторы средневлажных (свежих) почв, оптимум на средневлажных почвах, но на сырых, или часто высыхающих почвах отсутствуют. Они составляют 32 % от общего числа видов. Меньше всего индикаторов влажных почв, оптимумом для которых являются хорошо увлажненные, но не сырые почвы – 1 %.

По отношению к кислотности почвы преобладают виды, в большинстве указывающие на известь в почве – 23 %. Меньше всего индикаторов умеренно кислых почв, на сильно кислых, как и на нейтральных и слабощелочных почвах встречающиеся редко, и индикаторы щелочных почв и часто богатых кальцием, кальцефильные растения. Они составляют, соответственно, по 10 % от всех видов растений.

По отношению к обеспеченности почвы минеральным азотом доминируют (19 %) растения, встречающиеся на умеренно богатых азотом местообитаниях, но на бедных и богатых азотом местообитаниях встречающиеся редко. Меньше всего бесспорных индикаторов, обеспеченных азотом местообитаний, они составляют 10 %.

Наиболее распространенными экобиоморфами является мезоморфная группа растений – 53 %, а наименее распространенными являются гигромезоморфная группа – 1 %.

По отношению к теплу преобладают растения, растущие от подгорных равнин до холмов – 57 %. Наименьшую долю – 1 % – представляют в большинстве субсредиземноморские виды.

Преобладают эвриокеанические виды, распространенные большей частью в Средней Европе и составляющие 35 %. Меньше всего распространены субконтинентальные виды, с центром расположения в восточной части Средней Европы, ограниченные только Восточной Европой. Они составляют 12 % всех растений.

Географический анализ флоры выявил преобладание средиземноморско- boreальных видов, отличающихся широким ареалом распространения. Это обусловлено рядом факторов. Равнинный рельеф территории Беларуси способствует свободному проникновению различных растительных видов с соседних регионов. Кроме того, климатические условия страны создают благоприятную среду как для теплолюбивых, так и для холодаустойчивых растений.

Наиболее распространенной полизональной группой является средиземноморско- boreальная группа растений – 24 %, а наименее распространенными являются понтическая, субсредиземноморско- температная (умеренная) и средиземноморско-арктическая группы, составляющие, соответственно, по 8 %.

Часто встречающимися типами ареала по Meuseletal. 1965 являются евро-западноазиатские – 32 %, меньше всего растений с северо-западноевропейским типом ареала – 18 %.

Таким образом, в ходе исследования растительного сообщества засушливой территории были выделены жизненные формы растений согласно классификации И. Г. Серебрякова: стержнекорневые, длиннокорневищные, короткокорневищные, монокарпические двулетники и малолетники, монокарпические однолетники, наземно-ползучие, рыхлодерновинные и кистекорневые. Согласно биологической типологии Раункиера, определены следующие жизненные формы: гемикриптофиты, геофиты (криптофиты), паразиты, хамефиты и терофиты. Также среди растительных видов были установлены следующие типы ареала: циркумбореальный, европейский, европ- западноазиатский и евро-западноевропейский.

Исходя из представленного материала, можно сделать вывод о достаточно высоком естественном плодородии почв суходольного луга, а также о благоприятном сочетании комплекса экологических условий на исследованных биотопах.

Литература

- 1 Губанов, И. А. Луговые травянистые растения: Биология и охрана: Справочник. / И. А. Губанов – М.: Агропромиздат, 1990 – 181 с.

2 Шишкин, Б. К. Определитель растений Белоруссии / Б. К. Шишкин. – Минск.: Вышэйшая школа, 1967. – 872 с.

3 Булохов, А. Д. Фитоиндикация и ее практическое применение / А. Д. Булохов. – Брянск: Издательство БГУ, 2004. – 245 с.

4 Работнов, Т. А. О применении экологических шкал для индикации эдафических условий произрастания растений // Журн. общ. Биологии / Т. А. Работнов. – 1979. – Т. 40. № 1. – С. 5-14.

УДК 581.93:581.526.452(476.2-37Гомель)

B. O. Орёл

Науч. рук.: **И. И. Концевая**, канд. биол. наук, доцент

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФЛОРЫ СУХОДОЛЬНОГО ЛУГА ВБЛИЗИ ДЕРЕВНИ РОМАНОВИЧИ ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА

Видовой состав исследуемых биотопов суходольных лугов представлен 8 семействами, 37 видами. Наибольшее число представителей встречено из семейства Астровые, а наименьшее – из семейства Лютиковые. По разнообразию представленных видов преобладает семейство Астровые.

Исследование флоры различных регионов имеет большое значение для понимания биоразнообразия и состояния экосистем [1].

Цель работы: систематический анализ растительности суходольного луга в окрестностях г. Гомеля, использование полученных материалов в образовательном процессе.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являются представители флоры суходольного луга в окрестностях г. Гомеля. Программа исследования включала решение следующих задач:

1) определить видовой состав флоры и растительности лугового сообщества;

2) оценить использование растений в образовательном процессе.

Методы исследования: маршрутный, поисковый, анализ литературы, наблюдение, обобщение результатов.

Луговое сообщество изучали на трех биотопах: 1) на территории ул. Красный маяк г. Гомеля; 2) в окрестностях деревни Романовичи Гомельского района; 3) вблизи железной дороги возле деревни Романовичи.

Результаты исследования. Систематический анализ видового состава проводили с помощью определителя растений [2]. Ниже представлен суммарный перечень травянистых растений, составляющих луговое сообщество окрестностей города Гомеля.

Покрытосеменные – *Magnoliophyta*

Класс Двудольные – *Magnoliopsida* Brougn.

Семейство Астровые (Сложноцветные) – Asteraceae

- 1 Ромашка непахучая – *Tripleurospermum inodorum*
- 2 Полынь горькая – *Artemisia absinthium*
- 3 Полынь обыкновенная – *Artemisia vulgaris*
- 4 Пижма обыкновенная – *Tanacetum vulgare*
- 5 Лопух большой – *Arctium lappa*
- 6 Сушеница прямостоячая – *Gnaphalium pilulare*
- 7 Цмин песчаный – *Helichrysum arenarium*
- 8 Мелколепестник канадский – *Conyza canadensis*
- 9 Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium*
- 10 Пиретрум щитковый – *Pyréthrum corymbosum*
- 11 Мелколепестник однолетний – *Erigeron annuus*
- 12 Цикорий обыкновенный – *Cichorium intybus*
- 13 Ястребинка зонтичная – *Hieracium umbellatum*

Семейство Бобовые – Fabaceae

Род Клевер – *Trifolium* L.

14 Клевер луговой – *Trifolium pretense* L.

15 Клевер ползучий – *Trifolium repens* L.

16 Клевер пашенный – *Trifolium arvense*

Род Горошек – *Vicia* L.

17 Горошек мышиный – *Vicia cracca* L.

Семейство Гроздиковые – Caryophyllaceae

Род Гвоздика – *Dianthus* L.

18 Гвоздика травянка – *Dianthus deltoides* L.

Род Мальнянка – *Saponaria* L.

19 Мальнянка лекарственная – *Saponaria ocymoides* L.

Род Дивала – *Scleranthus* L.

20 Дивала однолетняя – *Scleranthus annuus* L.

Семейство Спорышевые – Polygonaceae Juss.

Род Щавель – *Acetosa* Mill.

21 Щавель конский – *Rumex confertus*

Род Горец – *Persicaria* Mill.

22 Горец птичий – *Polygonum aviculare*

23 Грыжник голый – *Herniaria glabra*

24 Дрема белая – *Silene latifolia*

25 Смолевка хлопушка – *Silene Vulgaris*

Семейство Капустовые (Крестоцветные) – *Brassicaceae* BurnettРод Икотник – *Berteroë* DC.26 Икотник серо-зеленый – *Berteroë incana* (L.) DC.Род Пастушья сумка – *Capsella* Madik27 Пастушья сумка обыкновенная – *Capsella bursa-pastoris* (L.)Род Дескурайния – *Descurainia*28 Дескурайния Софии – *Descurainia Sophia* L.29 Редька дикая – *Raphanus raphanistrum***Семейство Лютковые – *Ranunculaceae***Род Лютик – *Ranunculus* L.

30 Лютик ползучий

Семейство Молочаевые – *Euphorbiaceae*Род Молочай – *Euphorbia* L.31 Молочай лозный – *Euphorbia virgata*Род Лапчатка – *Potentilla* L.32 Лапчатка ползучая – *Potentilla reptans*

Класс Однодольные – Monocotyledones

Семейство Мятликовые *Poaceae*Род Мятлик – *Poa* L.33 Пырей ползучий – *Elytrigia repens*34 Вейник наземный – *Calamagrostis epigejos*35 Мятлик луговой – *Poa pratensis*36 Ежовник обыкновенный – *Dactylis glomerata*37 Овсяница луговая – *Festuca pratensis*

Видовой состав изученных биотопов представлен 8 семействами, 37 видами. Наибольшее число представителей встречено из семейства Астровые (Сложноцветные), которое включает 13 видов, а наименьшее – из семейства Лютковые, представлено одним видом [2]. По разнообразию представленных видов преобладает семейство Астровые (Сложноцветные).

Растения, которые легко размножаются, могут служить раздаточным материалом для лабораторных занятий. Грамотно спланированная работа с флорой суходольного луга предоставляет учителю биологии следующие преимущества [3–5]:

- 1) возможность ознакомления учащихся с многообразием растений и их биологией;
- 2) научить учащихся определять видовую принадлежность представителей флоры и их номенклатуру;
- 3) описывать морфологические, анатомические и физиологические особенности растений различных экологических групп;
- 4) научить учащихся размножать растения;

- 5) организовать наблюдения по выявлению зависимости растений суходольного луга от их эколого-географического происхождения;
- 6) провести внеклассную работу (вечера, конференции, викторины о растениях и т. д.).

Заключение. Таким образом, при изучении суходольных лугов в окрестностях г. Гомеля нами зарегистрировано 37 видов растений, относящихся к 8 семействам. По количеству видов преобладают растения семейства Астровые (13 видов).

Анализ учебников по биологии для 6, 7 и 10 классов показал, что растительная тематика представлена в них достаточно подробно. В процессе уроков целесообразно использовать гербарии, обучающие карточки и другие материалы для развития у учеников различных навыков. Кроме того, предлагается разработка экскурсий, включая маршруты по экологическим тропам [4, 5].

Литература

- 1 Губанов, И. А. Луговые травянистые растения: Биология и охрана: Справочник. / И. А. Губанов – М.: Агропромиздат, 1990 – 181 с.
- 2 Шишкин, Б. К. Определитель растений Белоруссии / Б. К. Шишкин. – Минск: Вышэйшая школа, 1967. – 872 с.
- 3 Лисов, Н. Д. Биология: учебник для 6-го класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / Н. Д. Лисов. – 3-е изд., пересмотр. – Минск: Народная асвета, 2021. – 157 с.
- 4 Лисов, Н. Д. Биология: учеб. пособие для 7-го кл. учреждений общ. сред. образовани с рус. яз. обучения / Н. Д. Лисов. – 3-е издание, пересмотренное. – Минск: Народная асвета, 2017. – 230 с.
- 5 Маглыш, С. С. Биология: учеб. пособие для 10-го кл. учреждений общ. сред. образовани с рус. яз. обучения / С. С. Маглыш, В. А. Кравченко, Т. Я. Довгун. – Минск: Народная асвета, 2020. – 282 с.

УДК 582.26:574.58:546.17:581.4

A. A. Пешкун
Науч. рук.: Ю. М. Бачура, канд. биол. наук., доцент

ВЛИЯНИЕ АЗОТА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ РОДА *CHLOROCOCCUM* В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Статья посвящена исследованию влияния различных концентраций азота на рост и развитие микроводорослей рода

Chlorococcum. В ходе модельного эксперимента установлено, что снижение концентрации азота приводит к уменьшению размеров клеток, их деформации; отсутствие азота в среде обуславливает снижение пигментации клеток, усиление крахмалообразования. Результаты работы имеют значение для оптимизации биотехнологии культивирования микроводорослей.

Почвенные водоросли представляют я являются важным компонентом наземных экосистем, играя ключевую роль в процессах почвообразования, поддержании плодородия и функционировании микробных сообществ. Несмотря на их микроскопические размеры, эти организмы оказывают значительное влияние на экологические процессы, участвуя в азотфиксации, деструкции органического вещества и формировании первичной продукции в почвах [1, 2].

Азот является ключевым элементом для роста и развития микроводорослей, влияя на синтез белков, нуклеиновых кислот и хлорофилла. Актуальность исследования почвенных водорослей обусловлена их высокой адаптивной способностью к различным экологическим условиям, а также участием микроводорослей в восстановлении нарушенных наземных биогеоценозов [3].

Целью работы явилось изучение влияния разных концентраций азота на морфометрические показатели микроводорослей рода *Chlorococcum*.

Объектом исследования служили почвенные микроводоросли рода *Chlorococcum*, вегетативные клетки которых одиночные или в скоплениях (рисунок 1). Клетки имеют эллипсоидную или шаровидную форму, размеры которых варьируют от (6) 7 мкм до 13 (15) мкм, хлоропласт пристенный с пиреноидом. Размножается зоо- или аплоспорами, половой процесс изогамия.



Рисунок 1 – Микроводоросли рода *Chlorococcum* ($\times 1000$)

Культивирование водорослей проводили в течение 7 недель на основной среде Болда (Bold basal medium – BBM) и ее модификациях с пониженным содержанием азота: BBM 3/4N, BBM 1/2N, BBM 1/4N, а также с использованием среды без азота (BBM (-N)) [4]. Морфометрические показатели (длину и ширину 50 клеток) измеряли еженедельно с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i ($\times 1000$). Статистическую обработку данных проводили в программе Excel.

На рисунке 2 представлено сравнение средней длины клеток микроводорослей рода *Chlorococcum*. На второй неделе исследования наибольшую среднюю длину клеток наблюдали в варианте опыта с содержанием азота 1/4 от исходной концентрации в питательной среде (11,37 мкм). В варианте опыта без азота в среде уже на второй неделе исследования была снижена пигментация клеток хлорококкума.

