

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

БОТАНИЧЕСКИЕ ЧТЕНИЯ

Электронный сборник материалов
Республиканской научной конференции,
посвященной 85-летию со дня рождения профессора М. П. Жигар

Брест, 27 февраля 2025 года

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2025

ISBN 978-985-22-0840-6

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

Об издании – [1](#), [2](#)

УДК 581.5
ББК 28.580я43

*Рекомендовано редакционно-издательским советом учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук, доцент **Н. М. Матусевич**
кандидат биологических наук, доцент **Н. В. Шкуратова**
старший преподаватель **М. В. Левковская**

Рецензенты:

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

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

Ботанические чтения : электрон. сб. материалов Респ. науч. конф.,
посвящ. 85-летию со дня рождения проф. М. П. Жигар, Брест, 27 февр.
2025 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. М. Матусевич,
Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2025. – 239 с. –
URL: <http://rep.brsu.by/handle/123456789/10433>.
ISBN 978-985-22-0840-6.

В сборнике представлены материалы, всесторонне и целостно охватывающие
вопросы изучения растительного компонента биоты, в том числе в области сравнитель-
ной анатомии растений, флористики и геоботаники, экологии растений, биотехнологии
и физиологии растений, экологии и мониторинга природных и антропогенных экосистем.

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

Разработано в формате pdf.

УДК 581.5
ББК 28.580я43

Текстовое научное электронное издание

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

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

[В НАЧАЛО](#)

2 – производственно-технические сведения

- Использованное ПО: Windows 8, Microsoft Office 2013;
- ответственный за выпуск Ж. М. Селюжицкая, корректор Е. С. Мизерия, технический редактор Е. С. Мизерия, компьютерный набор и верстка Н. М. Матусевич;
- дата размещения на сайте: 17.06.2025;
- объем издания: 4,79 Мб;
- производитель: учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 224016, г. Брест, ул. Мицкевича, 28. Тел.: 8(0162) 21-70-55. E-mail: rio@brsu.by.

[В НАЧАЛО](#)

**К 85-летию со дня рождения
профессора Маргариты Петровны Жигар**



10.02.1940 – 27.05.2020

УДК 58.007

В. И. БОЙКО, Н. В. ШКУРАТОВА, Н. М. МАТУСЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**МАРГАРИТА ПЕТРОВНА ЖИГАР
(К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

Маргарита Петровна Жигар (10.02.1940–27.05.2020) – педагог и ученый, профессор, кандидат биологических наук, профессор кафедры ботаники и экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

Родилась Маргарита Петровна в д. Ясашная Ташла Тереньгульского района Ульяновской области. Ее детство и юность пришлись на тяжелые военные и послевоенные годы. Отец был полковником Советской армии, и в 1945 г. семья переехала в г. Брест по месту службы отца, где Маргарита Петровна пошла в школу. В 1957 г., окончив с золотой медалью среднюю школу № 1 г. Бреста, она поступила на естественно-географический факультет Брестского



государственного педагогического института имени А. С. Пушкина. Маргарита Петровна выбрала педагогическую профессию по примеру своих родителей, ведь оба, отец и мать, в довоенный период работали учителями. По окончании института в 1962 г. получила диплом с отличием и квалификацию «преподаватель географии, биологии, химии».

Молодой педагог начала свою трудовую деятельность в 1962 г. в качестве руководителя кружка цветоводов Брестской областной станции юннатов. С сентября 1963 г. Маргарита Петровна начала свой трудовой путь в БГПИ – БрГУ имени А. С. Пушкина. Сначала работала ассистентом, затем старшим преподавателем (с 1969 г.), доцентом (с 1975 г.) кафедры ботаники. С 1978 по 1989 г. занимала должность проректора по научной работе. В 1995 г. М. П. Жигар было присвоено звание профессора по специальности «Биология». С 2001 по 2004 г. Маргарита Петровна возглавляла кафедру ботаники и экологии. С 2004 г. по май 2020 г. работала в должности профессора кафедры ботаники и экологии.

Маргарита Петровна всегда имела активную жизненную позицию. Работала куратором, председателем культмассовой комиссии биолого-

химического факультета, секретарем комсомольской организации сотрудников института. Являлась депутатом Брестского Ленинского районного Совета народных депутатов, председателем комиссии по народному образованию и культуре, членом Белорусского республиканского комитета профсоюза работников просвещения, высшей школы и научных учреждений, председателем педагогического общества Брестского пединститута, председателем местного комитета института, заместителем декана биолого-химического факультета, ученым секретарем ученого Совета. Она входила в состав редакционных коллегий журнала «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» и сборника научных трудов «Вучоныя запіскі Брэсцкага ўніверсітэта».

Маргарита Петровна с увлеченностью занималась научной работой. В 1972 г. закончила обучение в аспирантуре Ботанического института имени В. Л. Комарова под руководством доктора биологических наук, профессора Е. А. Мирославова. В 1974 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему «Строение наружной стенки эпидермиса злаков в связи с их проницаемостью». Участвовала в фундаментальных и прикладных исследованиях в области анатомии растений. Маргарита Петровна охотно делилась с коллегами и студентами своим научным багажом, подготовила одного кандидата педагогических наук.



М. П. Жигар опубликовала более 300 научных работ. Она автор и соавтор таких изданий, как монография «Анатомия коры деревьев и кустарников» (2001), учебно-методическое пособие «Русско-белорусский словарь по анатомии и морфологии растений» (1995), «Русско-белорусский ботанический словарь» (2001, гриф Научно-методического центра учебной книги), «Атлас по анатомии растений» (2001, гриф Научно-методического

центра учебной книги), «Атлас анатомического строения коры деревьев и кустарников» (2001), «Растения района полевой практики» (2007), «Анатомия растений» (2001), «Анатомія і марфалогія раслін» (1995, гриф Министерства образования Республики Беларусь), «Растительные ткани» (2001), учебно-методический комплекс «Морфология растений» (2009–2011), «Краткий определитель высших растений» (2013), «Краткий определитель высших растений» (2020, гриф УМО по педагогическому образованию), «Экологическая анатомия растений» (2015).

Кроме научных увлечений, в жизни Маргариты Петровны была музыка и спорт. Много лет она пела в составе народного академического хора «Гаудеамус» Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина, который со своими выступлениями побывал в Испании, Италии и др. В 1984 г. стала чемпионкой среди жителей г. Бреста по большому теннису. Реализовалась Маргарита Петровна и в семье: она была любящей женой, заботливой матерью и бабушкой.



Многолетняя научная, научно-организационная и общественная работа Маргариты Петровны неоднократно была отмечена наградами, среди которых Почетные грамоты Министерства просвещения БССР, Министерства просвещения СССР, ЦК профсоюзов работников просвещения высшей школы и научных учреждений работников народного образования БССР, Национального собрания Республики Беларусь, знак «Выдатнік адукацыі Рэспублікі Беларусь», Почетный знак «За вклад в развитие БрГУ имени А. С. Пушкина», медаль «Ветеран труда».

Глубокая преданность ботанической науке и любовь к ней гармонично сочетались с личным обаянием, открытостью, доброжелательностью и уважительным отношением к людям. Маргарита Петровна всегда отличалась большим трудолюбием, трудоспособностью, дисциплинированностью, требовательностью к себе и студентам.

До последних дней Маргарита Петровна была предана университету, продолжала педагогическую и научную деятельность. Из жизни Маргарита Петровна Жигар ушла в год своего 80-летия после тяжелой болезни. В памяти коллег и учеников Маргарита Петровна остается талантливым и разносторонним человеком, которого посчастливилось встретить в жизни.

[К содержанию](#)

СЕКЦИЯ 1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.844

В. И. БОЙКО

Брест, ГУО «Брестский областной ИРО»

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ДЕКОРАТИВНЫХ В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Знание внутренней структуры органов растений имеет широкое применение как в практическом (технология переработки, фармакология, озеленение), так и в теоретическом (уточнение границ таксонов и т. д.) плане. Так сложилось, что в Брестском государственном университете на кафедре ботаники и экологии создана научная школа преподавателей – анатомов растений. Размах исследований в области анатомии растений, можно сказать с уверенностью, был самый масштабный в Республике Беларусь. Наиболее продуктивными являются 1990–2010 гг., когда работали такие ученые, как профессора Виктор Михайлович Еремин и Маргарита Петровна Жигар. Благодаря им, на кафедре пять преподавателей защитили кандидатские диссертации.

Представляем материалы наших исследований по структуре однолетнего стебля брунфельсии Хопа и кипариса вечнозеленого.

Объекты исследования собирались в октябре, т. е. в период, когда камбий находится в неактивном состоянии. Образцы фиксировали в 96 %-м спирте и выдерживали в смеси спирта и глицерина (1 : 1). Из последних готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Материал окрашивали регрессивным способом, помещая в сафранин, а затем в нильский синий. После окраски срезы проводили через растворы спиртов разных концентраций (50, 70 и 90 %). На следующем этапе они обрабатывались карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещались в канадский бальзам [1]. Постоянные препараты анализировали при помощи окуляр-микрометра МОВ-1-15.

Анатомическое строение однолетнего стебля брунфельсии Хопа (семейство Пасленовые)

В ходе исследования выявлена топография тканей однолетнего стебля, который снаружи окружен эпидермой, под которой находится перидерма, граничащая с колленхимой, охватывающей первичную кору.

Глубже располагается кольцо механических элементов, которое окружает первичную и вторичную флоэму, а также древесину и сердцевину. Между вторичными проводящими тканями находится однослойный камбий.

Эпидерма представлена одним слоем клеток, тангентальный и радиальный размеры которых составляют от 25 до 30 мкм. Наиболее утолщена их наружная тангентальная стенка, покрытая слоем кутикулы толщиной до 2 мкм.

Конутри от эпидермы закладывается перидерма. Тип заложения ткани является субэпидермальным. Она типичная, состоит из феллемы, феллогена и феллодермы. В радиальном ряду однолетнего стебля поперечного среза располагается 4–5 слоев клеток пробки. Клетки заполнены воздухом, их радиальный размер составляет 25–30 мкм, а тангентальный – от 15 до 20 мкм. Последние имеют прямоугольную форму. Феллема содержит чечевички, которые, как правило, возвышаются над поверхностью стебля, и каждая из них представляет собой разрывы между клетками пробки.

Под пробкой закладывается феллоген. Ткань представлена одним слоем живых клеток, обеспечивающих образование феллодермы и феллемы. Под феллогеном располагается один слой клеток феллодермы. Феллодерма представлена живой паренхимной тканью, ее клетки несколько больше по размеру, чем клетки феллогена.

Конутри от перидермы располагается колленхима, которая представлена равномерно утолщенными клетками. Ткань образована 4–5 слоями паренхимных клеток. Диаметр клеток колленхимы составляет от 10 до 25 мкм. Клетки имеют овальную форму. Ширина ткани на поперечном срезе достигает 60 мкм.

Под колленхимой располагается первичная кора. Ткань гомогенная, а ее клетки имеют вид многогранников, диаметр которых колеблется от 18 до 35 мкм. В клетках зачастую встречаются друзы оксалата кальция.

Кольцо механических элементов на поперечном срезе представлено 2–3 слоями волокон. Оно сплошное, состоит из групп волокон, которые соединены брахисклереидами. Поперечник волокон имеет форму пяти-, шестиугольников. Их диаметр колеблется в пределах от 10 до 13 мкм. Клетки имеют толстые оболочки, длина волокон достигает 350–400 мкм. Склереиды относятся к типичным брахисклереидам. Их радиальный размер достигает 20–30 мкм, тангентальный – 10–15 мкм, а толщина стенки – 3–4 мкм. Склереиды образуются из клеток первичной коры.

Флоэма на поперечном срезе имеет ширину от 40 до 60 мкм. Ткань представлена проводящими и запасными элементами. Членики ситовидных трубок имеют поперечное сечение в виде четырех-, пятиугольников. Их тангентальные стенки слегка вытянуты к периферии стебля и образуют

нечеткие радиальные ряды. К членикам ситовидных трубок примыкают клетки-спутницы диаметром 5–6 мкм.

Сердцевинные лучи чаще однорядны, но иногда расширяются во флоэме. Их слойность достигает 20–28 клеток, высота составляет 300–400 мкм, а ширина – 12–19 мкм. Механические элементы во флоэме не выявлены.

Камбий располагается между вторичными флоэмой и ксилемой. Ткань представлена одним слоем тонкостенных клеток.

Ширина ксилемы на поперечном срезе составляет от 500 до 600 мкм. Ткань по структуре является рассеяно-сосудистой и представлена проводящими, запасующими и механическими элементами. Высота члеников сосудов составляет 70–80 мкм, а диаметр – 28–38 мкм. Они образуют на поперечном срезе радиальные ряды, которые включают 6–7 сосудов. Трахеиды имеют диаметр поперечника 8–12 мкм и длину от 300 до 350 мкм.

Волокна либриформа в поперечном сечении обладают шестиугольной формой. Их тангентальный размер составляет 10–14 мкм, а радиальный – 12–16 мкм.

Вертикальная паренхима представлена клетками округлой формы в поперечном сечении. Их диаметр достигает от 9 до 10 мкм. В вертикальном ряду на продольном срезе располагается 3–4 клетки.

Диаметр сердцевины около 1000 мкм. Ткань гомогенная, поперечники клеток имеют форму пяти-, шестиугольников, они тонкостенные, а диаметр клеток достигает 40–70 мкм. В сердцевине располагается большое количество друз оксалата кальция. Наружные клетки образуют перимедуллярную зону. Диаметр клеток этой зоны составляет от 8 до 11 мкм.

Анатомическое строение однолетнего стебля кипариса вечнозеленого (семейство Кипарисовые).

Однолетний стебель кипариса вечнозеленого покрыт однослойной эпидермой. Очень рано субэпидермально закладывается перидерма, поэтому эпидерма быстро отмирает и шелушится.

Клетки эпидермы имеют радиальный размер 12–15 мкм, а тангентальный от 20 до 40 мкм, их форма овальная. Наружные тангентальные стенки клеток покрыты слоем кутикулы.

Перидерма состоит из феллогена, феллодермы и феллемы. Феллоген представлен овальными клетками, тангентальный размер которых составляет 15–20 мкм, а радиальный – 6–7 мкм. Центральное феллогена откладываются два слоя феллодермы. Ее клетки также овальные, тангентальный размер находится в пределах 20–30 мкм, радиальный – 18–23 мкм. Клетки пробки образуют радиальные ряды. В однолетнем стебле насчитывается 10–12 клеток пробки, оболочки последних утолщены, их форма неправильная. Внутренние и наружные тангентальные стенки

вытянуты к периферии органа, а радиальные расположены под косым углом к ним. Тангентальный размер клеток достигает 23–30 мкм, а радиальный – 12–14 мкм. Последние заполнены воздухом.

Конутри от перидермы расположена гомогенная первичная кора, клетки которой овальные, тонкостенные. Форма их в виде шестиугольника, диаметр достигает от 30 до 60 мкм.

Внутри от первичной коры располагается вторичная флоэма, состоящая из проводящих и механических элементов. Проводящие элементы представлены ситовидными клетками, которые граничат с клетками Страсбургера. Ситовидные клетки в поперечнике имеют овальную форму, и их тангентальный размер составляет 15–20 мкм, а радиальный – 9–12 мкм. Высота клеток достигает до 30 мкм. Слой флоэмы на поперечном срезе достигает до 100 мкм.

Глубже от вторичной флоэмы располагается древесина, проводящие ткани разграничены камбием. Клетки камбия имеют веретеновидную форму, их диаметр колеблется от 5 до 8 мкм.

Ксилема состоит из трахеид с окаймленными порами. Проводящие элементы уложены радиальными рядами, на поперечном срезе их диаметр составляет 15–22 мкм, а высота в продольном сечении – 100–140 мкм. Ряды трахеид чередуются с однорядными сердцевинными лучами, ширина которых достигает 10 мкм. Трахеиды вытянуты в тангентальном направлении.

В центре стебля расположена гомогенная слабо выраженная сердцевина. Ее клетки тонкостенные, диаметр находится в пределах 30–45 мкм. Диаметр сердцевинных лучей на поперечном разрезе достигает 200–300 мкм.

Таким образом, однолетний стебель кипариса вечнозеленого имеет типичное для голосеменных строение. Он составлен как тканями первичного (эпидерма, первичная кора, сердцевина, первичные флоэма и ксилема), так и вторичного (перидерма, вторичные флоэма и ксилема) происхождения. Для однолетнего стебля характерно отсутствие колленхимы и механического кольца, а также слабо развитая смолоносная система.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прозина, Н. М. Ботаническая микротехника / Н. М. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 260 с.

[К содержанию](#)

УДК 582.946.4:[581.45.043:628.9.04]:069.029(476-25)

И. Н. КАБУШЕВА, Е. В. АТЕСЛЕНКО, Н. Л. САК

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА
У ДЕКОРАТИВНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *JASMINUM* L.
ПРИ ИХ КУЛЬТИВИРОВАНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ИСТОЧНИКОВ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

В настоящее время источники искусственного освещения широко применяются при культивировании растений в защищенном грунте для повышения эффективности производства [1]. Ранее нами было показано положительное влияние дополнительного освещения на морфогенез красивоцветущих представителей рода *Jasminum* L. в малообъемной оранжерейной культуре [2]. Целью данной работы явилось изучение влияния искусственного освещения на анатомическое строение листа представителей рода *Jasminum* в условиях оранжерейной культуры Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЦБС НАН Беларуси).

Исследования проводили на укорененных черенках жасмина крупноцветкового *J. grandiflorum* L. и жасмина душистого *J. odoratissimum* L., полученных от растений коллекционного фонда ЦБС НАН Беларуси, которые в течение шести месяцев выращивали под различными источниками искусственного освещения. Были испытаны следующие варианты световых условий: 1 – естественное освещение в оранжерее (контроль), 2 – люминесцентные лампы Osram FLUORA T8 36W/77 (FL Osram); 3 – люминесцентные лампы NARVA LT 30WT/760-010 (FL Narva); 4 – светодиодные фитолампы ULI-P11-35W/SPFR (LED Uniel). Ежедневная продолжительность освещения растений источниками искусственного света составляла 10 часов. С помощью портативного спектрометра PG200N непосредственно над кроной опытных растений были определены спектральные характеристики излучаемых потоков света у ламп (таблица 1).

Анатомические исследования листьев у опытных растений проводили по методике [3] на листьях, сформированных в условиях эксперимента. Для приготовления временных препаратов использовали среднюю часть листовой пластинки по бокам от центральной жилки. Срезы изучали и фотографировали при помощи стереомикроскопа Olympus SZX16 при увеличении $\times 40$. Для измерения анатомических параметров листа использовали программу Imagej. Повторность измерений 30-кратная. Толщину листовой пластинки и коэффициент палисадности (КП – отношение толщины палисадной паренхимы к толщине всего мезофилла)

характеризовали согласно классификации Р. Б. Васильева [3]. Статистическую обработку данных проводили в программе Excel.

Таблица 1 – Характеристика источников искусственного освещения в экспериментах с представителями рода *Jasminum* L.

Спектральная характеристика	Контроль	Источники искусственного излучения		
		FL Osram	FL Narva	LED Uniel
PPFD, мкмоль/м ² /с	22,4	67,9	72,3	184
PFD, мкмоль/м ² /с	31,5	72,9	76,2	186
PFD – UV, мкмоль/м ² /с (%)	0,65 (2,06)	0,54 (0,74)	1,33 (1,7)	0,03 (0,01)
PFD – B, мкмоль/м ² /с (%)	5,24 (16,6)	18,7 (25,7)	21,6 (28,3)	25,5 (13,7)
PFD – G, мкмоль/м ² /с (%)	8,31 (26,4)	20,9 (28,7)	35,4 (46,5)	48,1 (25,8)
PFD – R, мкмоль/м ² /с (%)	8,84 (28,1)	28,3 (38,7)	15,2 (20,0)	111 (59,3)
PFD – FR, мкмоль/м ² /с (%)	8,42 (26,7)	4,51 (6,18)	2,64 (3,5)	2,03 (1,1)
Соотношение R : B	1,69	1,51	0,71	4,34

Примечание – PPFD (фотосинтетическая облученность) – количество фотонов, падающее на 1 м²/с в диапазоне длин волн 400–700 нм; PFD (фотонная облученность) – количество фотонов, падающее на 1 м²/с в диапазоне длин волн 380–780 нм; PFD-UV, PFD-B, PFD-R, PFD-G, PFD-FR – фотонная облученность в ультрафиолетовой (380–400 нм), синей (400–500 нм), зеленой (500–600 нм), красной (600–700 нм), дальней красной (700–780 нм) областях спектра соответственно.

Изучение анатомической структуры листа *J. grandiflorum* на поперечном срезе показало, что листовая пластинка по толщине характеризуется как чрезвычайно тонкая и очень тонкая – 98,5–122,9 мкм. Адаксиальный и абаксиальный эпидермис по толщине составляет 13,1–15,2 мкм и 12,9–14,1 мкм соответственно. Мезофилл листа имеет дорзивентральное строение с дифференциацией на столбчатую и губчатую ткань. Палисадная паренхима одно- и двуслойная 22,8–56,2 мкм толщиной (ее доля от толщины всего листа достигает 23,1–45,7 %), губчатая паренхима многослойная 38,9–50,9 мкм толщиной (31,7–50,5 %). Размеры клеток губчатого мезофилла варьируют в диапазоне: длина – 21,0–24,1 мкм и ширина – 12,2–13,8 мкм (таблица 2, рисунок).