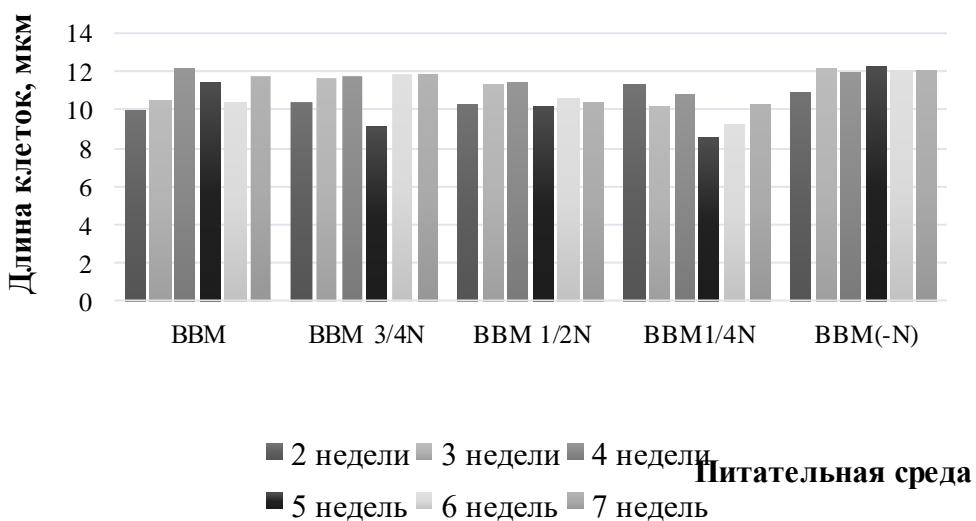


Рисунок 2 – Сравнение средней длины клеток микроводорослей

На третьей неделе исследования максимальную длину клеток зафиксировали в варианте опыта BBM 3/4 N (11,69 мкм). В эксперименте без азота сохранилась сниженная пигментация клеток водорослей. На четвертой неделе исследования максимальная длина клеток отмечена в исходной среде Болда (12,19 мкм), на пятой неделе – в варианте опыта без азота (12,26 мкм). Низкая степень пигментации клеток *Chlorococcum* в отсутствии азота сохранилась; во всех вариантах опыта на 4–5 неделях культивирования наблюдали появление крахмала в клетках микроводорослей. На шестой и седьмой неделях исследования максимальные показатели средней длины клеток отмечены в варианте опыта без азота (12,08 мкм и 12,11 мкм

соответственно). В вариантах опыта со сниженным содержанием азота (ВВМ 1/2N и ВВМ 1/4N) наблюдали деформацию некоторых клеток водорослей; при снижении содержания азота в среде отмечено увеличение количества зерен крахмала.

На рисунке 3 приведено сравнение средней ширины клеток микроводорослей рода *Chlorococcum*.

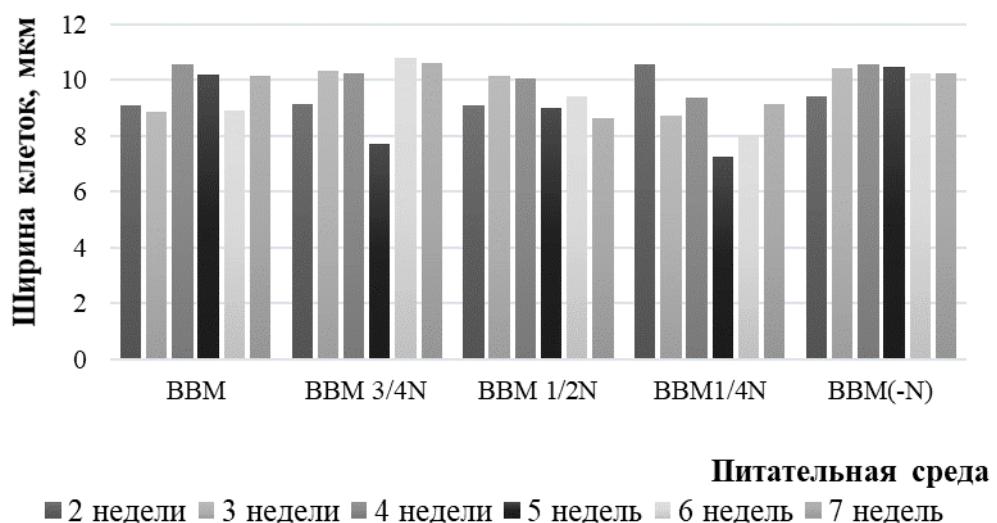


Рисунок 3 – Сравнение средней ширины клеток микроводорослей

На второй неделе исследования максимальную среднюю ширину клеток наблюдали в варианте опыта с содержанием азота 1/4 от исходной концентрации элемента в среде Болда (10,54 мкм). На третьей неделе исследования максимальная ширина клеток выявлена в варианте опыта без азота (10,42 мкм), на четвертой неделе – в варианте опыта с исходной питательной средой (10,58 мкм). На пятой – шестой неделях проведения модельного эксперимента максимальная средняя ширина клеток была зарегистрирована в варианте опыта с отсутствием азота, она составила 10,51 мкм и 10,24 мкм соответственно. На седьмой неделе максимальный показатель отмечен в варианте опыта с пониженным содержанием азота ВВМ 3/4 N. На протяжении всего эксперимента высокие показатели ширины клеток отмечены в контрольном варианте с общепринятым содержанием азота в среде Болда.

Таким образом, в ходе проведенного модельного эксперимента установлено, что уменьшение концентрации азота в среде обуславливает уменьшение размеров клеток, вызывает их деформацию; аналогичные данные отмечены при исследовании зеленых водорослей

Мальцевым Е. И. [5]. Отсутствие азота в питательной среде приводит к значительному снижению пигментации у микроводорослей рода *Chlorococcum*, усилию крахмалообразования на 5–6 неделе культивирования, незначительному усилению роста клеток, что является реакцией автофототрофного организма на стресс.

Проведение подобных исследований обусловлено поиском видов микроводорослей с высоким биотехнологическим потенциалом, способных активно вегетировать в стрессовых условиях, синтезируя белки, липиды, углеводы, биологически активные вещества и другие соединения.

Литература

1 Голлербах, М. М. Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. Я. Штина. – М. : Наука, 1969. – 228 с.

2 Штина, Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 144 с.

3 Andresen, E. Microalgae growth and nitrogen removal from wastewater / E. Andresen, H. Søndergaard // Algal Research. – 2018. – Vol. 35. – P. 178–185.

4 Михеева, Т. М. Перспективы использования культивируемых и планктонных микроскопических водорослей / Т. М. Михеева // Наука и инновации. – 2018. – №2 (180). – С. 15–19.

5 Мальцев, Е. И. Филогения, систематика и биотехнологический потенциал микроводорослей и цианобактерий из разнотипных экосистем Евразии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 1.5.9. / Мальцев Евгений Иванович. – М., 2022. – 21 с.

УДК 631.46:581.14:633.16

К. Д. Сальникова

Науч. рук.: **Ю. М. Бачура**, канд. биол. наук, доцент

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСОВ *VISCHERIA-NOSTOC* НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Установлено, что на рост и развитие проростков ячменя оказали положительный эффект суспензии фотосинтезирующих

микроорганизмов Vischeria и Nostoc и комплексы на их основе с меньшим количеством клеток в культуре. Наибольший фитостимулирующий эффект показали комплексы Vischeria-Nostoc в соотношении 2:1 и 1:3 на основе разбавленных культур водорослей и цианобактерий, в соотношении 1:3 на основе исходных суспензий микрорганизмов.

Почвенные водоросли и цианобактерии являются фотоавтотрофными организмами, участвующими в образовании органического вещества в почве, азотфиксации [1]. Они выделяют в почву вещества, которые улучшают ряд физико-химических показателей почвы и защищают растения от фитопатогенов; могут влиять на рост и развитие других почвенных микроорганизмов, что делает их важными участниками почвенной экосистемы [2]. Благодаря своей чувствительности к изменениям окружающей среды почвенные водоросли используются в качестве индикаторных организмов [3]. Высокая активность водорослей и цианобактерий в почве указывает на возможности их практического использования.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния суспензий цианобактерий рода *Nostoc*, водорослей рода *Vischeria* и комплексов *Vischeria-Nostoc* на рост и развитие проростков ячменя в условиях пониженного содержания азота.

Цианобактерии и водоросли выращивали, используя метод жидких культур на основной среде Болда (BVM – Bold basal medium) [4] при температуре (20 ± 3) °C, освещении 3 500–4 000 лк, барботировании в дневное время и 10/14 часовом чередовании световой и темновой фаз.

Эксперименты проводили с использованием ячменя сорта Верасень (*Hordeum vulgare L.*) в четырехкратной повторности. Варианты опытов включали разбавленные (РК) в соотношении 1:2 и 2:1 суспензии микроводорослей рода *Vischeria* (V) и цианобактерий рода *Nostoc* (N), альгоцианобактериальные комплексы на их основе (1V:3N, 1V:2N, 1V:1N, 2V:1N, 3V:1N) и 2 контроля (питательная среда и дистиллированная вода).

Оценку и учет проросших семян при расчете энергии прорастания и всхожести проводили в соответствии с ГОСТом 12038-84. [5]. При завершении опытов измеряли морфометрические показатели (длина корней и побегов, масса проростков ячменя). Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Excel.

При получении суспензий и изучении их характеристик установили, что плотность суспензии микроводоросли рода *Vischeria* в культуре составила 29,7-29,8 млн клеток на 1 мл культуры, плотность культуры *Nostoc* – 25,6 млн клеток на 1 мл культуры.

При проведении эксперимента с разбавленными в соотношении 2:1 суспензиями микроорганизмов родов *Vischeria* и *Nostoc* наиболее активное развитие проростков ячменя выявили в контроле со средой Болда и в вариантах опыта с комплексами *Vischeria-Nostoc* в соотношении 1:3 и 1:1, наименее активное – в контроле с дистиллированной водой. Наибольшее значение средней длины корней ячменя зафиксировали при использовании комплекса *Vischeria-Nostoc* 1V:3N (41,05 мм), наименьшее – в контроле с дистиллированной водой (10,25 мм). Максимум по длине корней отмечен в варианте опыта с комплексом состава 1V:3N (128 мм). Максимальное значение средней длины побегов отмечено при использовании исходной культуры *Vischeria* и комплекса 3V:1N (115 мм), наименьшее – в контрольном варианте с водой (9,25 мм). Максимум по длине побега зафиксирован в вариантах опыта с исходной культурой *Vischeria* и комплексом 3V:1N (115 мм).

Наибольшее значение средней массы проростков ячменя отмечено при использовании комплексов микроводорослей и цианобактерий *Vischeria-Nostoc* в соотношении 1V:3N и 2V:1N (0,10 г), наименьшее – в контрольном варианте с водой и исходной культурой *Nostoc* (0,03 г). Максимум по массе проростков выявлен в варианте опыта с комплексом – 2V:1N (0,55 г).

В эксперименте с разбавленными в соотношении 1:2 суспензиями фотосинтезирующих микроорганизмов проростки ячменя активнее развивались в варианте опыта с комплексом *Vischeria-Nostoc* в соотношении 2V:1N, наименее активное прорастание установлено в вариантах опыта с разбавленной культурой *Nostoc* и комплексом *Vischeria-Nostoc* в соотношении 1V:1N. Наибольшее значение средних показателей длины корней и побегов ячменя наблюдали в варианте опыта с комплексом *Vischeria-Nostoc* – 2V:1N (45 мм и 39,72 мм), наименьшее – в контроле с водой (10,25 мм и 9,25 мм). Максимальный показатель длины корней выявили при использовании комплекса 2V:1N (130 мм), длины побегов в варианте с разбавленной суспензией *Nostoc* (122 мм).

Наибольшее значение средней массы проростков ячменя отмечено в вариантах опыта с разбавленной культурой *Vischeria* и комплексами состава 1V:2N, 2V:1N (0,10 г), наименьшее – в контрольном варианте с дистиллированной водой (0,03 г). Максимальный показатель массы проростков наблюдали в варианте опыта с альгоцианобактериальным комплексом состава 1V:1N (0,49 г).

После завершения лабораторных экспериментов нами был проведен анализ стимулирующего действия суспензий исследуемых микроорганизмов и их комплексов на морфометрические параметры проростков ячменя (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение стимулирующего действия суспензий микроорганизмов и альгоцианобактериальных комплексов

Разведение	Показатели	Сравнение фитостимулирующего действия
Разведение исходных суспензий 2:1	средняя длина проростков	комплекс 1V:3N > комплекс 1V:1N > комплекс 3V:1N > комплекс 2V:1N > комплекс 1V:2N > ИК <i>Vischeria</i> > ИК <i>Nostoc</i>
	средняя масса проростков	комплекс 1V:3N, комплекс 2V:1N > комплекс 1V:2N, комплекс 1V:1N, комплекс 3V:1N > ИК <i>Vischeria</i> > ИК <i>Nostoc</i>
Разведение исходных суспензий 1:2	средняя длина проростков	комплекс 2V:1N > комплекс 1V:3N > комплекс 1V:1N > комплекс 1V:2N > PK <i>Nostoc</i> > PK <i>Vischeria</i> > комплекс 3V:1N
	средняя масса проростков	PK <i>Vischeria</i> , комплекс 1V:2N, комплекс 2V:1N > комплекс 1V:1N > комплекс 3V:1N > комплекс 1V:3N, PK <i>Nostoc</i>

Выполненные эксперименты показали, что микроводоросли рода *Vischeria* и цианобактерии рода *Nostoc* обладают стимулирующим действием на рост и развитие проростков ячменя; большее выраженные фитоэффекты отмечены при использовании суспензий микроводорослей и цианей с меньшей плотностью клеток и комплексов на их основе. Наибольшее фитостимулирующее действие продемонстрировали комплексы *Vischeria-Nostoc* в соотношении 2:1 и 1:3 на основе разбавленных культур микроорганизмов и комплексы состава 1V:3N на основе исходных суспензий водорослей и цианобактерий.

Литература

1 Гайсина, Л. А. Анализ экологических закономерностей наземных цианобактериально-водорослевых флор с использованием традиционных и молекуларно-генетических методов: автореф. дис. ...докт. биол. наук / Л. А. Гайсина; Башк. гос. пед. ун-т. – Уфа, 2013. – 38 с.

2 Joseph S. Algae and Cyanobacteria in Extreme Environment / S. Joseph // The Hebrew University of Jerusalem, Israel, 2007. – 811 р.

3 Бачура, Ю. М. Структура сообществ почвенных водорослей и их использование для альгоиндикации почв (на примере гомельского региона) / [Электронные ресурсы]. – Режим доступа: https://elib.gsu.by/bitstream/123456789/6363/1/k_Bachura.pdf – Дата доступа: 17.07.2025.

4 Костіков, І. Ю. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І. Ю. Костіков [і інш.]. – К.: Фітосоціоцентр, 2001 – 300 с.

5 ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Введ. 2002-01-01. – М. : Изд-во станд., 2001. – 30с.

УДК 635.92:57.083.32(575.42-21Дашогуз)

Ф. Ш. Сапязова

Науч. рук.: **Е. М. Курак**, ст. преподаватель

АЛЛЕРГЕННЫЕ РАСТЕНИЯ ГОРОДА ДАШОГУЗА (ВЕЛАЯТА)

В статье приводится список аллергенных растений города Дашиогуз. В ходе работы был проведен анализ основных аллергенных видов, определены сроки их цветения и аллергенность. Наиболее тяжелым для аллергиков является конец лета и осень (июль–октябрь) из-за цветения амброзии и полыни. Весной и в начале лета (апрель–июль) аллергию могут вызывать злаковые травы и тополиный пух.

Аллергические заболевания являются одной из наиболее распространенных проблем современного общества. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более 30 % населения Земли страдают от различных форм аллергии, и эта цифра продолжает расти. Одним из ключевых факторов, способствующих развитию аллергических реакций, является контакт с аллергенными растениями, выделяющими пыльцу в окружающую среду. В условиях урбанизации и изменения климата проблема аллергии становится все более острой, особенно в городах, где концентрация аллергенных растений может быть значительно выше, чем в сельской местности [1, 2].

Город Дашиогуз, расположенный в северной части Туркменистана, является важным административным и культурным центром Дашиогузского велаята. Его географическое положение, климатические условия и активная хозяйственная деятельность способствуют распространению различных видов растений, многие из которых обладают аллергенными свойствами. В связи с этим изучение аллергенных растений города Дашиогуз представляет собой важную задачу, которая имеет как научное, так и практическое значение.

Полевые исследования, включающие сбор и идентификацию растений, а также картографирование мест распространения аллергенных растений проводили в городе Дашогуз.

В ходе исследования были выявлены следующие аллергенные растения, входящие во флору города Дашогуз:

Семейство: Астровые (Asteraceae)

Род: Полынь (*Artemisia*)

Вид: Полынь горькая (*Artemisia absinthium*)

Семейство: Амарантовые (Amaranthaceae)

Род: Лебеда (*Atriplex*)

Вид: Лебеда раскидистая (*Atriplex patula*)

Семейство: Астровые (Asteraceae)

Род: Амброзия (*Ambrosia*)

Вид: Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*)

Семейство: Крапивные (Urticaceae)

Род: Крапива (*Urtica*)

Вид: Крапива жгучая (*Urtica urens*)

Семейство: Бобовые (Fabaceae)

Род: Робиния (*Robinia*)

Вид: Робиния ложноакациевая (*Robinia pseudoacacia*)

Семейство: Ивовые (Salicaceae)

Род: Тополь (*Populus*)

Вид: Тополь чёрный, или Осокорь (*Populus nigra*)

Семейство: Злаки (Poaceae)

Род: Тимофеевка (*Phleum*)

Вид: Тимофеевка луговая (*Phleum pratense*)

Для эффективной профилактики и контроля аллергии первостепенное значение имеет знание того, какие именно растения вызывают реакцию и в какие сроки они цветут [3]. С целью систематизации этой информации был проведен анализ основных аллергенных видов флоры Дашогуз (таблица 1).

Таблица 1 – Аллергенные растений г. Дашогуз с периодами их цветения

Растение	Семейство	Период цветения	Аллергенность
1	2	3	4
Амброзия	Астровые (Asteraceae)	Август–октябрь	Очень высокая
Полынь	Астровые (Asteraceae)	Июль–сентябрь	Высокая

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Лебеда, Марь	Маревые (Chenopodiaceae)	Июль–сентябрь	Средняя
Тополь	Ивовые (Salicaceae)	Май–июнь (пух)	Средняя (пух раздражает слизистые)
Злаковые травы (пырей, костер)	Злаки (Poaceae)	Май–июль	Высокая
Клён	Сапинтовые (Sapindaceae)	Апрель–май	Умеренная

По результатам таблицы можно сделать вывод, что в Дашигуре выделяются два основных периода цветения аллергенных растений. Наиболее тяжелым для аллергиков является конец лета и осень (июль–октябрь) из-за цветения амброзии и полыни. Весной и в начале лета (апрель–июль) аллергию могут вызывать злаковые травы и тополиный пух. Информированность об этих периодах помогает снизить риски и облегчить симптомы.

Литература

1 Брызгалова О. В. Растения – аллергены как экологический фактор риска аллергических болезней / О. В. Брызгалова, Е. А. Стеклянникова // БМИК. – 2016. – Т. 6, №5. – С. 901.

2 Беклемишев Н. Д. Поллинозы / Н. Д. Беклемишев, Р. К. Ермекова, В. С. Могикевич. – М.: Медицина, 1985. – 240 с.

3 Глухова, Д. А. Растения, вызывающие поллинозы / Д. А. Глухова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 5. – С. 918.

УДК 582.29(476)

К. А. Скалпешкина
Науч. рук.: *А. Г. Цуриков*, д-р биол. наук, доцент

ЛИШАЙНИКИ ГОРОДА ЧЕЧЕРСКА

Целью исследований являлось изучить видовое разнообразие лишайников города Чечерска. Было найдено 27 видов лишайников и лихенофильных грибов, относящихся к 9 семействам, 13 порядкам,

6 классам. Преобладают представители класса *Lecanoromycetes*, остальные классы представлены 1–2 видами: *Agaricomycetes*, *Candeliariomycetes*, *Dothideomycetes*, *Eurotiomycetes*, *Sordariomycetes*.

Лишайники – уникальные симбиотические организмы, играющие важную роль в природе. Они служат чувствительными индикаторами загрязнения окружающей среды, включая радионуклиды, и применяются в фармацевтике, косметологии и других отраслях.

Изучение их видового разнообразия в Республике Беларусь, особенно в малых населённых пунктах, остаётся актуальным. Полученные данные важны для сохранения биоразнообразия, разработки стратегий устойчивого развития и пополнения научных баз по ботанике и экологии [1–3].

Целью данного исследования является изучение видового разнообразия лишайников в городе Чечерск Гомельской области. Исследование этого разнообразия имеет не только научное, но и практическое значение, поскольку лишайники являются индикаторами экологического состояния и могут служить показателями изменений в окружающей среде.

Для достижения этой цели мы проводили полевые исследования, собирали образцы лишайников и проанализировали их с помощью таких методов, как систематический, биоморфологический, географический и экологический анализы.

В ходе работы было выявлено, что преобладают представители класса *Lecanoromycetes*, остальные классы представлены 1–2 видами: *Agaricomycetes*, *Candeliariomycetes*, *Dothideomycetes*, *Eurotiomycetes*, *Sordariomycetes*.

В ходе биоморфологического анализа города Чечерска было выявлено что, по структуре таллома 14 видов являются листоватыми лишайниками, 5 – накипными, 2 – кустистым и 6 из найденных видов являются лихенофильными грибами. Преобладание листоватых видов лишайников над накипными связано в первую очередь с относительной простотой их определения.

В ходе географического анализа лихенобиоты города Чечерска были выявлены виды, относящиеся к 3 географическим элементам: бореальному, неморальному и мультиональному.

В г. Чечерске преобладают виды лишайников, относящиеся к неморальному (12 видов; 44 %) и мультиональному (11 видов; 41 %) элементам. Вместе с лишайниками бореального элемента (4 вида; 15 %) они составляют основное ядро биоты.

Согласно [4] для лихенобиоты Беларуси характерно доминирование неморально- boreальных видов лишайников. Таким образом, преобладание неморального географического элемента на территории г. Чечерска согласуется с данными [4] по неморализации лихенобиот.

В собранных образцах выявлены эпифитные, эпиксильные и эпигейные виды лишайников, что свидетельствует о разнообразии микроэкосистем и благоприятных условиях для их развития в районе Чечерска.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке мер по охране биоразнообразия и послужить основой для дальнейших работ по изучению динамики лишайникового разнообразия и его роли в городской экосистеме.

Литература

1 Цытрон, Е. В. Биология: бактерии, протисты, грибы, лишайники, растения: пособие для слушателей подготовительного отделения / Е. В. Цытрон, О. И. Зенкина, Н. Р. Козел. – Минск: БГПУ, 2018. – 116 с.

2 Цуриков, А. Г. Листовые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.

3 Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / под ред. М. В. Горленко. – М.: Мысль, 1978. – 365 с.

4 Цуриков, А. Г. Лишайники юго-востока Беларуси (опыт лихеномониторинга) / А. Г. Цуриков. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 276 с.

УДК 635.92:712.4.01

О. Д. Таджибаева

Науч. рук.: Н. М. Дайнеко, канд. биол. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛОСКОСТНОЙ КОМПОЗИЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ОБРАЗА «ТУРКМЕНСКАЯ ДЕВУШКА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПЛАТЬЕ»

В статье рассматривается символическое значение растительных мотивов в туркменском прикладном искусстве и их роль

в создании целостного национального образа на примере плоскостной композиции «Туркменская девушка в национальном платье». Анализируется, как растительные элементы, интегрированные в детали и фон, служат не только декоративным целям, но и выступают ключевыми маркерами культурной идентичности.

Культура любого народа – это зеркало его души, отражение многовекового опыта, традиций и взаимодействия с внешним миром. Туркменская культура, уходящая вглубь веков, представляет собой уникальный синтез художественного мастерства, духовных ценностей и гармонии с природой. Единственным из ярких наследий этого наследия является народное искусство, в котором особое место занимает использование альтернативных материалов, в частности растений. Растительный мир в миропонимании туркменского народа – это не просто украшение, а сложная система знаков. Каждое растение наделяется особым смыслом, что нашло отражение в фундаментальных трудах по орнаментике [1].

Данная статья посвящена исследованию того, как растения используются для создания национальных туркменских образов в плоскостных композициях, подчёркивая их художественную, культурную и экологическую ценность [2].

Процесс работы над композицией проходил в несколько этапов:

1 Сбор материалов.

Сбор материалов проходил в вегетационный период, чтобы получить максимальное разнообразие цветов и текстур. Особое внимание уделялось растениям, которые традиционно используются в туркменском искусстве, таким как марена, полынь и тростник. Эти растения не только обладают красивыми оттенками, но и имеют глубокую символику в культуре Туркменистана [3].

2 Сушка и обработка.

После сбора фитоматериала нужно было подготовить для дальнейшего использования. Сушка происходила в естественных условиях. Для более нежных элементов, таких как лепестки, использовался пресс, чтобы сохранить их форму. Некоторые материалы, например, кора и семена, требовали дополнительной обработки – их мы очищали и пропитывали натуральными составами для укрепления.

3 Сортировка.

После сушки мы отсортировали материалы по цвету, размеру и текстуре. Это помогло организовать рабочий процесс и заранее продумать, какие элементы будут использоваться для фона, а какие – для деталей.

Композиция «Туркменская девушка в национальном платье» (рисунок 1) представляет собой гармоничное сочетание природных материалов и традиционных туркменских мотивов. Фон работы выполнен из высушенных листьев, которые создают теплую и естественную текстуру. Центральный образ девушки выполнен с использованием лепестков цветов и мелких семян, что придает работе тонкость и изящество. Особое внимание уделено деталям: орнаменты на платье, выполненные из семян и лепестков, точно передают традиционные узоры, характерные для туркменской вышивки. Головной убор девушки, украшенный растительными волокнами, подчеркивает ее национальную принадлежность и добавляет работе реалистичности.



Рисунок 1 – Туркменская девушка в национальном платье

Композиция отличается высокой детализацией и тщательной проработкой каждого элемента. Например, для создания платья использовались лепестки розовых и красных оттенков, которые символизируют жизненную силу и энергию. Мелкие семена, использованные для орнаментов, создают эффект вышивки, что делает работу еще более выразительной. Фон из листьев различных оттенков (от светло-зеленого до темно-коричневого) добавляет глубину и объем, создавая ощущение естественной среды.

Культурное значение: образ туркменской девушки в национальном платье символизирует связь поколений и сохранение культурных традиций. Платье, украшенное традиционными орнаментами, отражает богатство туркменского текстильного искусства. Каждый элемент орнамента имеет глубокий смысл: например, геометрические узоры символизируют защиту и гармонию, а растительные мотивы – связь с природой. Эта композиция не только демонстрирует красоту национального костюма, но и напоминает о важности сохранения традиций в современном мире.

Кроме того, образ девушки олицетворяет роль женщины как хранительницы семейных и культурных ценностей. В туркменской культуре женщины всегда играли важную роль в передаче традиций, будь то через ковроткачество, вышивку или воспитание детей. Эта композиция подчеркивает их вклад в сохранение национальной идентичности.

Экологическая составляющая: использование натуральных материалов подчеркивает экологичность работы. Все элементы композиции – листья, лепестки, семена – были собраны в естественной среде и обработаны без применения химических веществ. Это делает работу не только эстетически привлекательной, но и экологически чистой, что соответствует современным тенденциям устойчивого развития.

Таким образом, использование растительных материалов в плоскостной композиции «Туркменская девушка в национальном платье» является не случайным декоративным приемом, а глубоко продуманным художественным и философским решением. Растения, перенесенные из природы в искусство, становятся языком, на котором говорит туркменская культура. Этот образ, благодаря своей орнаментальной насыщенности, становится не просто портретом, а целостным символом национального духа.

Литература

1 Мошкова, В. Г. Ковры народов Средней Азии конца XIX – начала XX вв. / В.Г. Мошкова. – Ташкент: Фан, 1970. – 264 с.