В условиях естественной освещенности в оранжерее у *J. grandiflorum* формируется наиболее тонкая листовая пластинка, клетки мезофилла довольно плотно упакованы, соотношение длины и ширины клетки палисадной ткани составляет 1,66, коэффициент палисадности достигает 31,5 %. При культивировании данного вида с применением источников искусственного освещения наблюдаем утолщение листа, переход столбчатого мезофилла от однослойного к двуслойному, удлинение клеток палисадного мезофилла с соотношением их длины и ширины как 1,81–2,24, с плотным расположением клеток губчатого мезофилла. Следовательно, в разных условиях освещенности для опытных растений *J. grandiflorum*

характерно сохранение мезофитной структуры листа со значениями коэффициента палисадности в пределах 31,5–59,2 %, что соответствует по классификации Б. Р. Васильева [3] низкому, среднему и высокому уровням.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика анатомических параметров листа у представителей рода *Jasminum* L. при культивировании с применением различных источников искусственного света

Анатомические параметры	Контроль	FL Osram	FL Narva	LED Uniel
<i>Jasminum grandiflorum</i> L.				
Толщина листовой пластинки, мкм	$\frac{98,5 \pm 0,87}{100}$	$\frac{121,5 \pm 2,21}{100}$	$\frac{117,7 \pm 0,83}{100}$	$\frac{122,9 \pm 0,95}{100}$
Толщина верхнего эпидермиса, мкм	$\frac{13,1 \pm 0,55}{13,3}$	$\frac{14,3 \pm 0,33}{11,8}$	$\frac{15,2 \pm 0,42}{12,9}$	$\frac{13,7 \pm 0,25}{11,1}$
Толщина ПП, мкм	$\frac{22,8 \pm 0,69}{23,1}$	$\frac{42,9 \pm 0,57}{35,3}$	$\frac{48,1 \pm 0,65}{40,9}$	$\frac{56,2 \pm 0,59}{45,7}$
Толщина ГП, мкм	$\frac{49,7 \pm 0,93}{50,5}$	$\frac{50,9 \pm 1,85}{41,9}$	$\frac{40,4 \pm 0,70}{34,3}$	$\frac{38,9 \pm 0,93}{31,7}$
Толщина нижнего эпидермиса, мкм	$\frac{12,9 \pm 0,36}{13,1}$	$\frac{13,4 \pm 0,43}{11,0}$	$\frac{14,0 \pm 0,25}{11,9}$	$\frac{14,1 \pm 0,35}{11,5}$
Длина клетки ПП, мкм (L)	$22,8 \pm 0,69$	$24,2 \pm 0,61$	$26,9 \pm 0,57$	$31,1 \pm 0,53$
Ширина клетки ПП, мкм (D)	$13,8 \pm 0,47$	$15,2 \pm 0,44$	$14,9 \pm 0,43$	$13,8 \pm 0,33$
Длина клетки ГП, мкм	$24,1 \pm 0,80$	$21,0 \pm 0,64$	$22,4 \pm 0,54$	$23,0 \pm 0,26$
Ширина клетки ГП, мкм	$12,3 \pm 0,54$	$13,8 \pm 0,38$	$12,2 \pm 0,35$	$12,2 \pm 0,23$
L/D	1,66	1,59	1,81	2,24
КП, %	31,5	46,2	54,3	59,2
<i>Jasminum odoratissimum</i> L.				
Толщина листовой пластинки, мкм	$\frac{150,5 \pm 1,69}{100}$	$\frac{146,8 \pm 1,22}{100}$	$\frac{159,9 \pm 2,05}{100}$	$\frac{162,2 \pm 1,20}{100}$
Толщина верхнего эпидермиса, мкм	$\frac{17,6 \pm 0,39}{11,7}$	$\frac{18,0 \pm 0,38}{12,3}$	$\frac{16,6 \pm 0,36}{10,4}$	$\frac{15,1 \pm 0,30}{9,3}$
Толщина ПП, мкм	$\frac{41,2 \pm 0,99}{23,4}$	$\frac{43,8 \pm 0,69}{29,8}$	$\frac{53,4 \pm 1,35}{33,4}$	$\frac{59,6 \pm 0,90}{36,8}$
Толщина ГП, мкм	$\frac{77,9 \pm 1,49}{51,8}$	$\frac{68,5 \pm 1,01}{46,7}$	$\frac{75,7 \pm 1,47}{47,3}$	$\frac{72,2 \pm 1,11}{44,5}$
Толщина нижнего эпидермиса, мкм	$\frac{13,8 \pm 0,30}{9,1}$	$\frac{16,5 \pm 0,39}{11,2}$	$\frac{14,2 \pm 0,42}{8,9}$	$\frac{15,39 \pm 0,37}{9,4}$
Длина клетки ПП, мкм (L)	$25,1 \pm 0,72$	$28,3 \pm 0,59$	$28,6 \pm 0,57$	$36,0 \pm 0,71$
Ширина клетки ПП, мкм (D)	$17,1 \pm 0,36$	$18,5 \pm 0,67$	$16,0 \pm 0,35$	$17,5 \pm 0,41$
Длина клетки ГП, мкм	$23,8 \pm 0,51$	$22,6 \pm 0,88$	$24,9 \pm 0,63$	$27,3 \pm 0,72$
Ширина клетки ГП, мкм	$14,4 \pm 0,27$	$14,1 \pm 0,31$	$15,8 \pm 0,37$	$16,2 \pm 0,38$
L/D	1,47	1,53	1,79	2,06
КП, %	34,7	39,0	41,3	45,2

Примечание – Для толщины листа, верхнего и нижнего эпидермиса, палисадной паренхимы (ПП), губчатой паренхимы (ГП) в знаменателе приведены значения параметров (%) от толщины листа.

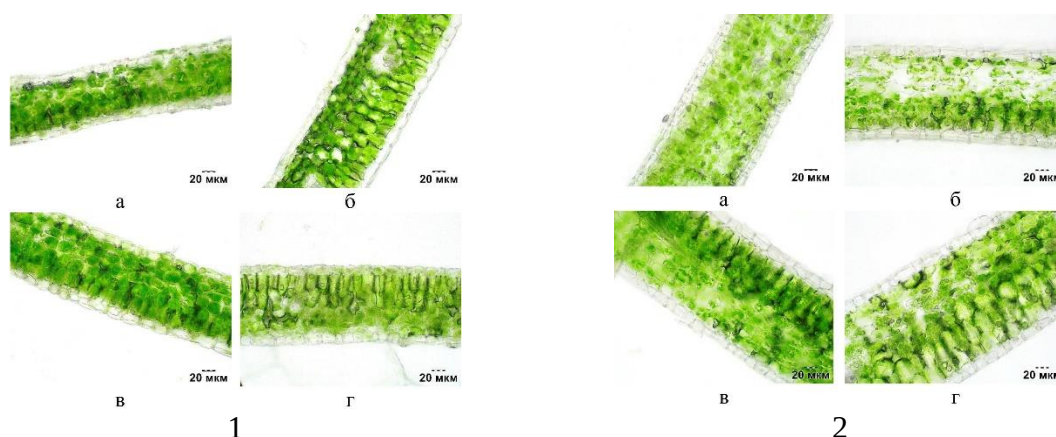


Рисунок – Анатомическое строение листа на поперечном срезе у опытных растений *Jasminum grandiflorum* L. (1) и *J. odoratissimum* L. (2) при культивировании с применением разных источников искусственного света: а – естественное освещение в оранжерее (контроль); б – FL Osram; в – FL Narva; г – LED Uniel

У *J. odoratissimum* листовая пластинка очень тонкая и тонкая: ее толщина варьирует в зависимости от световых условий от 146,8 до 162,2 мкм. Толщина верхнего эпидермиса колеблется в пределах 15,1–18,0 мкм, нижнего – 13,8–16,5 мкм. Для мезофилла листа характерно дорзивентральное строение с дифференциацией на столбчатую и губчатую ткань. Палисадная паренхима двуслойная 41,2–59,6 мкм толщиной (ее доля от толщины листа составляет 23,4–36,8 %). Губчатая паренхима многослойная 68,5–77,9 мкм толщиной, что соответствует 44,5–51,8 % от всей толщины листовой пластинки. Размеры клеток губчатого мезофилла находятся в следующих пределах: длина – 22,6–27,3 мкм и ширина – 14,1–16,2 мкм.

В условиях естественной освещенности в оранжерее у *J. odoratissimum* соотношение длины и ширины клетки палисадной ткани достигает 1,47, клетки мезофилла располагаются довольно плотно, коэффициент палисадности составляет 34,7 %. В вариантах опыта с применением источников искусственного освещения при выращивании данного вида отмечаем формирование более толстой листовой пластинки, удлинение клеток палисадной ткани так, что соотношение их длины и ширины колеблется в пределах 1,53–2,06, более рыхлое расположение клеток губчатого мезофилла с крупными межклетниками. Для *J. odoratissimum* величина коэффициента палисадности классифицируется как низкая и средняя, достигая 34,7–45,2 %.

При культивировании мезофитных видов *J. grandiflorum* и *J. odoratissimum* с применением источников искусственного освещения

отмечаются следующие закономерности в изменениях анатомической структуры листа: с возрастанием уровня фотонной облученности (от 22,4 до 184 мкмоль/м²/с) наблюдается увеличение толщины листа, переход от одно- к двуслойному палисадному мезофиллу, вытягивание клеток палисадной паренхимы с возрастанием величины соотношения их длины к ширине, возрастает коэффициент палисадности. Подобные изменения также могут быть обусловлены высокой долей красной части спектра (59,3 %) в излучаемом световом потоке у светодиодных светильников LED Uniel, как было отмечено нами ранее у псидиума прибрежного *Psidium cattleianum* Afzel. ex Sabine [4] и в исследованиях итальянских ученых на саженцах двух сортов фундука *Corylus avellana* L. [5].

Таким образом, световые условия культивирования оказывают существенное влияние на формирование анатомической структуры листа у мезофитных видов *J. grandiflorum* и *J. odoratissimum* в условиях оранжереи ЦБС НАН Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. LED Lighting to Produce High-Quality Ornamental Plants / A. Trivelini, S. Toscano, D. Romano, A. Ferrante // Plants. – 2023. – Vol. 12. – P. 1–18.
2. Кабушева, И. Н. Влияние искусственного освещения на рост декоративных представителей рода *Jasminum* L. / И. Н. Кабушева, Н. Л. Сак, М. И. Баркун // Ботанический сад. – 2024. – № 1. – С. 23–26.
3. Васильев, Б. Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Б. Р. Васильев ; под ред. В. М. Шмидта. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1988. – 205 с.
4. Кабушева, И. Н. Изменение анатомического строения листа *Psidium cattleianum* Afzel. ex Sabine под влиянием источников искусственного освещения / И. Н. Кабушева, Н. В. Гетко, М. И. Баркун // Ботанические чтения : сб. материалов Междунар. науч. конф., Брест, 25 февр. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: В. И. Бойко, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2021. – С. 35–40.
5. Influence of continuous spectrum light on morphological traits and leaf anatomy of Hazelnut plantlets / C. Silvestri, M. E. Caceres, M. Ceccarelli [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2019. – Vol. 10. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01318/full> (date of access: 15.01.2025).

[К содержанию](#)

УДК 581.824

Н. М. МАТУСЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**СРАВНИТЕЛЬНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРЫ
ROSA CANINA L. И *ROSA RUGOSA* THUNB.**

Кора стебля древесных растений включает в себя как различные ткани первичного происхождения (эпидерму, колленхиму, коровую паренхиму, кольцо первичных механических тканей, первичную флоэму), так и вторичные ткани (перидерму, вторичную флоэму). Она содержит большое количество признаков, которые можно интерпретировать как диагностические, и анатомические особенности строения коры широко используются для решения вопросов систематики как голосеменных [1; 2], так и покрытосеменных растений [3; 4].

Поскольку гистологический состав коры более разнообразен, чем древесины, этот сложный комплекс тканей обладает большим набором диагностических признаков и может использоваться для решения вопросов филогении и таксономии, научной и судебно-криминалистической диагностики.

Доказана возможность использования признаков анатомии коры для уточнения объемов семейств, разделения их на таксоны более низких рангов, расширения кодекса родовых и видовых признаков. Кроме того, анатомический анализ имеет большое значение для целей селекции, экологического мониторинга и оценки окружающей среды.

Кора однолетних стеблей розы собачьей (*Rosa canina* L.) и розы морщинистой (*Rosa rugosa* Thunb.) состоит из эпидермы, перидермы, колленхимы, паренхимы первичной коры, кольца механических элементов, первичной и вторичной флоэмы.