2 Аспиз, М. Е. Чудо-листья / М. Е. Аспиз; худож. А. Панин. – Москва: Детская литература, 1984. – с 31.

3 Демин, Г. В. Искусство Туркменистана: очерки. – Л.: Художник РСФСР, 1978. – 180 с.

УДК 635.92:712.4.01

О. Д. Таджисбаева

Науч. рук.: Н. М. Дайнеко, канд. биол. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ПЛОСКОСТНОЙ КОМПОЗИЦИИ «ТУРКМЕНСКИЙ МАЛЬЧИК С НАЦИОНАЛЬНЫМ МУЗЫКАЛЬНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ ДУТАРОМ»

В данной статье исследуется роль растительных материалов в создании художественного образа туркменского мальчика с дутаром

в условиях плоскостной композиции. Анализируется символическое значение орнаментов в туркменском декоративно-прикладном искусстве и их интеграция в элементы костюма, фон и саму конструкцию музыкального инструмента.

Художественные образы, воплощающие национальное своеобразие, являются концентрированным выражением культурного кода народа. В туркменском искусстве, где орнамент служит не только украшением, но и сложной системой символов, плоскостные композиции, изображающие традиционные типы, обладают особой смысловой насыщенностью [1]. Одним из таких значимых образов является мальчик-музыкант с дутаром – инструментом, который сам по себе представляет символ туркменской души и культурной преемственности.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью глубокого изучения визуального языка туркменского искусства, в котором растительные мотивы выполняют функцию важнейших смыслобразующих элементов [2, 3].

Целью данной статьи является анализ функций и семантики растительных материалов в плоскостной композиции «Туркменский мальчик с дутаром». Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1 Раскрыть символику ключевых растительных элементов в контексте туркменской культуры.

2 Проанализировать, как эти мотивы реализуются в элементах костюма персонажа и в декоре самого дутара.

Научная новизна работы заключается в комплексном рассмотрении образа музыканта через призму орнаментики, что позволяет выявить глубокие взаимосвязи между изобразительным искусством, музыкой и мировоззренческими основами туркменского народа.

Процесс работы над композицией заключался в сборе материалов, где особое внимание уделялось растениям, которые традиционно используются в туркменском искусстве, таким как марена, полынь и тростник. Эти растения не только обладают привлекательными оттенками, но и имеют глубокую символику в культуре Туркменистана [3].

Собранный растительный материал подвергли сушке, которая происходила в естественных условиях. Для более нежных элементов, таких как лепестки, использовался пресс, чтобы сохранить их форму. Некоторые материалы, например, кора и семена, требовали дополнительной обработки – их мы очищали и пропитывали натуральными составами для укрепления.

После сушки проводилась сортировка материала по цвету, размеру и текстуре. Это помогло организовать рабочий процесс и заранее продумать, какие элементы будут использоваться для фона, а какие – для деталей.

«Туркменский мальчик с национальным музыкальным инструментом дутаром» (рисунок 1) была выбрана благодаря её уникальной способности сочетать традиции и искусство, демонстрируя глубокую связь туркменской культуры с природой.



Рисунок 1 – Туркменский мальчик
с национальным музыкальным инструментом дутаром

Символ национальной идентичности – эта картина отражает ключевые элементы туркменской культуры: национальную одежду, музыкальные традиции и уважение к природным ресурсам. Дутар, изображённый в руках мальчика, символизирует душу туркменской музыки и её роль в сохранении культурных ценностей. Через этот образ раскрывается многогранность туркменского наследия.

Природные материалы: особую ценность придаёт картине её материал – она полностью выполнена из растений, листьев и зёрен. Это подчёркивает идею экологичности и гармонии с природой, что является важной темой современности. Такой подход позволяет не только сохранить культурные традиции, но и подчеркнуть их тесную связь с окружающим миром.

Роль искусства в передаче традиций: картина представляет собой не просто изображение, но и способ рассказать историю народа

через творчество. Образ мальчика, олицетворяющий молодое поколение, показывает преемственность традиций и их важность для сохранения национальной идентичности.

Таким образом, выбор этой картины был обусловлен её глубоким символизмом, художественной ценностью и значимостью для изучения туркменских традиций

Эта картина, названная «Туркменский мальчик с национальным музыкальным инструментом дутаром», выполнена из природных материалов и отражает богатую музыкальную и культурную традицию Туркменистана. Она является не только примером творчества, но и символом бережного отношения к культурному наследию.

Образ мальчика: на картине изображён юный туркмен, одетый в национальную одежду, что подчёркивает его принадлежность к традициям своего народа. Его образ олицетворяет молодое поколение, которое через музыку сохраняет и передаёт культурные ценности своей страны.

1 Национальная одежда: костюм мальчика состоит из традиционных элементов, выполненных из высушенных листьев и зёрен. Верхняя часть сделана из зелёных растительных материалов, символизирующих природную гармонию, а штаны - из мелких зёрен, что добавляет текстурности и реалистичности.

Головной убор, также характерный для туркменской культуры, подчёркивает этническую принадлежность.

2 Музыкальный инструмент – дутар: дутар – это традиционный струнный инструмент Туркменистана, символ национальной музыки. Его название происходит от слова «ду», что означает две струны.

На картине дутар выполнен из листьев и мелких деталей, которые точно передают форму и структуру инструмента.

3 Скромность и связь с традицией: образ мальчика выражает скромность и уважение к культуре. Он держит дутар с заботой, что символизирует глубокую привязанность к музыкальным традициям.

Материалы картины:

1 Фигура мальчика: использованы высушенные листья, которые создают базовую форму костюма, а зёрна различных размеров добавляют объём и текстуру.

2 Детали инструмента: листья и тонкие растительные волокна передают сложные элементы конструкции дутара, подчёркивая его значимость.

3 Фон: картина выполнена на простом фоне, чтобы акцентировать внимание на фигуре и инструменте.

Культурное значение: эта работа отражает важность музыки в туркменской культуре. Дутар, будучи неотъемлемой частью национальной идентичности, символизирует не только искусство, но и духовную связь поколений. Через искусство мальчик передаёт энергию туркменского народа, его историю и культурное богатство.

Картина, выполненная из природных материалов, подчеркивает важность сохранения традиций в гармонии с природой, что делает её важной частью изучения национального наследия Туркменистана.

Литература

1 Демин, Г. В. Искусство Туркменистана: очерки. – Л.: Художник РСФСР, 1978. – 180 с.

2 Мошкова, В. Г. Ковры народов Средней Азии конца XIX – начала XX вв. / В. Г. Мошкова. – Ташкент: Фан, 1970. – 264 с.

3 Караева, Г. История туркменских национальных нарядов и ручных орнаментов / Караева Г., Дурдылыева О., Нурыева Д. // Ceteris paribus. – 2024. – № 9. – С. 88–90.

УДК 581.8:582.29(476)

Д. А. Теребиленко

Науч. рук.: А. Г. Цуриков, д-р биол. наук, доцент

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *PARMELIA* ACH. В БЕЛАРУСИ

*В статье представлен исторический обзор изучения одного из наиболее распространенных родов эпифитных лишайников Беларуси – *Parmelia*. Рассмотрены основные этапы его исследования: от первых находок в конце XVIII века до современного понимания особенностей его распространения, экологии и роли. Анализируется вклад ведущих отечественных лихенологов в изучение данного рода.*

В настоящий момент, согласно последней системе 2024 года, род *Parmelia* Ach. включает около 20 видов, которые характеризуются листоватым талломом с простыми или ветвистыми ризинами на нижней поверхности, линейными или неправильной формы псевдоцифеллами, чашевидным трехслойным эксципулом, цилиндрическими или веретенообразными конидиями [1, 2, 3].

В Республике Беларусь род *Parmelia* представлен 5 видами: *Parmelia ernstiae* Feuerer & A. Thell, *P. omphalodes* (L.) Ach., *P. saxatilis* (L.) Ach., *P. serrana* A. Crespo, M.C. Molina & D. Hawksw. и *P. sulcata* Taylor [4].

Первые сведения о лишайниках Беларуси, в числе которых были и широко распространенные представители рода *Parmelia*, связаны с деятельностью французского медика и ботаника Жана Эммануэля Жилибера (J.E. Gilibert, 1741–1814). Ж. Э. Жилибер совместно с учениками собирали гербарий в окрестностях Гродно, Бреста, Белостока, Несвижа, Новогрудка и Вильно. Результатами его трудов явились 4 печатных работы, в числе которых «Начала флоры Литвы» и «Занятия ботаникой». В этих работах среди 1 086 названий растений приводится 39 видов лишайников среди которых был приведен вид *Parmelia saxatilis* (как *Lichen saxatilis* L.), однако трудно утверждать о правильности его определения, поскольку к настоящему времени видовые концепции этого таксона изменились. Согласно данным последних исследований, *P. saxatilis* является очень редким для Беларуси видом и известен только из одного локалитета на севере республики [5, 6, 7].

С начала XX века начинается целенаправленное изучение лишайников Беларуси как основного объекта исследований, которое, в первую очередь, связано с именами Всеволода Павловича Савича (1885–1972), специализировавшегося в области изучения флоры и систематики лишайников, и Лидии Ивановны Любицкой (Савич-Любицкой) (1886–1982). Первые статьи были опубликованы ими в 1909–1914 гг. и включали описания 108 видов лишайников (в том числе 69 новых для Беларуси), собранных преимущественно Л. И. Любицкой в окрестностях г. Мозыря и г. Речицы. Савич В. П. в своей работе «Материалы к флоре Полесья. Список лишайников, собранных в Минской губернии в 1907 г.» впервые приводит для территории Беларуси вид *Parmelia sulcata* [6, 8].

В 1993 году в работе [9] Голубковым В. В. приводился вид *P. fraudans*, но поскольку последующий химический анализ показал отсутствие усниновой кислоты в талломе, присутствие этого лишайника на территории страны не подтвердилось. В 2018 году, вместе с ошибочно указанным для республики *P. submontana*, он был исключен из списка видов лишайников Беларуси [7, 9].

Полукриптический вид *P. ernstiae* впервые был указан для Беларуси А. Г. Цуриковым в 2019 году в статье [7]. За исключением молодых и плохо развитых особей, характерным отличием *P. ernstiae* является наличие покрытых налетом лопастей, коротких псевдоцифелл, уплощенных лобул и толстых изидий, покрывающих центральную часть слоевища [7].

На основании морфологических особенностей Яцыной А. П. в статье [10] впервые для республики был указан вид *P. serrana*. В настоящее время *P. serrana* относится к эпифитным лишайникам, поверхность его таллома блестящая, лопасти на концах округлые, лобули всегда отсутствуют. Также в статье [11] Яцыной А. П. впервые для Беларуси был указан вид *P. omphalodes*.

Таким образом, за более чем 240-летнюю историю изучения рода *Parmelia* в Беларуси сведения о его видовом составе несколько раз претерпевали изменения. С появлением новых методов и находок расширялись представления о лихенобиоте нашей страны. Наши знания о роде *Parmelia* трудно назвать полными, поэтому актуальным представляется более детальное изучение этого рода с применением современных методов.

Литература

- 1 Hyde, K. D. The 2024 Outline of Fungi and fungus-like taxa / K. D. Hyde [et al.]. // Mycosphere. – 2024. – Vol. 15, № 1. – P. 5146–6239.
- 2 Divakar, P. K. A DNA barcoding approach for identification of hidden diversity in Parmeliaceae (Ascomycota): *Parmelia sensu stricto* as a case study / Divakar P. K. [et al.] // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2016. – Vol. 180, № 1. – P. 21–29.
- 3 Урбановичюс, Г. П. Роды листоватых и кустистых лишайников семейства Parmeliaceae России и ключ для их определения / Г. П. Урбановичюс // Новости систематики низших растений. – 2011. – Т. 45. – С. 242–256.
- 4 Цуриков, А. Г. Лишайники Беларуси / А. Г. Цуриков; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. – 379 с.
- 5 Gilibert, J. E. Flora lithuanica inchoata, seu Enumeratio plantarum Quas Circa Grodnam coll'egit et determinavit Joannes Emmanuel Gilibert / J. E. Gilibert. – Grodnae: Typis S.R.M., 1781. – 308 p.
- 6 Цуриков, А. Г. Лишайники Беларуси: история и основные итоги изучения / А. Г. Цуриков // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2019. – № 3 (114). – С. 92–101.
- 7 Tsurykau, A. The lichen genus *Parmelia* (Parmeliaceae, Ascomycota) in Belarus / A. Tsurykau [et al.] // Herzogia. – 2019. – Vol. 32, № 2. – P. 375–384.
- 8 Савич, В. П. Материалы к флоре Полесья. Список лишайников, собранных в Минской губернии в 1907 г. / В. П. Савич // Труд. студ. науч. кружк. Физ.-Мат. фак. СПБ унив. – 1909. – Т. 1, Вып. 1. – С. 43–46.

9 Golubkov, V. V. New and rare lichen species for the territory of Belarus / V. V. Golubkov // The 12th International Conference on Mycology and Lichenology “Fungi and Lichens in The Baltic Region”. – Vilnius, 1993. – P. 137–138.

10 Яцына, А. П. Новые и интересные находки лишайников и лихенофильного гриба в Беларуси / А. П. Яцына // Веснік ВДУ. – 2013. – № 3 (75). – С. 62–67.

11 Яцына, А. П. Очерк о лишайниках Ошмянского района, Гродненская область (Беларусь) / А. П. Яцына // Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. по материалам XII Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2017. – С. 7–39.

УДК 582.29(476)

H. A. Труш
Науч. рук.: *A. Г. Цуриков*, д-р бiol. наук, доцент

ЛИШАЙНИКИ АГРОГОРОДКА УБОРОК ЛОЕВСКОГО РАЙОНА

Целью исследований являлось изучить видовое разнообразие лишайников а.г. Уборок. В ходе работы было найдено 29 видов лишайников, относящихся к 9 семействам, 6 порядкам, 3 классам. Преобладают представители класса *Lecanoromycetes*, класс *Candelariomycetes* представлен 2 видами.

Лишайники – уникальные симбиотические организмы, играющие важную роль в природе. Благодаря способности накапливать загрязнители, включая радионуклиды, они служат надёжными биоиндикаторами состояния окружающей среды, а также применяются в фармацевтике, косметологии и других отраслях.

Изучение их видового разнообразия в Республике Беларусь, особенно в малых населённых пунктах, остаётся актуальным [1–3].

Цель работы – исследование видового состава лишайников агрогородка Уборок Лоевского района.

Практическое значение – данные исследования внесут вклад в региональные списки биоразнообразия, поддержку сохранения природного наследия, разработку стратегий устойчивого развития и пополнение научных баз по ботанике и экологии.

Для достижения этой цели мы проводили полевые исследования, собирали образцы лишайников и проанализировали их с помощью таких методов, как систематический, биоморфологический, географический и экологический анализы.

При проведении систематического анализа лихенобиоты аг. Уборок было выявлено, что преобладают представители класса *Lecanoromycetes*, класс *Candelariomycetes* представлен 2 видами.

По структуре таллома 14 видов являются листоватыми лишайниками 1 – чешуйчатыми, 14 – накипными. Преобладание листоватых видов лишайников над накипными связано в первую очередь с относительной простотой их определения

В ходе географического анализа лихенобиоты аг. Уборок были выявлены виды, относящиеся к 3 географическим элементам: boreальному, неморальному и мультизональному.

В аг. Уборок преобладают виды лишайников, относящиеся к мультизональному (12 видов; 44 %) и неморальному (10 видов; 37 %) элементам. Вместе с лишайниками boreального элемента (5 видов; 19 %) они составляют основное ядро биоты.

Согласно [4] для лихенобиоты Беларуси характерно доминирование неморально- boreальных видов лишайников. Таким образом, преобладание boreального географического элемента на территории аг. Уборок согласуется с данными по boreализации лихенобиот.

В собранных образцах выявлены эпифитные, эпиксильные и эпигейные виды лишайников, что свидетельствует о разнообразии микроэкосистем и благоприятных условиях для их развития в районе аг. Уборок.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке мер по охране биоразнообразия и послужить основой для дальнейших работ по изучению динамики лишайникового разнообразия и его роли в городской экосистеме.

Литература

1 Цытрон, Е. В. Биология: бактерии, протесты, грибы, лишайники, растения: пособие для слушателей подготовительного отделения / Е. В. Цытрон, О. И. Зенкина, Н. Р. Козел. – Минск: БГПУ, 2018. – 116 с.

2 Цуриков, А. Г. Листовые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.

3 Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / под ред. М. В. Горленко. – М.: Мысль, 1978. – 365 с.

4 Цуриков, А. Г. Лишайники юго-востока Беларуси (опыт лихеномониторинга) / А. Г. Цуриков. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 276 с.

УДК 631.461:633/.635:636/.639

E. B. Туснина
Науч. рук.: *A. A. Новикова*, ассистент

ЗНАЧЕНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ

В статье рассматривается высокий биотехнологический потенциал цианобактерий для устойчивого развития сельского хозяйства. Показано, что цианобактерии, вступая в симбиоз с культурными растениями, служат эффективным источником биологически доступного азота и органических веществ, что повышает урожайность на 10–25 % и улучшает качество продукции. Применение цианобактерий в животноводстве в качестве кормовой добавки способствует увеличению продуктивности и улучшению здоровья скота, птицы и рыбы. Комплексное положительное воздействие цианобактерий на почвенное плодородие, рост растений и продуктивность животных делает их перспективной альтернативой химическим удобрениям и добавкам.

Цианобактерии представляют собой одну из древнейших форм жизни на Земле, существующих более 3,5 миллиарда лет. Они – первые древние продуценты кислорода, которые внесли решающий вклад в формирование кислородной атмосферы планеты. Цианобактерии обладают высокой адаптивностью и могут обитать в самых разных условиях: пресных и солёных водоёмах, на почвах различного состава, на поверхности растений и субстратах [1]. Установлено, что ряд их биохимических и экологических свойств обуславливает их высокий биотехнологический потенциал для применения в сельском хозяйстве.

В растениеводстве цианобактерии, вступая в симбиоз с различными культурами, служат важнейшим источником органических веществ и биологически доступного азота, напрямую повышая урожайность. Вид *Anabaena azollae* живёт в симбиозе с водным папоротником азоллой, используемым в качестве зелёного удобрения на рисовых полях [2]. Симбиоз цианобактерии *Tolyphothrix tenuis* с кор-

невыми системами ряда водных растений приводит к повышению доступности питательных веществ. *Scytonema hofmanni* встречается на поверхности почв и в мхах, участвуя в формировании биологической корки. *Aulosira fertilissima* способствует улучшению роста растений и повышению урожайности зерновых культур. Цианобактерия *Gloeocapsa atrata* обитает на поверхности влажных почв и камней, формируя фотосинтетические сообщества, в которых происходит накопление органических веществ и азота. *Calothrix parietina* образует симбиотические связи с корнями некоторых болотных растений, укрепляя структуру почвы и улучшая её аэрацию. Благодаря ассоциации с мхами и лишайниками, цианобактерия *Cylindrospermum muscicola* играет важную роль в первичном заселении бедных субстратов. Колонии *Trichodesmium erythraeum*, распространённой в тёплых водоёмах, играют важную роль в поддержании азотного баланса в водных экосистемах и сельскохозяйственных ирригационных системах [3].

Цианобактерии синтезируют витамины группы В, аминокислоты, фитогормоны и микроэлементы, которые активизируют обменные процессы, способствуют интенсивному росту и развитию растений, стимулируя деление клеток и развитие корневой системы, ускоряя прорастание семян и повышая устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды [1].

Эксперименты показали, что обработка семян и почвы жидкими культурами цианей повышала урожайность бобовых культур на 15–25 %, увеличивала содержание белка в зерне на 5–7 % и способствала формированию более мощной корневой системы [4].

В пшенице, кукурузе и ячмене внесение жидких культур цианобактерий способствовало увеличению длины корней, ускорению появления всходов. В рисовых полях обработка почвы цианобактериями приводила к увеличению длины побегов на 15–20 % и количества зерна на 10–12 % [5].

В овощеводстве применение цианобактерий также имеет высокую эффективность. Морковь, свёкла, картофель, капуста, а также томаты и огурцы, обработанные суспензиями микроорганизмов, демонстрировали более высокий уровень сахара и витаминов (В1, В2, С), а также микроэлементов, таких как железо, магний и калий [4, 5–10]. Урожайность таких культур повышалась на 10–18 %.

Цианобактерии формируют биоплёнки в верхнем слое почвы, которые снижают испарение влаги на 10–15 % и увеличивают содержание органического вещества на 5–8 %, создавая оптимальные условия для развития корней и улучшения питания растений.

Внесение цианей в почву или обработка семян повышает урожайность и качество продукции без накопления нитратов. Использование суспензий цианобактерий при поливе и смешивании с компостом обеспечивает равномерное распределение микроорганизмов и создает более устойчивую почвенную среду. На пастбищах и лугово-водческих угодьях внесение цианобактерий увеличивает урожай зелёной массы трав и содержание белка, формируя более качественную кормовую базу для животных. При смешанных посевах люцерны и овса прирост зелёной массы достигал 10–15 %, а содержание белка в кормовой массе увеличивалось на 5 % [11, 12].

В животноводстве цианеи применяются как жидкая кормовая добавка благодаря высокому содержанию белка, витаминов группы В, аминокислот, микроэлементов и полиненасыщенных жирных кислот. Эти вещества способствуют нормализации обмена веществ, повышению иммунитета и устойчивости животных к стрессам. При добавлении жидких культур в рацион улучшается микрофлора кишечника, повышается переваримость кормов и усвоение питательных веществ.

Их включение в рацион крупного рогатого скота (коров молочного и мясного направлений продуктивности) в виде жидких культур увеличивало прирост живой массы на 10–15 %, повышало молочную продуктивность на 5–6 %, а также содержание белка и витаминов в молоке [13]. Свиньи, получавшие корм с добавлением жидких культур цианобактерий, демонстрировали прирост массы на 8–12 %. Птица показывала повышение яйценоскости на 5–8 %, улучшение качества яиц и устойчивости к болезням. У кур-несушек повышалась масса яиц, а желток становился более насыщенным по цвету и содержанию каротиноидов [14]. В аквакультуре использование жидких культур цианобактерий в качестве корма ускоряло рост молоди рыбы на 10–15 % и снижало смертность на 7–10 % [15]. Такие добавки способствовали поддержанию оптимального состава воды за счёт выделения кислорода при фотосинтезе.

Цианобактерии оказывают комплексное благоприятное воздействие на сельское хозяйство: они снабжают растения азотом и биологически активными веществами, улучшают структуру и плодородие почвы, служат источником полноценного питания для животных. Их использование способствует устойчивому развитию агроэкосистем, повышению урожайности и улучшению здоровья растений и животных, снижая зависимость от химических удобрений и кормовых добавок.

Литература

- 1 Андреюк, Е. И. Цианобактерии / Е. И. Андреюк, Ж. П. Коптева, В. В. Запина. – Киев: Наукова думка, 1990. – 195 с.
- 2 Нгуен, Х. Т. Фотосинтетическая продуктивность и активность азотфиксации симбиотических систем *Azolla – Anabaena azollae* и перспективы их использования / Х. Т. Нгуен. – Москва, 1984. – 362 с.
- 3 Якушев, А. В. Биологическая активность почвенных цианобактерий и их роль в агроэкосистемах / А. В. Якушев, Н. В. Иванова. – Минск: Наука и практика, 2022. – 200 с.
- 4 Хасанова, Н. И. Влияние климатических показателей на цианобактериально-водорослевые ценозы почв / Н. И. Хасанова // Вестник Нижневартовского государственного университета. – 2024.
- 5 Фокина, А. И. Влияние цианобактерии *Nostoc paludosum* и её экзометаболитов на рост ячменя сорта Изумруд / А. И. Фокина, Л. И. Домрачева, С. Ю. Огородникова // Принципы экологии. – 2019. – № 3. – С. 133–143.
- 6 Рабинович, Г. Ю. Эффективность жидкофазных биосредств при возделывании моркови на торфяных почвах / Г. Ю. Рабинович, Н. В. Фомичева, Ю. Д. Смирнова // Вестн национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 319–329.
- 7 Смирнова, Л. В. Эффект цианобактерий на рост и качество свёклы / Л. В. Смирнова, М. А. Петрова // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 4. – С. 45–52.
- 8 Соловьёва, И. И. Улучшение качества картофеля с применением микроорганизмов / И. И. Соловьёва. – ВИР, 2020. – 140 с.
- 9 Климова, Т. П. Влияние биопрепаратов на рост и развитие капусты / Т. П. Климова, Н. В. Иванова // Современное растениеводство. – 2018. – № 2. – С. 32–39.
- 10 Новикова, А. А. Влияние культур микроводорослей, цианобактерий и их комплексов на рост и развитие проростков огурцов / А. А. Новикова, Ю. М. Бачура // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. Биология. – 2024. – № 6 (147).
- 11 Нурмухаметов, Н. М. Биологический потенциал почвы и продуктивность агроценозов / Н. М. Нурмухаметов, Б. Ф. Закиров. – Уфа: Изд-во БГАУ, 2009. – 335 с.
- 12 Пауков, А. Г. Физиология и экология почвенных цианобактерий / А. Г. Пауков, А. В. Якушев, В. А. Лукьянов. – Минск: Белорусский научно-исследовательский центр биотехнологий, 2017. – 210 с.
- 13 Усатов, О. О. Основные аспекты применения кормовых добавок на основе микроводоросли *Spirulina platensis* в рационах дойных коров [Электронный ресурс] / О. О. Усатов, И. В. Глебова,

О. А. Тутова // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-aspekty-primeneniya-kormovyh-dobavok-na-osnove-mikrovodorosli-spirulina-platensis-v-ratsionah-doynyh-korov> (дата обращения: 01.11.2025).

14 Лойте, Я. Х. Исследование микробных добавок в кормлении свиней и птицы: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.02 / Я. Х. Лойте. – Тарту, 1985. – 187 с.

15 Руденко, Р. А. Биотехнология водорослей в аквакультуре [Электронный ресурс] / Р. А. Руденко, И. В. Ткачева // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biotehnologiya-vodorosley-v-akvakulture> (дата обращения: 01.11.2025).

УДК 635.91.05:633.88

A. P. Хвост

Науч. рук.: Н. М. Дайнеко, канд. биол. наук, доцент

ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННОГО РИТМА РАЗВИТИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ

В статье представлены результаты мониторинга сезонного развития 14 видов лекарственных растений в условиях г. Гомеля за период 2022–2024 гг. В ходе работы методом биометрических измерений и фенологических наблюдений были установлены количественные показатели их развития: продолжительность вегетации (92–180 дней), бутонизации (10–20 дней) и цветения (10–20 дней). На основе сроков цветения все виды распределены на три группы: ранне-, весенне- и летнецветущие. Наибольшую продолжительность вегетации показала хоста Зибольда (180 дней).

Актуальность исследований: использование лекарственных растений в озеленении позволяет не только улучшить эстетический облик территорий, но и повысить их функциональность благодаря фитонцидным и антимикробным свойствам. Однако эффективное применение лекарственных растений в озеленении требует глубокого понимания их сезонного ритма развития, который определяет декоративность, устойчивость и продолжительность вегетации.

Цель работы: изучение сезонного темпа развития некоторых лекарственных растений для использования их в озеленении

Методика исследования: исследования проводились на территории цветочно-декоративной клумбы эколого-биологического центра детей и молодёжи г. Гомеля в летний период 2022–2024 года.

Во время проведения наблюдений раз в декаду с помощью измерительной ленты проводились замеры биометрических показателей изучаемых лекарственных растений. Отобранные лекарственные растения помечались тканевой лентой на стебле растения и около измеряемого листа, для наибольшей точности результатов измерений.

Программа исследований включала решение следующих задач:

1 Определение изучаемых лекарственных растений, произрастающих на клумбе.

2 Анализ фенофаз развития изучаемых лекарственных растений.

3 Морфометрия изучаемых видов на протяжении фенологического развития.

4 Анализ метеорологических условий.

5 Обработка полученных данных.