Эпидерма однослойная, не сбрасывается и покрывает всю поверхность однолетнего стебля. Клетки ее у обоих видов в поперечном сечении овально-прямоугольные, вытянутые в тангентальном направлении, иногда встречаются клетки округлой формы. Их тангентальный размер составляет 5–7 мкм, радиальный – 3–5 мкм. На продольных срезах они прямоугольные, вытянутые вдоль оси органа. Стенки эпидермальных клеток у обоих видов неодинаковой толщины, более утолщенной является внешняя периклиналиная, особенно у *Rosa rugosa* Thunb. Снаружи расположена кутикула. У *Rosa rugosa* Thunb. она тонкая – до 0,5 мкм, у *Rosa canina* L. – мощная, до 5 мкм. Внешняя периклиналиная стенка содержит поры. Полость большинства эпидермальных клеток заполнена темно-коричневым содержимым, некоторые клетки полые.

В эпидерме развиты разнообразные трихомы. Это одноклеточные и многоклеточные кроющие волоски, шипы. У *Rosa rugosa* Thunb. в средних и верхних междоузлиях есть также многоклеточные головчатые волоски, которые в нижней части отсутствуют. Кроющие волоски мертвые, оболочки их утолщенные, одревесневшие. При этом у одних волосков одревеснение начинается с вершины, у других – от основания волоска. Верхушки их у обоих видов острые, у розы собачьей, кроме того, они могут быть притупленными, почти плоскими. Расположены трихомы у обоих видов перпендикулярно поверхности стебля. Длина волосков колеблется от 34 до 145 мкм.

Шипы многоклеточные. Клетки у самого основания более крупные по размеру, первый их слой представлен округлыми и овальными, выше расположенные слои – широко-прямоугольными клетками, вытянутыми по оси шипа. Расположены клетки плотно. По направлению к верхушке шипа клетки приобретают прозенхимную форму: они узкие, удлинённые, с косыми конечными стенками. Оболочки их одревеснели. Длина шипов до 600 мкм у обоих видов. Шипы образуются из субэпидермальных клеток, у их основания хорошо просматриваются клетки разорванной эпидермы. Под шипом расположена перидерма. Головчатые волоски имеют длину до 40 мкм, ориентированы перпендикулярно к поверхности стебля. В их составе много клеток, многоклеточной является и головка на верхушке волоска.

Перидерма состоит из феллемы и феллогена. Феллодерма обнаружена только в чечевичках и под длинными шипами, где она представлена 2–3 слоями клеток узко-прямоугольной формы на поперечном срезе. Феллоген однослойный, закладывается в эпидерме. Феллема розы собачьей гетерогенная по окраске, достигает шести слоев клеток в радиальном ряду. Периферические слои ее с темно-коричневым содержимым, внутренние неокрашенные, в их клетках хорошо просматриваются ядра. У розы морщинистой феллема гомогенная, ее клетки с темно-коричневым содержимым. Начало образования перидермы приурочено к трихомам. В этих участках стебля наблюдается самый большой слой феллемы: 7–8 клеток в одном радиальном ряду у розы собачьей, до 9 – у розы морщинистой. На участках стебля, лишенных волосков, феллема содержит 1–3 клетки в радиальном ряду, поэтому очертания поверхности стебля волнистые.

У клеток феллемы оболочки тонкие, извилистые у розы собачьей и незначительно равномерно утолщенные у розы морщинистой. Форма клеток феллемы в поперечном сечении у *Rosa canina* L. прямоугольная, вытянутая в тангентальном и радиальном направлении, с извилистыми стенками, в ткани отчетливо просматривается радиальное расположение клеток. У *Rosa rugosa* Thunb. периферические клетки феллемы на поперечном

срезах выпукло-прямоугольные, вытянутые в тангентальном направлении; вблизи феллогена они прямоугольные, некоторые вытянуты в радиальном направлении и не образуют четких тангентальных слоев.

Колленхима содержит 3–4 слоя клеток у розы собачьей и 5–7 слоев у розы морщинистой. На поперечном срезе клетки имеют овальную форму, вытянутую в тангентальном направлении. Тип колленхимы – округлая и округло-уголковая. Ширина ткани 25–30 мкм у розы собачьей и 30–35 мкм у розы морщинистой. Единично у розы собачьей встречаются друзы, у розы морщинистой – кристаллы ромбической формы.

Паренхима первичной коры у розы собачьей состоит из 9–10 слоев клеток, у розы морщинистой она 15–18-слойная. В поперечном сечении клетки овальные, вытянутые в тангентальном направлении у розы собачьей, а у розы морщинистой, кроме овальных, встречаются и округлые. Тангентальный размер клеток равен 20–24 мкм, радиальный 10–15 мкм. Клеточная оболочка утолщенная, поэтому ткань можно отнести к колленхиматозной паренхиме. У самых внутренних слоев клетки тонкостенные.

Ткань гомогенная, сложена плотно. В ее клетках содержатся кристаллы оксалата кальция: у *Rosa rugosa* Thunb. – друзы и ромбоиды, у *Rosa canina* L., кроме указанных, выявлены и кристаллы кубической формы. Ширина ткани – 80–100 мкм.

Кольцо механических элементов прерывистое, гомогенное, сложено волокнами, которые собраны в группы. Их форма на поперечном срезе у *Rosa canina* L. преимущественно овальная, некоторые группы имеют шапковидную форму; у *Rosa rugosa* Thunb. преобладают группы шапковидной формы. Волокна в поперечном сечении имеют 5–6-угольную форму. Клеточная полость у *Rosa canina* L. узкая овальная, у *Rosa rugosa* Thunb. округлая. Оболочки клеток склеренхимы одревесневают. Тангентальный размер клеток склеренхимы составляет 15–18 мкм, радиальный – 10–15 мкм. Ширина механического кольца – 70–80 мкм.

Ситовидные элементы первичной флоэмы в сильной степени облитерировали, а паренхимные дилатировали, поэтому охарактеризовать эту ткань довольно трудно. Эта ткань неотличима от периферической части вторичной флоэмы.

Вторичная флоэма сложена проводящими элементами, аксиальной и горизонтальной паренхимой. Ситовидные трубки располагаются как поодиночке, так и группами по 2–3–5, образуя короткие радиальные ряды и тангентальные слои, закономерность расположения которых не прослеживается. В тангентальных слоях и радиальных рядах находятся клетки аксиальной паренхимы. Тангентальный размер проводящих элементов на поперечном срезе равен 10–12 мкм у розы морщинистой, 11–13 мкм у розы собачьей; радиальный – 9–10 мкм у обоих видов; у паренхимных клеток – 10–11 мкм и 9–10 мкм соответственно.

Членики ситовидных трубок в поперечном сечении имеют прямоугольную, вытянутую в тангентальном направлении, многоугольную и реже овальную форму. Длина члеников 90–110 мкм у *Rosa canina* L. и 80–100 мкм у *Rosa rugosa* Thunb. Поперечные стенки члеников располагаются почти перпендикулярно или слегка наклонно по отношению к продольным. Ситовидные пластинки простые.

Сердцевинные лучи гетерогенные, 1-, 2-, 3-, 4-рядные. У розы морщинистой встречаются 5-рядные лучи. Ширина лучей – до 130 мкм, высота – до 700 мкм, слойность – до 50 клеток. На 1 мм² тангентального среза насчитывается до 70 лучей. Дилатация их происходит в конце годовичного прироста флоэмы, сильнее дилатируют многорядные лучи. В клетках горизонтальной паренхимы находятся кристаллы оксалата кальция в форме друз и ромбоидов, в аксиальной паренхиме обнаружены кристаллы кубической и ромбовидной формы, а также друзы.

В качестве диагностических признаков коры у рода *Rosa* L. можно рассматривать: особенности эпидермы (форму поперечного сечения клеток и характер утолщения их стенок, наличие трихом разнообразных типов и форм); присутствие кристаллов в колленхиме и коровой паренхиме; тип механического кольца и отсутствие у него кристаллоносной обкладки; тканевый состав перидермы; гетерогенные сердцевинные лучи, их рядность, тип кристаллов в аксиальной паренхиме вторичной флоэмы.

Для видовой диагностики могут быть использованы: характер трихом в эпидерме, тип кристаллов оксалата кальция в колленхиме и паренхиме первичной коры, форма групп волокон в механическом кольце, тип феллемы и толщина ее стенок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лотова, Л. И. Анатомия коры хвойных / Л. И. Лотова. – М. : Наука, 1987. – 150 с.
2. Еремин, В. М. Сравнительная анатомия коры сосновых : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05 / Еремин Виктор Михайлович. – Воронеж, 1983. – 630 л.
3. Матусевич, Н. М. Таксономический анализ древесных представителей семейства Rosaceae по признакам анатомической структуры коры их однолетних стеблей : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Матусевич Наталья Михайловна. – Минск, 2005. – 21 с.
4. Шкуратова, Н. В. Сравнительная анатомия коры представителей сем. Salicaceae Mirb. : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Шкуратова Наталья Валерьевна. – Минск, 2005. – 21 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.8

Ю. Ф. РОЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПЕРИДЕРМЫ КОРЫ ОДНОЛЕТНЕГО КОРНЯ QUERCUS ROBUR L. И QUERCUS BOREALIS MICHX.

Привезенный более 100 лет и использовавшийся как декоративное растение *Quercus borealis* Michx. спустя десятилетия стал самым опасным чужеродным видом деревьев. Особую конкуренцию этот вид создает коренному виду *Quercus robur* L., лишая его экологической ниши в составе экосистем. Значительные проблемы этот вид доставляет и Беловежской пуще [1]. Сравнение анатомического строения вторичной покровной ткани корня этих двух конкурирующих видов, на наш взгляд, будет весьма полезным в поиске отличий и причин успешной экспансии пришлого вида.

Перидерма корня исследуемых видов имеет топографию тканей и строение, схожее с таковыми у большинства видов древесных покрытосеменных растений [2; 3]. На рисунках 1, 2 видно, что элементы перидермы у обоих видов образуют радиально ориентированные ровные ряды из клеток феллодермы, феллогена и феллемы на радиальном и поперечном срезах и только на тангенциальном (рисунок 3) видно, как ровные ряды клеток могут нарушать ровный строй. Феллема к концу вегетационного сезона содержит у *Quercus robur* L. 4–5 слоев, а у *Quercus borealis* Michx. до 7–9 слоев клеток.