Лекарственные растения признаны подходящими для озеленения. Их вегетационный период, бутонизация и ритмы цветения позволяют создавать гармоничные композиции. Изученные виды обладают декоративным потенциалом для ландшафтного дизайна. Оптимальное сочетание сроков цветения, высоты и формы листьев позволяет создавать устойчивые и эстетичные композиции.

В таблице 1 представлены фенофазы развития изучаемых лекарственных растений 2022–2024 гг.

На основании таблицы 1 было установлено, что наиболее продолжительный вегетационный период у хосты Зибольда (*Hosta sieboldiana*) – 160 дней, а наименьшая продолжительность вегетационного периода у душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) – 92 дня.

Наиболее продолжительная вегетация наблюдается у хосты Зибольда (*Hosta sieboldiana*) – 180 дней, а наименьшая продолжительность вегетации у лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia*) – 97 дней.

Наиболее длительная бутонизация у эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*) – 20 дней, а наименьший период бутонизации у большинства изучаемых лекарственных растений таких как окопник (*Symphytum officinale*), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*), душица обыкновенная (*Origanum vulgare*), лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia*) баптизия южная (*Baptisia australis*) и хоста Зибольда (*Hosta sieboldiana*) результаты бутонизации, которых составило 10–11 дней.

Наиболее продолжительное цветение копытень европейский (*Asarum europaeum*), крестовник пепельный (*Jacobaea maritima*) – 20 дней, а наименьшей длительностью цветения у шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*), руты душистой (*Ruta graveolens*) – 10 дней.

Таблица 1 – Фенофазы развития изучаемых лекарственных растений 2022–2024 гг.

Вид растения	Год	Вегетационный период (дней)	Фенофазы развития (дней)				
			Вегетация	Бутонизация	Цветение	Образование семян	Образование плодов
Алтей лекарственный (<i>Althaea officinalis</i>)	1	2	3	4	5	6	7
	2022	142	20.05–15.10	10.06–25.06	25.06–03.07	15.08	25.07
	2023	145	18.05–10.10	05.06–20.06	25.06–05.07	13.08	26.07
Бадан толстолистный (<i>Bergenia crassifolia</i>)	2024	145	16.05–08.10	10.06–24.06	23.06–04.07	13.06	23.07
	2022	122	01.05–25.09	20.05–05.06	05.06–17.06	30.08	15.08
	2023	108	05.05–14.09	25.05–10.06	03.06–15.06	02.09	16.08
Душица обыкновенная (<i>Oriганum vulgare</i>)	2024	110	05.05–16.09	22.05–06.06	01.06–13.06	01.09	15.08
	2022	97	15.06–30.10	20.07–30.07	31.07–15.08	20.09	15.08
	2023	92	16.06–25.10	20.07–30.07	23.07–04.08	21.09	13.08
Копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i>)	2024	96	15.06–01.11	20.07–30.07	28.07–13.08	20.09	13.08
	2022	119	20.02–15.07	01.03–14.03	10.03–19.03	19.06	03.06
	2023	132	01.03–10.07	13.03–26.03	15.03–30.03	20.06	05.06
Лаванда узколистная (<i>Lavandula angustifolia</i>)	2024	128	01.03–05.07	10.03–23.03	13.03–27.03	20.06	05.06
	2022	103	05.06–20.10	30.06–15.07	20.07–30.07	16.09	30.08
	2023	100	03.06–15.10	28.06–12.07	18.07–30.07	15.09	27.08
	2024	100	04.06–18.10	26.06–10.07	23.07–30.07	15.09	27.08

Окончание таблицы 1

	1	2	3	4	5	6	7	8
Окопник лекарственный (<i>Sympyrum officinale</i>)	2022	127	25.04–20.09	15.05–25.06	05.06–12.06	30.08	05.08	
	2023	120	25.04–13.09	13.05–24.06	03.06–12.06	30.08		03.08
	2024	125	20.04–13.09	15.05–25.06	05.06–15.06	30.08		05.08
Шалфей лекарственный (<i>Salvia officinalis</i>)	2022	138	30.04–25.09	20.05–30.05	10.06–18.06	15.08		23.07
	2023	140	30.04–28.09	22.05–01.06	13.06–21.06	19.08		25.07
	2024	140	30.04–28.09	20.05–30.05	10.06–18.06	15.08		25.07
Эхинацея пурпурная (<i>Echinacea purpurea</i>)	2022	129	24.05–20.10	15.06–01.07	30.06–09.07	20.09		10.09
	2023	141	30.05–17.10	25.06–18.07	30.06–11.07	23.09		08.09
	2024	140	22.05–19.10	17.06–04.07	30.06–11.07	20.09		07.09

Особое внимание уделялось срокам цветения, потому что именно этот период вегетации помогает определить, когда лучше высаживать растения.

Выделяют следующие сроки цветения у растений:

1 Раннецветущие (с февраля по апрель): копытень европейский (*Asarum europaeum*).

2 Весеннецветущие (с апреля по июнь): крестовник пепельный (*Jacobsaea maritima*).

3 Летнецветущие (с июня по август): эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea*), окопник лекарственный (*Sympytum officinale*), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*), алтей лекарственный (*Althaea officinalis*), душица обыкновенная (*Origanum vulgare*), лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia*), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia*), баптизия южная (*Baptisia australis*), хоста Зибольда (*Hosta sieboldiana*), ruta душистая (*Ruta graveolens*), змеевик большой (*Bistorta officinalis*), лук скорода (*Allium schoenoprasum*).

Литература

1 Атлас лекарственных растений СССР / Гл. ред. акад. Н. В. Цицин. М.: Медгиз, 1962. С. 14–16. 702 с.

2 Беффа, М. Т. Лекарственные растения: [справочник] / Мария Тереза делла Беффа. – М.: ACT: Астрель, 2005. – 255.

УДК 577.355:582.29

E. E. Хомченко

Науч. рук.: ***O. M. Храмченкова***, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА В ТАЛЛОМАХ *HYPOGYMNIA PHYSODES*

*В ходе исследования установлено, что содержание фотосинтетических пигментов в талломах лишайника *Hypogymnia physodes* тесно коррелирует с уровнем влажности и температурой окружающей среды. Концентрация хлорофилла а и каротиноидов статистически значимо выше в воздушно-сухом состоянии талломов ($p < 0,05$), тогда как увлажнение обуславливает их снижение. Температурный фактор оказывает модулирующее воздействие, особенно на уровень хлорофилла b ($p < 0,05$) и соотношение пигментов.*

Лишайники, представляющие собой симбиотические комплексы грибов и фотобионтов, играют важную роль в функционировании наземных экосистем и широко применяются в качестве биоиндикаторов экологического состояния среды. Их жизнедеятельность, включая фотосинтез, напрямую зависит от абиотических факторов, среди которых определяющее значение имеют влажность и температура [1, 2]. Фотосинтетические пигменты – хлорофиллы и каротиноиды – не только участвуют в преобразовании световой энергии, но и обеспечивают защиту фотосинтетического аппарата от стрессовых воздействий [3, 4]. Несмотря на значительное количество исследований по физиологии лишайников, совокупное влияние влажности и температуры на состав фотосинтетических пигментов все еще изучено недостаточно.

Целью данного исследования было оценить влияние влажности таллома и температуры окружающей среды на содержание фотосинтетических пигментов в талломах *Hypogymnia physodes*.

Объектом исследования служил крупно-листоватый лишайник *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., собранный в пригородных лесах города Гомеля. В эксперименте использовались как воздушно-сухие, так и предварительно увлажнённые (в течение 24 часов) талломы. Извлечение пигментов проводилось с использованием 85 %-ного ацетона. Оптическую плотность полученных экстрактов измеряли на спектрофотометре Solar PB2201 при длинах волн 440,5; 644 и 662 нм. Концентрации хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов рассчитывались по формулам [5]:

$$Схла = 10,3 \cdot D663 - 0,918 \cdot D644,$$

$$Схлb = 19,7 \cdot D644 - 3,87 \cdot D663,$$

$$Схла+хлb = 6,4 \cdot D663 + 18,8 \cdot D644,$$

$$Скар = 4,75 \cdot D452,5 - 0,226 \cdot Схла+хлb,$$

где С – концентрация пигментов (мг/л);

D – оптическая плотность на соответствующих длинах волн.

Для анализа данных применяли двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим пост-хок тестом Тьюки.

Результаты показали, что влажность оказывает доминирующее влияние на уровень хлорофилла *a* ($p = 7,521 \text{ E-}13$) и каротиноидов ($p = 2,942\text{E-}11$), тогда как влияние температуры и взаимодействие

факторов по этим параметрам были статистически незначимы ($p > 0,05$). В отличие от этого, содержание хлорофилла *b* зависело как от влажности ($p = 2,666\text{E-}06$), так и от температуры ($p = 0,0001247$), а также от их взаимодействия ($p = 0,0001855$). Это указывает на то, что влияние одного из факторов может изменяться в зависимости от уровня другого.

Наиболее интересным наблюдением стало повышение концентрации хлорофилла *b* ($0,57 \pm 0,20$ мг/г) в воздушно-сухих талломах при температуре $+12$ °С. Этот показатель статистически отличался от значений при $+26$ °С и $+45$ °С, а высокая вариабельность может свидетельствовать о нестабильности пигмента в условиях низкой температуры и обезвоживания.

Повышенные уровни пигментов в воздушно-сухом состоянии, вероятно, отражают не усиленный синтез, а пассивное накопление, обусловленное замедлением метаболизма и дегидратацией.

Таким образом, содержание хлорофилла *b* регулируется как влажностью, так и температурой, а также их взаимодействием. Снижение соотношения хлорофилл *a/b* при $+12$ °С может быть адаптивным механизмом повышения светопоглощения в холодных условиях, поскольку хлорофилл *b* более эффективно поглощает синий свет.

Оптимальные условия для физиологической активности талломов наблюдались при температуре около $+26$ °С, где было зафиксировано сбалансированное соотношение пигментов. Это, вероятно, отражает достижение функционального компромисса между фотосинтетической активностью и защитными механизмами.

Полученные данные имеют прикладное значение для проведения лихеноиндикации: при сборе биоиндикаторных образцов важно учитывать не только видовую принадлежность, но и текущие условия влажности и температуры, так как они напрямую влияют на физиологические параметры лишайников

Литература

1 Nash III T. H. Lichen biology / T. H. Nash III [et al.]. – Cambridge University Press, 1996, 2008. – 486 p.

2 Kranner, I. Protocols in Lichenology Culturing, Biochemistry, Ecophysiology and Use in Biomonitoring / I. Kranner [et al.]. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. – 580 p.

3 Войцехович, А. А. Фотобионты лишайников: разнообразие, экология и взаимоотношения с микобионтом. – Saarbrucken: LAP LAMBART Academic Publishing, 2013. – 102 с.

4 Тарасова, В. Н. Лишайники: физиология, экология, лихено-индикация: учебное пособие / В. Н. Тарасова, А. В. Сонина, В. И. Андросова. – Петрозаводск: Изд – во ПетрГУ, 2012. – 368 с.

5 Кахнович, Л. В. Фотосинтез: Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов / Л. В. Кахнович. – Минск: БГУ, 2003. – 88 с.

УДК 631.466.3:581.14:635.63

A. E. Шван

Науч. рук.: Ю. М. Бачура, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ АЛЬГОЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ *VISCHERIA-NOSTOC* НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ В ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

*Представлены результаты лабораторного эксперимента по изучению влияния суспензий микроводорослей *Vischeria-Nostoc* и комплексов на их основе на рост и развитие проростков кукурузы. Как показали результаты эксперимента, использование чистой суспензии *Vischeria* является высокоперспективным объектом для разработки биоудобрения или стимулятора роста, так как обеспечивает стабильное и значительное усиление роста кукурузы.*

Микроводоросли рода *Vischeria* и цианобактерия рода *Nostoc*, широко представлены в альгоцианобактериальной флоре почв Беларуси, они космополитны и отличаются достаточной высокой экологической пластичностью, включая способность обитать в антропогенно-преобразованных почвах [1–3].

Культивирование микроводорослей и цианей проводили на основной среде Болда (BVM – Bold basal medium) при температуре (20 ± 3) °C с 10/14 часовом чередованием световой и темновой фаз и освещением 3 500–4 000 лк и барботированием в дневное время.

Плотность культур составляла 29,6–29,8 млн клеток на 1 мл культуры для микроводоросли *Vischeria* и 25,6–25,9 млн клеток на 1 мл культуры для цианобактерии *Nostoc* [4].

В эксперименте использовали семена кукурузы сахарной (*Zea mays L.*). Опыт закладывали в шестикратной повторности. Исследуемые варианты включали исходные суспензии *Vischeria* и *Nostoc*,

а также их комплексы в соотношениях 3:1, 2:1, 1:1, 1:2 и 1:3. В качестве контроля использовали дистиллированную воду и питательную среду Болда для разграничения влияния среды на рост и развитие проростков кукурузы.

Семена проращивали в пластиковых емкостях на фильтровальной бумаге, внося по 5 мл соответствующей суспензии. На 4-е сутки определяли энергию прорастания и добавляли по 2 мл соответствующих жидкостей; на 7-е сутки фиксировали всхожесть и также добавляли по 2 мл суспензий или контрольных жидкостей. На 10-е сутки измеряли длину корней и побегов, а также массу проростков. Оценку и учет проросших семян для расчета энергии прорастания и всхожести проводили по ГОСТ 12038-84 [5]. Статистическую обработку данных выполняли в программе Excel.

Результаты эксперимента показали значительное варьирование энергии прорастания семян (32,5–95 %), наиболее высокие показатели энергии прорастания отмечены в варианте опыта с питательной средой (95 %), а наименьшие показатели в вариантах опыта с комплексами *Vischeria-Nostoc* состава 2V:1N и 1V:2N, а также в варианте опыта с культурой *Nostoc* (по 32,5 %). Всхожесть семян также варьировала, достигая максимума в варианте опыта с питательной средой (95 %), минимум был отмечен в варианте опыта с комплексом *Vischeria-Nostoc* состава 1V:2N (35 %).

Наибольшая средняя длина корней отмечена в варианте опыта с культурой *Vischeria* (142,08 мм), а наименьшая – в варианте с комплексом *Vischeria-Nostoc* в соотношении 1:2 (34,85 мм). При этом максимальное значение длины корней среди всех вариантов было зафиксировано в опыте с комплексом *Vischeria-Nostoc* в соотношении 3:1 (294 мм).

Аналогичную закономерность наблюдали для длины побегов кукурузы. Максимальное среднее значение также было отмечено в варианте с культурой *Vischeria* (90,45 мм), а минимальное – в варианте опыта с комплексом *Vischeria-Nostoc* в соотношении 1:2 (24,65 мм). Наибольшая же измеренная длина побегов составила 176 мм и была зафиксирована в вариантах с чистыми культурами *Vischeria* и *Nostoc*.

Средняя масса проростков была максимальной в варианте с *Vischeria* (0,741 г), а минимальной – в комплексе *Vischeria-Nostoc* в соотношении 1:2 (0,287 г). Наибольшие значения по массе проростков были отмечены в вариантах с комплексами *Vischeria-Nostoc* в соотношениях 2:1 и 1:3 (1,670 г и 1,604 г соответственно).

По результатам эксперимента в порядке убывания значений были составлены ряды средних морфометрических показателей (таблица 1).

Таблица 1 – Ряды средних морфометрических показателей

Показатели	Ряды средних морфометрических показателей
Длина проростков кукурузы	исходная суспензия <i>Vischeria</i> > комплекс 3V:1N > ВВМ > дистиллированная вода > комплекс 1V:3N > комплекс 1V:1N > исходная суспензия <i>Nostoc</i> > комплекс 2V:1N > комплекс 1V:2 N
Масса проростков кукурузы	исходная суспензия <i>Vischeria</i> > ВВМ > комплекс 1V:3N > комплекс 1V:1N = исходная суспензия <i>Nostoc</i> > дистиллированная вода > комплекс 3V:1N > комплекс 2V:1N > комплекс 1V:2 N

Обработка полученных морфометрических данных методом однофакторного дисперсионного анализа показала достоверную разницу между контрольными и опытными вариантами по длине корней ($F = 5,21\text{--}35,83$; $p \leq 0,01$), контрольными и опытными вариантами по длине побегов ($F = 4,1\text{--}41,78$; $p \leq 0,01$); контрольными и опытными вариантами по массе проростков кукурузы ($F = 3,85\text{--}20,42$; $p \leq 0,01$).

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

Наибольшее фитостимулирующее действие исходных культур микроводорослей на длину проростков кукурузы отмечено в эксперименте с культурой *Vischeria* – фитоэффекты составили 153,48 % относительно контроля с водой и 142,89 % относительно контроля с питательной средой. Наибольшая фитоэффективность по массе проростков также была зафиксирована в варианте опыта с использованием культуры *Vischeria* – фитоэффекты составили 148,20 % относительно контроля с дистиллированной водой и 110,6 % относительно контроля с питательной средой.

Проведенное исследование по изучению влияния альгоцианобактериальных комплексов *Vischeria-Nostoc* на прорастание семян кукурузы продемонстрировало различное воздействие данных суспензий на ключевые морфометрические параметры проростков. Наибольшую эффективность по длине корней, побегов и массе проростков кукурузы продемонстрировала исходная суспензия микроводорослей рода *Vischeria*. Это доказывает, что *Vischeria* обладает мощным и стабильным фитостимулирующим действием, обеспечивая равномерно высокий результат. Подтверждением этому служат рассчитанные фитоэффекты.

Литература

1 Бачура, Ю. М. Почвенные водоросли и цианобактерии антропогенно-преобразованных почв (на примере Гомельского региона): монография / Ю. М. Бачура. – Чернигов: Десна Полиграф, 2016. – 153 с.

2 Шалыго, Н. В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобре-ние / Н. В. Шалыго // Наука и инновации. – 2019. – № 3 (193). – С. 22–26.

3 Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.

4 Гайсина, Л. А. Современные методы выделения и культивирования водорослей: учебное пособие / Л. А. Гайсина, А. И. Фазлутдинова, Р. Р. Кабиров. – Уфа, 2008. – 151 с.

5 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.01.2002. – М.: Изд-во стандартизации, 2001. – 30 с.

УДК 632.4

B. N. Шевко

Науч. рук.: Ю. М. Бачура, канд. биол. наук, доцент

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАСТЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В статье описана проблема недостаточной диагностики зеленых насаждений урбанизированных территорий. Отмечена необходимость молекуларно-генетического анализа для дальнейших исследований. Генетическая идентификация позволила обнаружить многочисленные инвазивные неизученные грибные инфекции древесных растений на урбанизированной территории. В основной части приведена методика исследований, описано проведение серии экспериментов по выявлению инфекционных заболеваний ветвей и листьев древесных растений.

Проблема работы заключается в несоответствии действующей фитосанитарной методики мониторинга, исключающей генетическую диагностику. Изменение климата на юге Беларуси усилило абиотическую нагрузку на фитоценозы и способствовало проникновению инвазивных патогенов. Это затрудняет оценку истинного спектра и вредоносности заболеваний, особенно для урбанизированных насаждений, где спектр патогенов уникален из-за антропогенной нагрузки и мозаичности структуры. Отсутствие масштабного молекуллярно-фитопатологического мониторинга городских территорий обуславливает существенный пробел в данных.

Целью работы являлось изучение методов диагностики возбудителей инфекционных заболеваний растений.

Методика исследования: с образцов растений отбирали листья (хвою) и фрагменты ветвей с симптомами инфекции (пятнистости, некрозы и др.). Суммарную ДНК экстрагировали СТАВ-методом. Для диагностики спектра грибной инфекции проводили ПЦР с универсальными праймерами ITS1-F/ITS2, амплифицирующими локус ITS1 рДНК. Видовой спектр анализировали методами фрагментного анализа и секвенирования ампликонов по Сэнгеру. Идентификацию секвенированных последовательностей выполняли с использованием онлайн-ресурса NCBI BLAST в базе данных NCBI.

На рисунке 1 представлен фрагмент данных ПЦР-диагностики исследованных образцов.

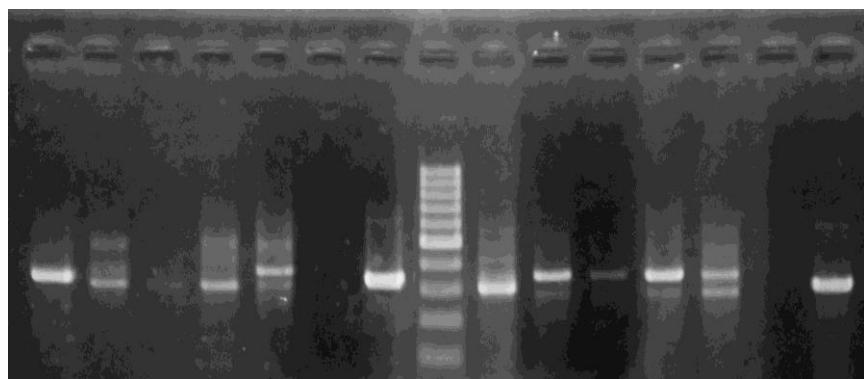


Рисунок 1 – Фрагмент ПЦР-спектра грибной микрофлоры хвои сеянцев сосны с праймерами ITS1F/ITS2 в 1,5 % агарозном геле

В программном обеспечении Sequencing Analysis Software 6.2 была проведена первичная обработка секвенированных последовательностей нуклеотидов (рисунок 2).

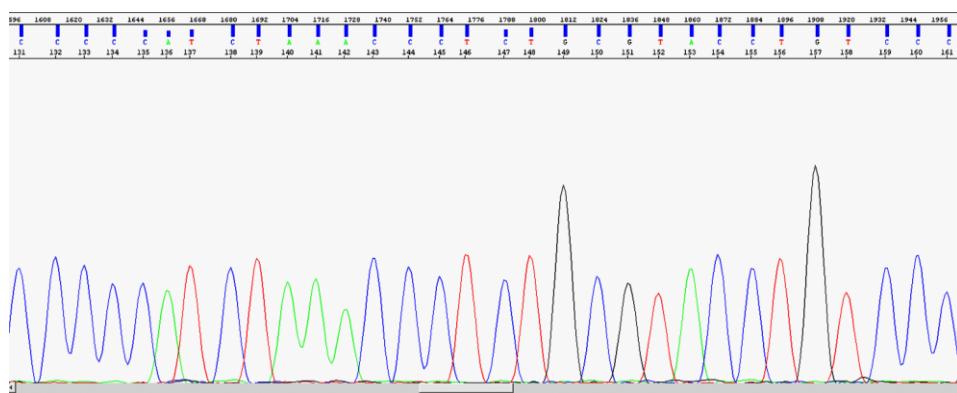


Рисунок 2 – Анализ секвенированной последовательности локуса ITS1 рДНК грибов в программном обеспечении Sequencing Analysis Software 6.2

В придорожных посадках и скверах в некротизированной хвое ели сизой (*Picea glauca* (Moench) Voss) доминировал малоизученный фитопатогенный гриб *Rhizosphaera minteri* Joanne E. Taylor & Koukol., требующий дальнейшего изучения его вредоносности. В фитопатогенном комплексе выявлены *Fusarium lateritium* Nees, *Neocatenulostroma abietis* (Butin & Pehl) Quaedvl. & Crous, *Phoma* sp., *Epicoccum nigrum* Link, *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A.de Vries, *Lophiostoma corticola* (Fuckel) E.C.Y.Liew, Aptroot & K.D.Hyde, а также морфологически не описанный вид.

На листьях липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) в придорожных посадках, пораженных темно-бурой пятнистостью, идентифицирован инвазивный вид – фитопатогенный гриб *Amycosphaerella africana* (Crous & M.J. Wingf.) Quaedvl. & Crous.

В парковой зоне в некротизированной древесине клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) выявлен возбудитель некроза ветвей – гриб *Dothidotthia negundinis* (Berk. & M.A. Curtis) Senwanna, Phookamsak & K.D. Hyde, ранее не отмечавшийся на территории Беларуси. В исследованных образцах *D. negundinis* обнаружен в ассоциации с фитопатогеном *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.

На усыхающих листьях березы повислой (*Betula pendula* Roth.) выявлен новый тафриновый гриб (порядок Taphriniales).

На ясene пенсильванском (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall): в некрозах коры ветвей идентифицирован аскомицет *Pleurophoma pleurospora* (Sacc.) Höhn., а в усохших почках и древесине ветвей – *Neoleptosphaeria rubefaciens* (Toglianii) Ariyaw. & K.D. Hyde.

На ясene обыкновенном (*Fraxinus excelsior* L.) в некротизированной древесине ветвей обнаружен новый представитель порядка Pleosporales (*Pleosporales* sp.).

На иве вавилонской (*Salix babylonica* L.) в некрозах тонких ветвей диагностирован фитопатоген *Drepanopeziza triandrae* Rimpau – монофагный возбудитель пятнистости листьев ив.

Результаты исследования подтверждают необходимость дальнейшего молекулярно-генетического мониторинга возбудителей заболеваний в городских зеленых насаждениях.

Литература

1 Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – Москва: Наука, 1989. – 328 с.

2 Хлесткина, Е. К. Молекулярные методы анализа структурно-функциональной организации генов и геномов высших растений / Е. К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Т. 15. – Вып. 4. – С. 757–767.

3 Падутов, В. Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В. Е Падутов, О. Ю. Баранов, Е. В. Воропаев. – Минск: Юнипол, 2007. – 176 с.

4 Падутов, В. Е. Молекулярно-генетические методы идентификации организмов / В. Е. Падутов [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. Вып. 64. – Гомель: ИЛ НАНБ, 2005. – С. 189–196.

УДК 579.8:631.8:631.46:633.14

И. С. Юревич

Науч. рук.: *И. И. Концевая*, канд. биол. наук, доцент

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОПРЕПАРАТА «ГОРДЕБАК» ПРИ РАЗНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ

Обработка микробным препаратом «Гордебак» при превращении промежуточного и специфического органического вещества оказывает влияние в зависимости от влажности почвы: отмечено замедление процессов деструкции и трансформации при недостатке влаги и усиление указанных процессов при оптимальной влажности почвы.

Введение. В настоящее время в технологиях сельского хозяйства для получения нормативно чистой растениеводческой продукции актуально применение микробиологических препаратов. В частности, Институтом микробиологии НАН Беларуси разработан биологический препарат «Гордебак» [1].

Материал и методы исследования. Исследования выполняли в весенний и летний период 2023 г. на землях агрокомбината «Южный» вблизи н.п. Калинино Гомельского района Гомельской области. Объектом исследований являлась биологическая активность агрохимически полезных групп при обработке микробным биопрепаратом «Гордебак» посевов ярового ячменя.

Определена следующая агрохимическая характеристика дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы: pH в KCl – 6,1; фосфор – 288 мг/кг; калий – 295 мг/кг. Площадь опытных делянок составляла 5 м², размещение реномизировано: повторность опытов – 4-х кратная. Норма расхода микробного биопрепарата «Гордебак» – 1,9 л препарата (91 л рабочей жидкости) на 1 000 растений. Проводили прикорневую подкормку растений по всходам в фазе кущения.

Отбор почвенных образцов в посевах ярового ячменя осуществляли в период кущения и в фазу колошения. Микробиологическую индикацию почвы выполняли согласно общепринятым в почвенной микробиологии методам [2], [3].

Результаты и их обсуждение. В 2023 году июнь характеризовался более прохладной первой декадой с температурой воздуха на 0,8 °С ниже нормы. Вторая и третья декады были теплыми с положительной аномалией равной 1,1 и 1,7 °С соответственно. На протяжении первой и второй декад установлен недобор осадков: выпало 31 и 68 % декадной нормы соответственно. В третьей декаде выпало 36,8 мм, что составляет 142 % от климатической нормы. На основании существенного недостатка почвенной влаги в мае и первые две декады июня можно предположить негативное влияние засухи на рост микроорганизмов почвы в анализируемый период времени.