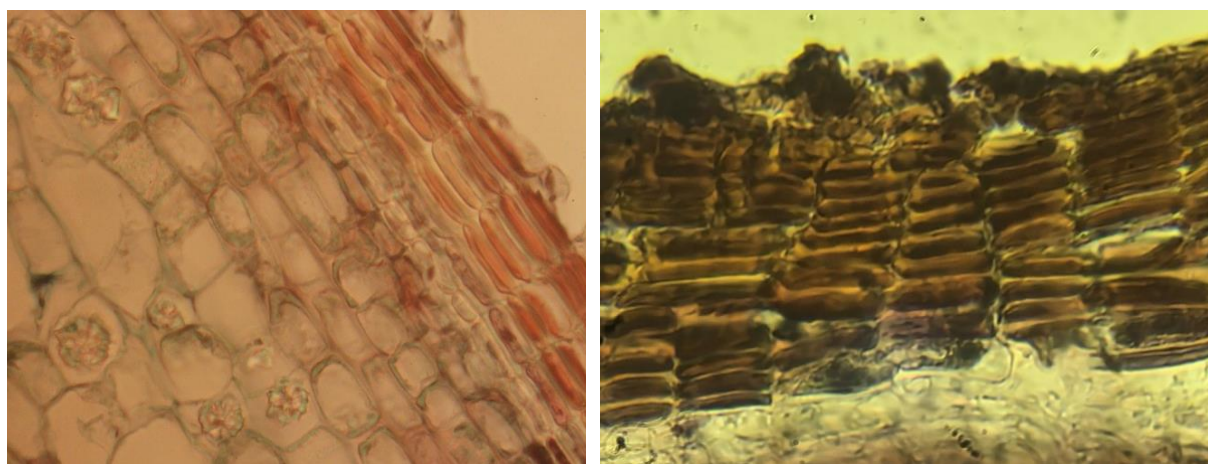


Рисунок 1 – Перидерма однолетнего корня
Quercus robur L. и *Quercus borealis* Michx. на поперечном срезе

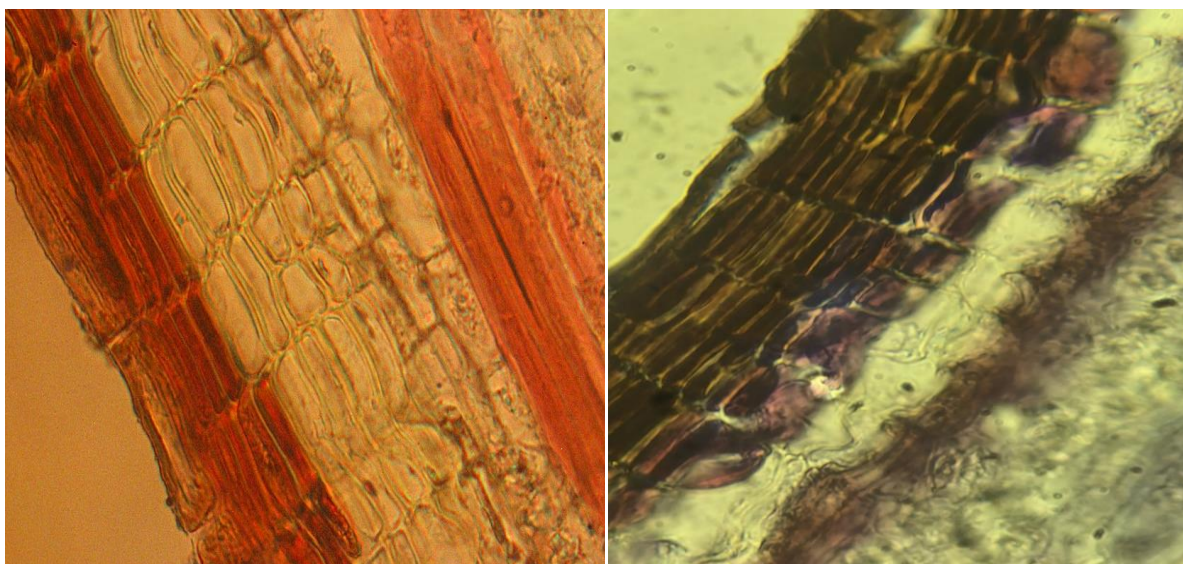


Рисунок 2 – Перидерма однолетнего корня
Quercus robur L. и *Quercus borealis* Michx. на радиальном срезе

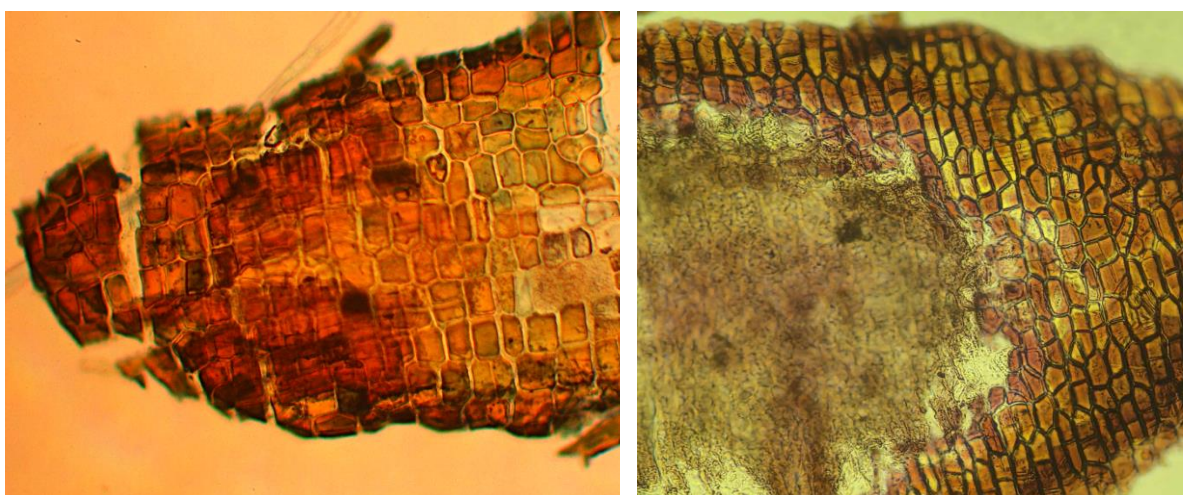


Рисунок 3 – Перидерма однолетнего корня
Quercus robur L. и *Quercus borealis* Michx. на тангенциальном срезе

Феллема представлена уплощенными пустотелыми клетками с суберинизированными оболочками. На поперечном и радиальном срезах отчетливо видно уплощение клеток в радиальном направлении. Длина (тангенциальный размер) клеток этой ткани у *Quercus robur* L. составляет 25–30 мкм, ширина (радиальный размер) – 5–6 мкм. У *Quercus borealis* Michx. 22–25 мкм и 4–6 мкм соответственно. Толщина стенок клеток этой ткани у исследуемых видов примерно одинакова и составляет 0,7–0,8 мкм. На тангенциальном срезе хорошо просматривается недеформированная форма клеток. У *Quercus robur* L. они прямоугольной формы и располагаются

ровными рядами вдоль оси органа. У *Quercus borealis* Michx. на тангенциальном срезе чаще многоугольной формы и клиновидные в торцах. Размеры клеток вдоль оси органа меньше и составляют 20–40 мкм и 20–22 мкм, а в тангенциальном направлении 25–40 мкм и 25–50 мкм соответственно. Рядность клеток у *Quercus borealis* Michx. вдоль оси органа плохо прослеживается.

Феллоген у обоих видов представлен одним слоем клеток. По способу заложения, вероятно, субэпидермального происхождения. Клетки этой ткани хорошо просматриваются на всех трех типах срезов. Они повторяют размеры клеток феллемы вдоль оси органа и в тангенциальном направлении, а в радиальном у *Quercus borealis* Michx. наблюдается незначительная деформация. Слой феллогена у *Quercus robur* L. имеет четкое расположение по кольцу, а у *Quercus borealis* Michx. клетки смещаются в радиальном направлении в пределах 1–2 слоев клеток. Толщина стенок этой ткани у обоих видов не превышает 0,25 мкм.

Феллодерма у исследуемых видов представлена 2–3 рядами тонкостенных клеток, в которых отчетливо просматриваются ядра. У *Quercus robur* L. клетки этой ткани повторяют по форме и размерам клетки пробкового камбия и феллемы, а у *Quercus borealis* Michx. имеют извилистые очертания и увеличенный в сравнении с клетками феллогена радиальный размер до 12–15 мкм.

Таким образом, перидерма исследованных видов дуба имеет ряд отличительных признаков. Основными отличиями можно считать разное число слоев феллемы, форму клеток и характер расположения клеток этой ткани, кольцевое и некольцевое расположение феллогена, размеры и форму клеток феллодермы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красному дубу – красный свет : интернет-журнал. – URL: https://forest.ru/news/education/red_oak_red_light/ (дата обращения: 14.01.2024).
2. Александров, В. Г. Анатомия растений : учеб. для ун-тов / В. Г. Александров. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М. : Совет. наука, 1954. – 500 с.
3. Бавтуто, Г. А. Атлас по анатомии растений : учеб. пособие для вузов / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин, М. П. Жигар. – Минск : Ураджай, 2001. – 146 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.82

Н. В. ШКУРАТОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**О ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ НЕКОТОРЫХ
ДИКОРАСТУЩИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕКЦИИ *VICIEAE*
(*FABACEAE* LINDL.) НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ
АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СТЕБЛЯ**

Семейство *Fabaceae* Lindl. довольно многочисленное, и значительная доля видов являются травами. В рамках данного семейства в большей степени изучены и описаны с анатомической точки зрения вегетативные органы древесных растений [1–3]. Триба *Vicieae* (Adans.) DC. Объединяет 5–7 родов, представители которой встречаются вдоль всей внетропической зоны Северного полушария. *Vicieae* относится к числу наиболее специализированных и продвинутых триб мотыльковых [4].

Целью данного исследования явилось установление специфических черт анатомического строения стебля, которые могут иметь диагностическое значение относительно ряда дикорастущих видов секции *Vicieae* семейства *Fabaceae* Lindl. Объектами исследования послужили представители, относящиеся к указанной секции: *Vicia cracca* L., *Vicia sepium* L., *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb., *Lathyrus pratensis* L., *Lathyrus palustris* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. Указанные виды произрастают в естественных фитоценозах Беларуси. В морфологическом отношении перечисленные виды в большинстве своем характеризуются длинными восходящими или лазящими крылатыми стеблями, исключением является *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. В составе трибы, как считает Г. П. Яковлев, «*Lathyrus* ближе к *Pisum*, чем *Vicia*» [4].

Образцы стеблей растений отбирали в природных фитоценозах Брестского района в июле – августе, когда началось формирование плодов и стебли достигли своей дефинитивной структуры. Образцы стеблей фиксировали в 96 % этанола. Из зафиксированного материала готовили поперечные срезы на микротоме с замораживающим столиком. Полученные срезы подвергали дифференцированной окраске с использованием сафранина и водного синего, спиртов разной концентрации, ксилола, карбол-ксилола и готовили постоянные препараты [5]. Микропрепараты анализировали с использованием световых микроскопов серии «Микмед-5», «Микромед-1».

Приводим результаты анализа качественных признаков, поскольку именно они более консервативны, тогда как количественные показатели (ширина тканей, размеры клеток и др.) варьируют в зависимости от значения

экологических факторов в конкретный период вегетационного сезона (ход температур, количество осадков и др.).

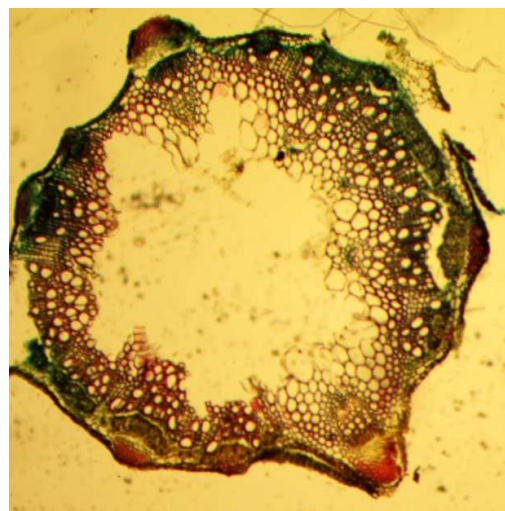
Состав тканей стеблей исследованных видов типичный для многих двудольных. Стебли исследованных видов характеризуются наличием в составе эпидермы, колленхимы, паренхимы первичной коры, склеренхимы, ксилемы, флоэмы и паренхимы сердцевины.

В эпидерме стеблей *Vicia*, *Lathyrus pratensis* и *L. palustris* присутствуют трихомы. У *V. cracca* опушение обильное, трихомы длинные, а у *L. palustris* трихомы располагаются в пучках.

Стебли исследованных видов на поперечном сечении мелкоребристые и имеют выросты. Однако указанные выросты поверхности стебля различны: стебли видов *Vicia* имеют асимметрично расположенные крыловидные выросты, стебли *L. pratensis* и *L. palustris* несут симметрично расположенные крыловидные выросты (рисунок 1). Кардинально отличаются стебли *L. vernus*, которые не имеют крыловидных выростов и имеют четырехгранную форму поперечного сечения.



а



б

Рисунок 1 – Общий вид поперечного среза:

а – *V. sepium*; б – *L. pratensis*

В гранях и ребрах исследованных видов под эпидермой залегает 2–3 слоя паренхимы, которую подстилают группы склеренхимных волокон, укрепляющие верхушки ребер. Под каждой склеренхимной «шапкой» располагается крупный проводящий пучок.

Крыловидные выросты *Vicia* заполнены хлоренхимой и имеют собственные верхушечные проводящие пучки, что отличает их от граней и ребер на поверхности стеблей. Крыловидные выросты *L. pratensis* и *L. palustris* иной структуры. У *L. pratensis* они устроены аналогично

ребрам, но более значительно возвышаются над поверхностью стебля. У *L. palustris* крыловидные выросты длинные и заполнены хлорофиллоносной паренхимой, но без проводящих пучков (рисунок 2).

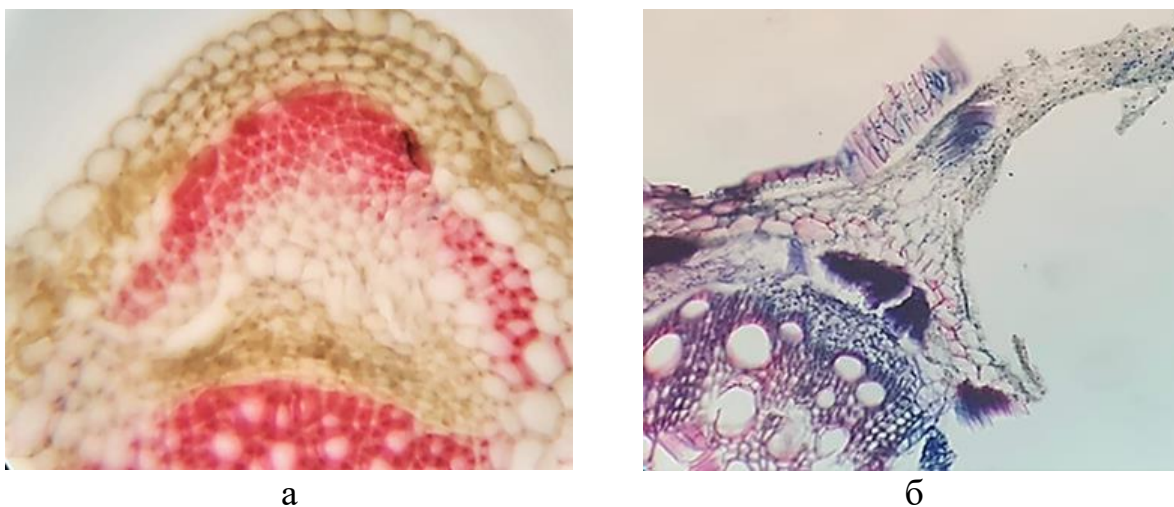


Рисунок 2 – Участок поперечного среза стебля: а – ребра *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.; б – крыловидный вырост *Lathyrus palustris* L.

У *Vicia*, *L. pratensis*, *L. vernus* периферическую часть первичной коры образует колленхима. У *L. palustris* колленхима не выражена – эпидерму по всей окружности подстилает крупноклеточная паренхима первичной коры. В стебле *L. vernus* на участках между ребрами и гранями основу первичной коры образует 5–6 слоев складчатой хлорофиллоносной паренхимы. Только в паренхиме первичной коры *L. palustris* присутствуют ромбоидные монокристаллы оксалата кальция. Клетки, содержащие кристаллы, прилегают к склеренхимным группам, формируя прерывистую кристаллоносную обкладку.

Проводящий цилиндр *Vicia* и *L. vernus* отграничивает узкая зона эндодермы, или крахмалоносного влагалища, состоящая из 2–3 слоев мелких клеток. В стебле *L. pratensis* и *L. palustris* отчетливой границы между проводящим цилиндром и паренхимой первичной коры не выражено.

Проводящий цилиндр исследованных видов формируется на основе эвстели из отдельных коллатеральных пучков, разделенных широкими сердцевинными лучами. Однако у *L. vernus* в результате деятельности межпучкового камбия в нижней части стебля флоэма на участках, относящихся к зоне граней, становится сплошной. Видимо, развитие сплошной зоны флоэмы связано с интенсивным оттоком органических веществ, поскольку уже в июне заканчивается формирование плодов этого многолетника. У *L. palustris* вследствие деятельности камбия форму сплошного цилиндра приобретает ксилема. Такой тип проводящего цилиндра характеризуют как переходный. У *Vicia* и *L. pratensis* пучковая

структура проводящего цилиндра сохраняется полностью, как у близкородственного вида *Pisum sativum*.

В клетках сердцевины исследованных видов кристаллы и включения отсутствуют. Сердцевина стебля *L. vernus* полностью выполненная и гетерогенная по структуре паренхимы, тогда как у остальных исследованных видов *Lathyrus* и *Vicia* зона паренхимы сердцевины узкая, четко очерченная и стебель содержит полость.

Таким образом, наиболее характерными признаками исследованных видов секции *Vicieae* семейства *Fabaceae* Lindl. является многогранное поперечное сечение стебля с характерными гранями и крыловидными выростами, проводящий цилиндр пучкового типа. Среди исследованных видов по структуре стебля выделяется *L. vernus*, особенностями которого являются четырехгранная форма поперечного сечения; первичная кора, образованная складчатой хлоренхимой; проводящая система в виде цилиндра; выполненная сердцевина. Дикорастущие виды секции *Vicieae* возможно диагностировать по комплексу таких признаков, как наличие трихом; тип выростов на поверхности стебля; наличие и тип колленхимы; наличие кристаллов в клетках паренхимы первичной коры; наличие крахмалоносного влагиалища; структура проводящего цилиндра; наличие полости в сердцевине стебля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шкуратова, Н. В. Анатомические особенности строения коры однолетних стеблей древесных экзотов семейства *Fabaceae* Lindl., культивируемых в Беларуси / Н. В. Шкуратова // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2017. – № 2. – С. 93–98.

2. Шкуратова, Н. В. Особенности анатомии стеблей аборигенных видов группы *Cytisus* / Н. В. Шкуратова // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : сб. материалов III Респ. науч.-практ. экол. конф. с междунар. участием, Брест, 28 нояб. 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская, Н. М. Матусевич. – Брест : БрГУ, 2019. – С. 92–94.

3. Шкуратова, Н. В. К анатомии *Spartium junceum* L. (Fabaceae) / Н. В. Шкуратова // Комплексное изучение экосистем горных территорий : сб. материалов VI Кавказ. Междунар. экол. форума, Грозный, 20–21 окт. 2023 г. – Грозный : Изд-во Чечен. гос. ун-та им. А. А. Кадырова, 2023. – С. 409–411. – DOI: 10.36684/102-1-2023-409-411.

4. Яковлев, Г. П. Бобовые земного шара / Г. П. Яковлев. – Л. : Наука ; Ленингр. отд-ние, 1991. – 144 с.

5. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.

[К содержанию](#)

СЕКЦИЯ 2. ФЛОРИСТИКА И ГЕОБОТАНИКА

УДК 581.9(470.45)

О. Ю. ЕРМОЛАЕВА

Россия, Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет

**НАХОДКА *AEGONYCHON PURPUREO-CAERULEUM* (L.)
HOLUB В АЗОВСКОМ РАЙОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Aegonychon purpureo-caeruleum (L.) Holub. (эгонихон пурпурно-голубой) – субсредиземноморский дизъюнктивный вид. Встречается в полосе широколиственных лесов в Западной Европе и в лесостепи Восточной Европы, а также на Балканах, в Причерноморье, Крыму, на Донецком крыже, Кавказе, в Малой Азии и Средиземноморье. В России распространен в Республиках Крым, Дагестан, Адыгея, Карачаево-Черкесия, ДНР, ЛНР, в Ставропольском и Краснодарском краях, в Белгородской, Воронежской, Курской и Ростовской областях [1–4]. В Ростовской области встречается на восточной границе ареала (ксеротермический реликт). Отмечен в Красносулинском (северо-западнее хутора Калиновка – Грушевая балка) и Усть-Донецком районах (RV, RWBG, [5–8]).

В Ростовской области растет в балках на прогреваемых южных склонах речных долин в составе байрачных дубрав и берестняках, разреженных кустарниковых зарослях (боярышниках, терновниках и др.), на лесных и кустарниковых опушках [6]. На опушках байрачных кустарниковых зарослей нередко образует кольцообразные заросли [8]. Встречается также в старых насаждениях дуба на межбалочных и балочных склонах близ мест своего естественного произрастания. Размножается семенами и вегетативно, интенсивно разрастается за счет укоренения плетей. Цветет V–VI, плодоносит VI–VIII [9].

Включался во все издания Красной книги Ростовской области [10–12], включая последнее [9], где имеет категорию статуса редкости 3 г – редкий вид, имеющий значительный общий ареал, но находящийся в пределах Ростовской области на границе распространения.

Согласно устному сообщению зоолога А. В. Забашта, локальная популяция *Aegonychon purpureo-caeruleum* выявлялась им в Александровском лесу (Атаманское степное лесничество) с начала 2000-х гг. в составе осветленного ясенника, где он доминировал в травянистом покрове и имел высокое проективное покрытие (фото 1). Однако ростовскими ботаниками

вид не фиксировался, в связи с чем это местонахождение не учтено ни в одном из изданий Красной книги Ростовской области [10–12].

Целью данного исследования был поиск и описание ценопопуляции *Aegonychon purpureo-caeruleum* в Александровском лесу, сбор и передача образцов в фонд Гербария имени И. В. Новопокровского кафедры ботаники Южного федерального университета (RV) для подтверждения местонахождения.



Фото 1 – *Aegonychon purpureo-caeruleum* в Александровском лесу, май 2008 г., фото А. В. Забашта

В мае 2024 г. нами проведено обследование и описание популяции *Aegonychon purpureo-caeruleum* в соответствии с методикой мониторинга редких и исчезающих видов растений Ростовской области [13]. Выявить *Aegonychon purpureo-caeruleum* в тех местонахождениях, где его фиксировали ранее, нам не удалось, что может быть связано с тем, что в последние годы на территории Александровского леса наблюдается агрессивное разрастание боярышника, который занимает весь подлесок и периферию посадок ясеня высокого и других участков. Однако нам удалось найти этот вид вдоль просеки искусственного дубового лесонасаждения. Описание ценопопуляции *Aegonychon purpureo-caeruleum* приведено ниже (фото 2).

Местонахождение: Азовский район, 4,1 км юго-западнее хутора Марков (Отрадовское сельское поселение), охотничье угодье «Александровский производственный опытно-охотничий участок», Александровский лес (Атаманское степное лесничество), искусственное лесонасаждение.

Почвы: южный чернозем с большим количеством опада.

Ценопопуляция эгонихона пурпурно-голубого обитает в составе травянистого яруса опушечного сообщества вдоль просеки искусственного лесонасаждения из дуба черешчатого, ассоциация *Quercus robur* + *Crataegus monogyna* + *Aegonychon purpureo-caeruleum*.



Фото 2 – *Aegonychon purpureo-caeruleum* в Александровском лесу, май 2024 г., фото автора

Ярусность: Первый древесный ярус (А, до 15 м) состоит из *Quercus robur*, второй древесный ярус (В, до 10 м) – из подроста *Quercus robur* и *Crataegus monogyna*; кустарниковый ярус (С, до 4 м) – из *Acer tataricum*, подроста *Crataegus monogyna*; травяной ярус (до 40 см) образован *Lamium maculatum*, *Anisantha sterilis*, *Poa pratensis*, *Aegonychon purpureo-caeruleum* из подроста древесных и кустарниковых пород, и др.