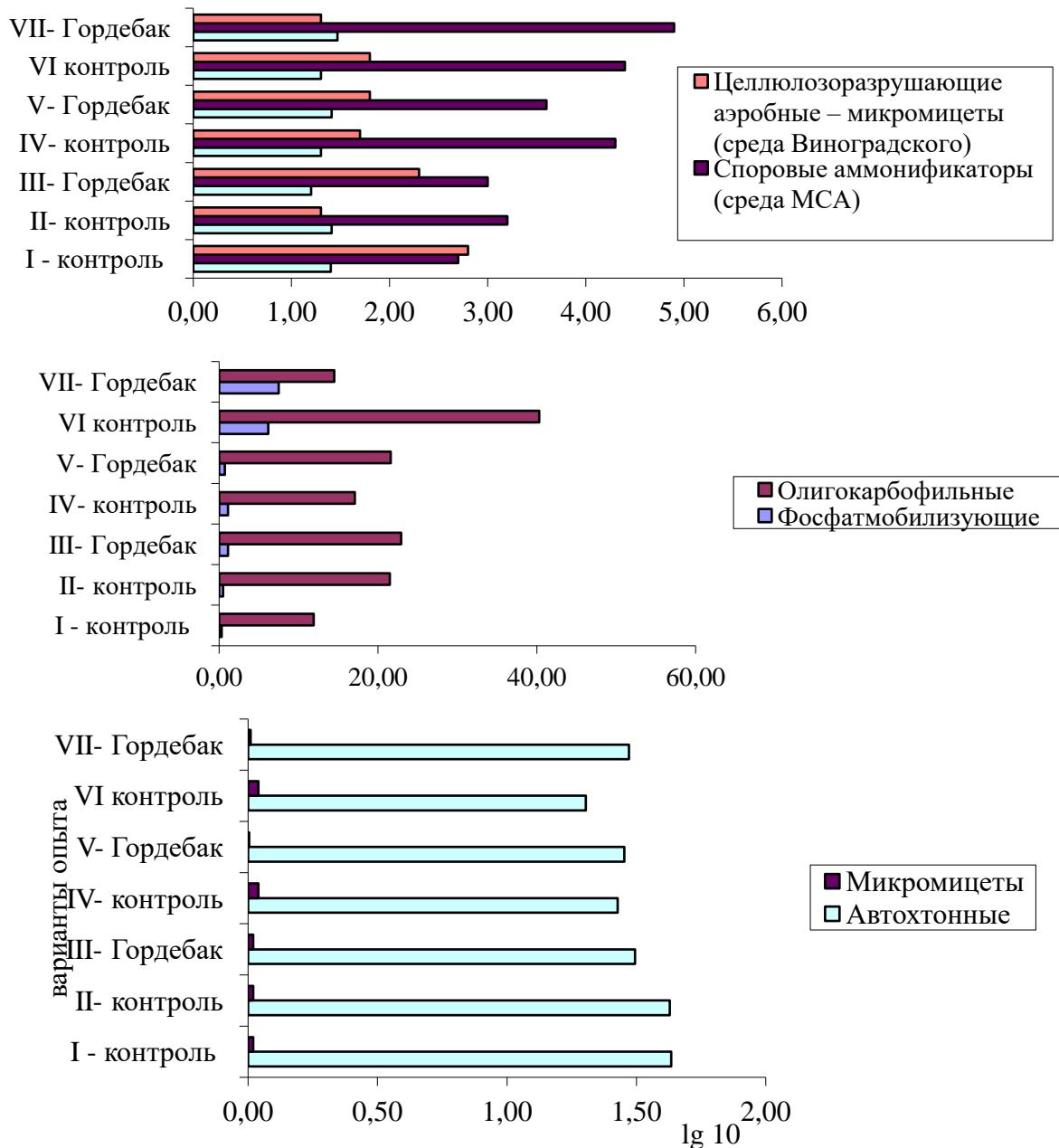
Соответственно климатическим характеристикам мая и июня менялась и влажность почвы. В первой декаде июня отмечена низкая влажность почвы, от 3,0 до 5,1 % в исследуемых образцах почвы, что существенно ниже, чем значение показателя в контрольном образце почвы, отобранном в мае (14,2 %) (таблица 1). Во второй декаде виду отсутствия осадков, отмечена тенденция к дальнейшему снижению значения коэффициента влажности почвы до 1,3–2,6 %. Для третьей декады июня характерно существенное возрастание коэффициента влажности почвы до оптимальных параметров 20,9–22,9 %.

Таблица 1 – Значение коэффициента влажности почвы (%)

Контроль начальный (отбор почвы 17.05.23)	Сроки отбора почвы	Контроль	Гордебак
14,2	08.06.23	4,8	3,0
14,2	20.06.23	2,6	1,3
14,2	28.06.23	20,9	21,3

Во второй декаде июня, при сохранившемся значительном недостатке влаги в почве, поддерживается тенденция к повышению численности микроорганизмов в 2,0 раза при обработке Гордебаком по сравнению со значением начального контроля для группы олигокарбоильных бактерий (рисунок 1). Выявлено существенное увеличение численности микроорганизмов по сравнению с начальным контролем амилолитической группы в 1,5 раза при обработке Гордебаком. Установлено достоверное уменьшение численности микроорганизмов автохтонной экологической ниши в 1,4–1,6 раза в вариантах исходного контроля и при обработке тестируемым биопрепаратом (рисунок 1).

В третьей декаде июня в результате обильного выпадения осадков установлено повышение влажности почвы до 20,9–22,9 % в тестируемых образцах (таблица 1). Было выявлено влияние биопрепарата на численность микроорганизмов для представителей олигокарбофильной группы, что выразилось в снижении значений в 1,6–2,7 раза по сравнению с исходным контролем (рисунок 1), а для олиготрофов наблюдали увеличение численности микроорганизмов в 1,5–2,1 раза.



а – зимогенная экологическая ниша; б – олиготрофная экологическая ниша;
в – автохтонная и миксотрофно-синтетическая экологические ниши

Рисунок 1 – Влияние биопрепарата «Гордебак»
на численность микроорганизмов почвы основных экологических ниш

Таким образом, если анализировать изменение численности микроорганизмов в зависимости от влажности почвы при обработке тестируемым биопрепаратором, то следует отметить, что из основных представителей зимогенной экологической ниши практически не было изменений среди представителей аммонифицирующих микроорганизмов, которые участвуют в разложении азотсодержащего органического вещества почвы. Первичные этапы превращения углеводных соединений почвы происходят более интенсивно по сравнению с отобранными в мае контрольными образцами при участии представителей амилолитической группы как в исходном контролльном, так и в опытных образцах при отборе на протяжении трех декад июня.

В первой декаде июня не выявлено изменение численности микроорганизмов автохтонной экологической ниши, которые разлагают и трансформируют специфическое органическое вещество. Процесс протекает с интенсивностью, зафиксированной ранее в отобранном в мае образце почвы. Во второй декаде июня преобразование на конечных этапах почвенного органического вещества снижается по сравнению с майским образцом. Однако уже в третьей декаде в образцах почвы, обработанных тестируемыми препаратами, установлено возрастание процессов поликонденсации и полимеризации.

Заключение. На основании выполненного микробиологического исследования биопрепарата «Гордебак», используемого в качестве прикорневой подкормки в фазе кущения (в мае) в посевах ярового ячменя, культивированного на почве Гомельского региона республики, установлено: обработка микробным препаратом ожидаемо при превращении промежуточного и специфического органического вещества оказывает влияние в зависимости от влажности почвы: отмечено замедление процессов деструкции и трансформации при недостатке влаги и усиление указанных процессов при оптимальной влажности почвы. Скорость преобразования на начальном этапе превращения свежей органической биомассы для биопрепарата «Гордебак» стабильно зависит от влажности почвы.

Литература

1 Инокулянт микробиологический «Ресойлер», жидкий [Электронный ресурс]. – URL: <https://pesticidy.by/regulyatory-rosta-rastenij/inokulyant-mikrobiologicheskij-resojler-zh/>. – Дата доступа: 12.2.2023.

2 Сергеев, Г. Я. Влияние препарата Байкал ЭМ1 на скорость разложения соломы / Г. Я. Сергеев, В. В. Каверович, Т. А. Костенко // Земледелие. – 2006. – №4. – С. 14–15.

3 Основные микробиологические и биохимические методы исследования почв // под ред. Возняковской Ю. М. – Л.: ВНИИСХМ, 1987. – 47 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Адаев Д. Д.</i>	
Влияние загрязнения воздушной среды на асимметрию листовой пластинки клена остролистного.....	4
<i>Аллакова О. М.</i>	
Рекомендации по озеленению города Мургап (Туркменистан)	6
<i>Аллакова О. М.</i>	
Биоморфологический и фитоценотический анализ основных древесных пород города Мургап Туркменистана.....	10
<i>Алтыев Ч.</i>	
Оценка радиоэкологической ситуации на фрагменте пойменного луга реки Сож.....	12
<i>Болсун И. М.</i>	
Изучение лихенофильных грибов на лишайниках рода <i>Xanthoria</i> в Беларуси	15
<i>Василенко А. А.</i>	
Видовое разнообразие лишайников деревни Гронов Чериковского района	17
<i>Васюк А. А.</i>	
Оценка стимулирующего действия альгокомплексов при выращивании ячменя в условиях недостатка азота.....	20
<i>Гапонова Н. В.</i>	
Видовое разнообразие травянистых растений города Гомеля	23
<i>Дайнеко Д. В.</i>	
Численность представителей микробоценоза почвы при осеннем внесении биопрепарата «Грамисил» в посевах озимого ячменя	27
<i>Дайнеко Д. В.</i>	
Численность представителей микробоценоза почвы при весеннем внесении биопрепарата «Грамисил» в посевах озимого ячменя	32
<i>Загорская Э. В.</i>	
Популяционная структура некоторых листоватых макро- лишайников на территории города Гомеля.....	36
<i>Зуева Е. А.</i>	
Влияние инокулянта «Гордебак» в посевах ярового ячменя на микрофлору почвы	39

<i>Илджанов А. Б.</i>	
Влияние загрязнения воздушной среды на асимметрию листовой пластиинки бересклета повислой	44
<i>Камилджанова А. К.</i>	
Лекарственные растения Дашогузского велаята Туркменистана.....	48
<i>Комарова В. А.</i>	
Разработка системы CRISPR/CAS9 для редактирования генов биосинтеза лигнина у древесных растений.....	51
<i>Корж П. А.</i>	
Лишайники поселка Озерный Житковичского района	54
<i>Лазаренко И. К.</i>	
Методические аспекты проведения лихеномониторинговых исследований в зоне воздействия Белорусской АЭС	56
<i>Мередов Б. Э.</i>	
Флористический список травянистых растений микрорайона «Мельников луг» города Гомеля	58
<i>Мередов Б. Э.</i>	
Анализ видового разнообразия растений микрорайона «Мельников луг» города Гомеля	61
<i>Мырадова Г. Г.</i>	
Сравнительный анализ микоризных ассоциаций у травянистых двудольных растений на территории Гомельского района	63
<i>Мышковская И. П.</i>	
Рост и развитие хризантем в условиях посева	67
<i>Напрейчикова С. С.</i>	
О влиянии различных концентраций азота на цианобактерии рода <i>Nostoc</i> в культуре.....	71
<i>Невейков П. О.</i>	
Влияние влажности и температуры на содержание пигментов фотосинтеза в талломах <i>Evernia prunastri</i>	74
<i>Новикова А. А.</i>	
Закономерности распределения почвенных альгоцианобактериальных сообществ в микрозонах посевов ячменя	79
<i>Нургелдиев Д.</i>	
Особенности медоносной базы и пчеловодства в окрестностях Ашхабада	82
<i>Нурыева М. Я.</i>	
Создание фитокомпозиций с использованием растений местной флоры.....	85

<i>Орёл В. О.</i>	
Биоморфологический и фитоценотический анализ травянистой флоры суходольного луга в окрестностях города Гомеля.....	88
<i>Орёл В. О.</i>	
Видовой состав флоры суходольного луга вблизи деревни Романовичи Гомельского района	91
<i>Пешкун А. А.</i>	
Влияние азота на морфометрические показатели микроводорослей рода <i>Chlorococcum</i> в модельном эксперименте	94
<i>Сальникова К. Д.</i>	
Анализ влияния комплексов <i>Vischeria-Nostoc</i> на рост и развитие проростков ячменя в лабораторных условиях	98
<i>Сапязова Ф. Ш.</i>	
Аллергенные растения города Дашогуза (велаята)	102
<i>Скалпешкина К. А.</i>	
Лишайники города Чечерска	104
<i>Таджисбаева О. Д.</i>	
Использование плоскостной композиции при создании образа «Туркменская девушка в национальном платье».....	106
<i>Таджисбаева О. Д.</i>	
Использование растений при создании плоскостной композиции «Туркменский мальчик с национальным музыкальным инструментом дутаром»	109
<i>Теребиленко Д. А.</i>	
История изучения лишайников рода <i>Parmelia</i> Ach. в Беларуси	113
<i>Труш Н. А.</i>	
Лишайники агрогородка Уборок Лоевского района	116
<i>Туснина Е. В.</i>	
Значение цианобактерий в растениеводстве и животноводстве	118
<i>Хвост А. Р.</i>	
Изучение сезонного ритма развития лекарственных растений для использования их в озеленении.....	122
<i>Хомченко Е. Е.</i>	
Влияние влажности и температуры на содержание пигментов фотосинтеза в талломах <i>Hypogymnia physodes</i>	126

<i>Шван А. Е.</i>	
Влияние альгоцианобактериальных комплексов <i>Vischeria-Nostoc</i> на рост и развитие проростков кукурузы в лабораторном эксперименте	129
<i>Шевко В. Н.</i>	
Методы диагностики возбудителей инфекционных заболеваний растений урбанизированных территорий	132
<i>Юревич И. С.</i>	
Микробиологическая оценка биопрепарата «Гордебак» при разной влажности почвы в посевах ячменя	135

Научное издание

ПЕРВЫЕ ШАГИ В БОТАНИЧЕСКУЮ НАУКУ

Сборник научных работ студентов, магистрантов,
молодых учёных

Основан в 2007 году

Выпуск 18

Подписано в печать 01.12.2025. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 9,15.

Тираж 10 экз. Заказ 686.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий в качестве:

издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;

распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.

Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