Общее проективное покрытие древесного яруса – 80 %, кустарникового – 70 %, травяного – 60 %.

Флористический состав ассоциации (характерные виды на момент наблюдения): *Quercus robur* L. (А) – cop3, *Q. robur* (В) – sp2, *Crataegus monogyna* Jacq. (В) – sp3, *C. monogyna* (С) – cop1, *Cotinus coggygria* Scop. (С) – sp3, *Acer tataricum* L. (С) – sp2, *A. tataricum* (D) – sp2, *Ulmus minor* Mill. (D) – sp2, **Aegonychon purpureo-caeruleum* (L.) Holub. – cop3, *Anisantha*

sterilis (L.) Nevski – sp3, *Asparagus officinalis* L. – sp1, **Crocus reticulatus* Steven ex Adams – sp3, *Cynoglossum officinale* L. – sp2, *Ficaria verna* Huds. – sp3, *Geum urbanum* L. – sp2, *Lactuca chaixii* Vill. – sp1, *Lamium maculatum* (L.) L. – sp3, *Lithospermum officinale* L. – sp1, *Melandrium album* (Mill.) Garcke – sp1, *Melandrium album* (Mill.) Garcke – sp2, *Poa pratensis* L. – sp3, *Thalictrum minus* L. – sp2.

Площадь ценопопуляции составляет около 200 м². Плотность растений на площади 1 м² составляет 7–15 (в среднем 10,8) крупных особей, из которых генеративных 3–8 (в среднем 5,3). В возрастном спектре ценопопуляции незначительно преобладают прегенеративные растения (50,9 %). В момент наблюдения растения находились в фенологической фазе цветения.

Взрослые особи характеризуются более или менее крупными размерами. Высота побегов варьирует в пределах 27–42 см (в среднем 36,5). Основным способом размножения этого вида является вегетативный (укоренение верхушек вегетативных плетеобразных побегов), судя по площади сплошных пятен этого вида, растения имеют благоприятные условия для роста и размножения.

Фактов поражения растений болезнями и вредителями не выявлено. Жизненность генеративных особей может быть оценена как удовлетворительная (балл 3).

Таким образом, впервые для территории Азовского района выявлено произрастание эгонихона пурпурно-голубого. Популяция отличается невысокой численностью и занимаемой площадью, но обладает устойчивым возобновлением за счет вегетативного размножения. Необходимо продолжить поиски и изучение других локусов популяции *Aegonychon purpureo-caeruleum* на территории Александровского леса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доброчаева, Д. Н. Сем. Boraginaceae Juss. – Бурачниковые / Д. Н. Доброчаева // Флора Европейской части СССР : в 11 т. – Л. : Наука, 1974–1996. – Т. 5. – 1981. – С. 113–179.
2. Галушко, А. И. Флора Северного Кавказа : в 3 ч. / А. И. Галушко. – Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1978–1980. – Ч. 2. – 1980. – 352 с. ; Ч. 3. – 1980. – 328 с.
3. Остапко, В. М. Сосудистые растения юго-востока Украины / В. М. Остапко, А. В. Бойко, С. Л. Мосякин. – Донецк : Ноулидж, 2010. – 247 с.
4. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы европейской части СССР / П. Ф. Маевский. – 11-е изд., испр. и доп. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2014. – 635 с.

5. Зозулин, Г. М. Анализ лесной растительности степной части бассейна р. Дон (Ростовская и Волгоградская области) : дис. ... д-ра биол. наук : 03.094 / Зозулин Георгий Матвеевич. – Ростов н/Д, 1970. – 1079 л.

6. Зозулин, Г. М. Леса Нижнего Дона / Г. М. Зозулин. – Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1992. – 208 с.

7. Зозулин, Г. М. Редкие растения Ростовской области / Г. М. Зозулин, Г. Д. Пашков // Охрана природы Нижнего Дона. – Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1969. – С. 40–45.

8. Федяева, В. В. Роль памятника природы «Раздорские склоны» в сохранении биоразнообразия растений Ростовской области / В. В. Федяева, А. Н. Шмараева, Ж. Н. Шишлова // Роль и значение ботанических и дендрологических садов в системе развития особо охраняемых природных территорий : тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф., Переславль-Залесский, 21–23 июня 2012 г. – Ярославль ; Переславль-Залесский : Канцлер, 2012. – С. 70–74.

9. Федяева, В. В. Эгонихон пурпурно-голубой / В. В. Федяева, А. Н. Шмараева, Ж. Н. Шишлова // Красная книга Ростовской области. Т. 2. Растения и грибы / М-во природ. ресурсов и экологии Рост. обл. ; О. Н. Дёмина, Ю. В. Дзигунова, О. Ю. Ермолаева [и др.] ; науч. ред.: Е. Э. Мучник [и др.] ; редкол.: С. Н. Бодряков [и др.]. – Изд. 3-е. – Ростов н/Д ; Белгород : КОНСТАНТА, 2024. – С. 189–190.

10. Красная книга Ростовской области : в 2 т. / Ком. по охране окружающей среды и природ. ресурсов АРО. – Ростов н/Д : Малыш, 2004. – Т. 2 : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения грибы, лишайники и растения / ред. В. В. Федяева. – 333 с.

11. Красная книга Ростовской области : в 2 т. / Минприроды Рост. обл. – 2-е изд. – Ростов н/Д : Минприроды Рост. обл., 2014. – Т. 2 : Растения и грибы / науч. ред. В. В. Федяева. – 344 с.

12. Красная книга Ростовской области. Т. 2. Растения и грибы / М-во природ. ресурсов и экологии Рост. обл. ; О. Н. Дёмина, Ю. В. Дзигунова, О. Ю. Ермолаева [и др.] ; науч. ред.: Е. Э. Мучник [и др.] ; редкол.: С. Н. Бодряков [и др.]. – Изд. 3-е. – Ростов н/Д ; Белгород : КОНСТАНТА, 2024. – 472 с.

13. Федяева, В. В. Мониторинг редких и исчезающих видов растений и грибов Ростовской области / В. В. Федяева, В. А. Русанов // О состоянии и перспективах развития особо охраняемых природных территорий и проблеме борьбы с деградацией (опустыниванием) земель : материалы науч.-практ. межрегион. конф., ст. Вешенская, 14–16 сент. 2005 г. – Ростов н/Д : Синтез технологий, 2005. – С. 29–36.

[К содержанию](#)

УДК 582.284

В. Г. КРАВЧУК, Н. М. МАТУСЕВИЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЕМЕЙСТВА *BOLETACEAE* В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

Беловежская Пуща – уникальный природный комплекс, в котором сочетание различных лесных сообществ создает идеальные условия для богатого видового разнообразия микофлоры. Мозаика пушчанских экосистем, определяемая рельефом, почвенными условиями и гидрологией, оказывает значительное влияние на состав микоризообразующих и сапрофитных грибов, включая представителей семейства *Boletaceae*. Изучение биоразнообразия макромикетов является одним из важных аспектов инвентаризации микофлоры Беловежской Пущи, проводимой в рамках реализации Плана управления Национальным парком.

Совсем недавно семейство *Boletaceae* входило в порядок *Agaricales*. Общепринятая классификация, выделив отдельный порядок *Boletales*, основывалась только на морфологии, поэтому традиционно грибы этого порядка ассоциировались со шляпочными трубчатыми плодовыми телами. К тому же этот стереотип, вероятно, связан с популярностью и ценностью представителей рода *Boletus*, особенно белого гриба (*Boletus edulis*), который считается одним из самых вкусных и благородных грибов. Однако с развитием молекулярной филогенетики стало ясно, что это гораздо более разнообразная группа, включающая грибы с разными типами плодовых тел, в том числе пластинчатые, гастероидные, кортициоидные и другие формы.

В Беловежской Пуще, согласно литературным данным, отмечалось 26 видов и 2 формы из семейства *Boletaceae* [1]. Первый список агариковых грибов белорусской части Беловежской пущи составлен Г. Сержаниной. Из приведенных автором 166 видов 11 относятся к рассматриваемому нами семейству [2]. В энциклопедическом издании «Флора Беларуси. Грибы» первый том посвящен порядкам *Boletales*, *Amanitales* и *Russulales*. Встречаемость в Беловежской Пуще указана только для шести видов [3]. Исходя из последних публикаций сотрудников НАН Беларуси, в гербарии MSK-F хранятся образцы 25 видов агарикоидных из порядка *Boletales* [4–6].

Приведенные в данной статье данные являются сведением результатов микологических исследований и инвентаризации макромикетов, проведенных в 2024 г. [1].

В результате проведенных исследований было выявлено три новых представителя семейства *Boletaceae* и установлено, что в национальном

парке «Беловежская Пуца» произрастает 29 видов данного семейства, относящиеся к 14 родам:

- Aureoboletus projectellus* (Murrill) Halling – боровик золотистый*.
Boletus aereus Bull. – боровик бронзовый.
Boletus betulicola (Vassilkov) Pilát & Dermek – белый гриб березовый.
Boletus edulis Bull. – белый гриб.
Boletus edulis f. *edulis* Bull. – белый гриб еловый.
Boletus pinophilus Pilát & Dermek – белый гриб сосновый.
Boletus reticulatus Schaeff. – боровик сетчатый.
Butyriboletus fechtneri (Velen.) D. Arora & J. L. Frank – боровик Фехтнера.
Chalciporus piperatus (Bull.) Bataille – перечный гриб.
Hortiboletus rubellus (Krombh.) Simonini, Vizzini & Gelardi – моховик краснеющий (моховик красный).
Hemileccinum impolitum (Fr.) Šutara – полубелый гриб.
Imleria badia (Fr.) Vizzini – польский гриб.
Leccinellum griseum (Quél.) Bresinsky & Manfr. Binder – грабовик (подосиновик сероватый).
Leccinellum pseudoscabrum (Kallenb.) Mikšík – грабовик.
Leccinum aurantiacum (Bull.) Gray – подосиновик дубравный.
Leccinum aurantiacum f. *aurantiacum* (Bull.) S.F. Gray – подосиновик красно-бурый.
Leccinum holopus (Rostk.) Watling – подберезовик болотный (обабок белый).
Leccinum melaneum (Smotl.) Pilát & Dermek – подберезовик черный.
Leccinum scabrum (Bull.) Gray – подберезовик, бабка.
Leccinum versipelle (Fr. & Hök) Snell – подосиновик желто-бурый.
Rubroboletus rhodoxanthus (Krombh.) Kuan Zhao & Zhu L. Yang – боровик розово-золотистый.
Suillellus luridus (Schaeff.) Murrill – дубовик (поддубник).
Suillellus queletii (Schulzer) Vizzini, Simonini & Gelardi – дубовик келе.
Tylopilus felleus (Bull.) P. Karst. – горчак.
Xerocomellus chrysenteron (Bull.) Šutara – моховик трещиноватый (моховик пестрый).
Xerocomellus porosporus (Imler ex Watling) Šutara – боровик пороспоровый*.
Xerocomellus pruinatus (Fr.) Šutara – моховик бархатный.
Xerocomus ferrugineus (Schaeff.) Alessio – моховик коричневый*.
Xerocomus subtomentosus (L.) Quél. – моховик зеленый (заячий гриб).
- Таксоны, зарегистрированные впервые для территории национального парка «Беловежская Пуца» при полевых исследованиях 2024 г., отмечены * (звездочкой).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инвентаризация макромицетов территории НП Беловежская Пуща : отчет о НИР (промежуточ.) / ГПУ НП «Беловежская Пуща» ; рук. В. В. Тетеренок ; исполн. В. Г. Кравчук. – Каменюки, 2024. – 79 с. – № ГР 20230558.
2. Сержанина, Г. И. Агариковые грибы Беловежской пуши / Г. И. Сержанина // Беловежская пуши. Исследования : сб. науч. ст. / Гос. заповед.-охотн. хоз-во «Беловежская пуши» ; редкол.: В. С. Гельтман [и др.]. – Минск, 1968. – Вып. 2. – С. 74–84.
3. Гапиенко, О. С. Флора Беларуси. Грибы. Т. 1. *Boletales. Amanitales. Russulales.* / О. С. Гапиенко, Я. А. Шапорова ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. наука, 2012. – 248 с.
4. Шабашова, Т. Г. Биологическое разнообразие агарикоидных и афиллофороидных грибов национального парка «Беловежская пуши» в сборах гербария MSK-F 1951–2001 гг. / Т. Г. Шабашова, А. О. Антонович // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. – Минск : Беларус. Дом печати, 2020. – Вып. 15. – С. 285–297.
5. Антонович, А. О. Базидиомицеты Национального парка «Беловежская пуши» в сборах гербария MSK-F / А. О. Антонович // Ботанические коллекции Беларуси: сохранность, использование и перспективы развития гербариев : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20–23 сент. 2022 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – С. 129–131.
6. Антонович, А. О. Таксономический анализ агарикоидных базидиомицетов Национального парка «Беловежская пуши» в сборах гербария MSK-F / А. О. Антонович // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2023. – № 1. – С. 47–64.

[К содержанию](#)

635.922:58.009

Е. М. КУЛИНКА, А. Н. МЯЛИК

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

НЕРЕАЛИЗОВАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ АБОРИГЕННОЙ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ

В настоящее время интерес к оценке ресурсной значимости аборигенной флоры неуклонно возрастает в связи с необходимостью более детального изучения и сохранения генетических ресурсов полезных

растений. Последние включают все то потенциальное богатство, которое содержится во флоре, и представлены растениями, сырье которых применяется в промышленности, в качестве продуктов питания, используется в сельском и лесном хозяйстве, медицине, ветеринарии и декоративном садоводстве [1]. При этом группа декоративных видов достаточно условная, поскольку при оценке возможности использования данных растений в благоустройстве населенных пунктов должны учитываться не только их эстетические свойства, но и возможность и целесообразность культивирования в искусственных условиях [2].

Актуальность привлечения декоративных видов из местной флоры обусловлена также рядом других причин, в числе которых повышение разнообразия и устойчивости зеленых насаждений, снижение себестоимости их содержания, экологизация данного направления путем снижения количества применяемых пестицидов и предотвращения биологических инвазий. Выполнение перечисленных требований невозможно в настоящее время в связи с подавляющим числом интродуцентов адвентивного происхождения, используемых в декоративном садоводстве Беларуси. Одни из видов данной группы нередко характеризуются низкой устойчивостью к местным природным условиям, болезням и вредителям, в то время как другие обладают значительным инвазионным потенциалом [3]. Соответственно высокую актуальность имеют работы по поиску и привлечению в практику зеленого строительства высокодекоративных видов растений аборигенного происхождения.

Согласно последним опубликованным данным, аборигенная флора Беларуси представлена около 1400 видами сосудистых растений [4]. Из них, по нашим подсчетам, декоративными свойствами обладает более 380 видов (около 27 %), которые относятся к 230 родам и 87 семействам. Крупнейшими из них по числу видов являются: *Compositae* Giseke – 30, *Ranunculaceae* Juss. – 28, *Orchidaceae* Juss. – 24, *Caryophyllaceae* Juss. – 23, *Fabaceae* Lindl. – 18, *Scrophulariaceae* Juss. – 16, *Gramineae* Juss. и *Labiatae* Juss. – по 14, *Rosaceae* Juss. и *Campanulaceae* Juss. – по 13. Всего 87 видов (22,9 %) из данного числа эпизодически отмечались в качестве культивируемых на территории Беларуси преимущественно на приусадебных участках. В их числе *Digitalis grandiflora* Mill., *Campanula rotundifolia* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Pulmonaria obscura* Dumort. и другие виды. Более часто в зеленых насаждениях встречаются такие виды, как *Aquilegia vulgaris* L., *Ajuga reptans* L., *Lilium martagon* L., *Asparagus officinalis* L., *Iris sibirica* L. и ряд других, представленных в культуре сортовым материалом зарубежной селекции. В целом анализ ассортимента декоративных растений, аборигенных для флоры Беларуси, показывает более высокий процент использования в декоративном садоводстве аборигенных

древесных растений (*Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Viburnum opulus* L. и мн. др.), которые традиционно применяются в озеленении городских и сельских поселений. Соответственно, работы по поиску и привлечению в практику зеленого строительства новых декоративных видов из аборигенной флоры имеют высокую актуальность. При этом необходимо понимать, что виды с декоративными свойствами отличаются различным географическим распространением, частотой встречаемости в пределах территории Беларуси, экологическими предпочтениями и фитоценотической приуроченностью, чем определяется их степень редкости, ресурсный потенциал и возможность получения исходного материала из природы.

Ниже представлен перечень перспективных аборигенных видов с декоративными свойствами, достаточно широко распространенных на территории Беларуси и, соответственно, не имеющих охранного статуса, что расширяет возможности их использования в декоративном садоводстве и упрощает процедуру изъятия живых растений из природных фитоценозов для дальнейшей работы.

Группа **красивоцветущих растений** самая многочисленная и представлена широким спектром видов различного использования. На влажных плодородных почвах могут выращиваться *Thalictrum lucidum* L., *Thalictrum flavum* L., *Lythrum salicaria* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Geum rivale* L., *Betonica officinalis* L., *Veronica longifolia* L., *Allium angulosum* Pursh, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. и некоторые другие влаголюбивые растения. Для сухих песчаных мест подойдут *Genista tinctoria* L., *Eryngium planum* L., *Trifolium alpestre* L., *Veronica spicata* L., *Coronilla varia* L., *Geranium sanguineum* L., *Centaurea scabiosa* L., *Vincetoxicum hirundinaria* Medik., *Galium verum* L. В качестве теневыносливых растений рекомендуется использовать *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Inula salicina* L., *Hieracium sylvularum* Jord. ex Boreau и другие виды.

Среди **декоративноплодных растений** можно отметить такие деревья и кустарники, как *Euonymus europaea* L., *Euonymus verrucosus* Scop., *Lonicera xylosteum* L., *Salix pentandra* L., которые выделяются высокой декоративностью в осенний и зимний периоды и могут более широко использоваться в декоративных посадках.

Среди **декоративнолиственных растений** в тени могут выращиваться такие травянистые растения, как *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Asarum europaeum* L. Для открытых солнечных мест подойдут некоторые злаки и осоки: *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Juncus effusus* L., *Lerchenfeldia flexuosa* (L.) Schur.

Значительное количество представителей аборигенной флоры может использоваться для создания **ковровых цветников**. В их числе

Arctostaphylos uva-ursi (L.) Spreng., *Lysimachia nummularia* L., *Sedum acre* L., *Jovibarba sobolifera* Opiz, *Polygala comosa* Schkuhr, *Ajuga reptans* L., *Ajuga genevensis* L., *Thymus serpyllum* L., *Armeria vulgaris* Willd., *Calluna vulgaris* (L.) Hull и нек. др.

Большим разнообразием выделяется также группа **водных растений**, перспективных для декорирования водоемов и водных устройств различного типа. Здесь можно отметить такие растения, как *Caltha palustris* L., *Hottonia palustris* L., *Butomus umbellatus* L., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Typha angustifolia* L., *Nymphaea candida* C. Presl, *Persicaria amphibia* (L.) Delarb. и нек. др.

Некоторые виды аборигенной флоры Беларуси (*Dianthus borussicus* Vierh., *Armeria vulgaris* Willd., *Hylotelephium maximum* Holub, *Jovibarba sobolifera* Opiz, *Potentilla arenaria* Borkh., *Ajuga genevensis* L., *Inula hirta* L., *Trifolium lupinaster* L. и др.) могут использоваться при создании **каменистых садов и рокариев**.

Немногочисленной, но весьма оригинальной является группа **растений-сухоцветов**, представители которой выделяются высокой декоративностью и устойчивостью в условиях культивирования. Среди них *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Beckmannia eruciformis* (L.) Host, *Eryngium planum* L., *Carlina intermedia* Schur. и другие виды, цветки и соцветия которых не теряют декоративных качеств после отцветания.

Незначительным числом видов представлена также группа **вьющихся растений** – *Humulus lupulus* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Lathyrus sylvestris* L., *Solanum dulcamara* L.

Отдельно стоит остановиться на растениях, рекомендованных для создания **травяных газонов и лужаек**. Оригинальные и устойчивые газоны могут быть созданы с использованием *Carex praecox* Schreb, *Nardus stricta* L. Такие растения-эфемероиды, как *Anemone nemorosa* L., *Anemone ranunculoides* L., *Ficaria verna* Huds., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., заслуживают более широкого применения в садах и парках для создания весеннецветущих лужаек.

Для **контейнеров и уличных вазонов** могут использоваться такие устойчивые растения, как *Equisetum hyemale* L., *Hylotelephium maximum* Holub, *Jovibarba sobolifera* Opiz, *Thymus serpyllum* L. и некоторые другие красивоцветущие и декоративнолиственные растения.

Приведенные выше примеры показывают, что ряд представителей аборигенной флоры могут широко использоваться в декоративном садоводстве как альтернативная замена ряда интродуцированных растений. Для достижения данной цели необходима целенаправленная работа по изучению таких видов, касающаяся выявления их эколого-

биологических и декоративных свойств в условиях культивирования, поиску в природе ценопопуляций с оригинальным фенотипом, которые могут являться исходным селекционным материалом для создания белорусских сортов.

В целом потенциал аборигенной флоры Беларуси как источника декоративных растений остается пока нераскрытым, а работа в данном направлении имеет высокую актуальность и практическую значимость.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин, М. М. Общие вопросы изучения сырьевых растений / М. М. Ильин // Методика полевого исследования сырьевых растений : сб. ст. / Акад. наук СССР, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова ; ред.: М. М. Ильин [и др.]. – Л. ; М., 1948. – С. 7–24.
2. Мялик, А. Н. Хозяйственная оценка флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Известия Гомельского гос. университета имени Ф. Скорины. Естественные науки. – 2018. – № 3 (108). – С. 66–72.
3. Мялик, А. Н. Роль интродукции в процессах антропогенной трансформации флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Hortus botanicus. – 2021. – Т. 16. – DOI: 10.15393/j4.art.2021.8026.
4. Природа Беларуси на рубеже тысячелетий / В. М. Байчоров, Т. Л. Барсукова, И. М. Богдевич [и др.] ; редкол.: А. А. Коваленя [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 367 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.93

А. М. МЯЛІК, Т. Г. КУЛАГІНА, Н. У. ГУДНАЯ, У. У. ЦІТОК
Мінск, Цэнтральны батанічны сад НАН Беларусі

ФЛАРЫСТЫЧНЫЯ АСАБЛІВАСЦІ ЗАКАЗНІКА «ПАДВЯЛІКІ МОХ» (ГАНЦАВІЦКІ РАЁН БРЭСЦКАЙ ВОБЛАСЦІ)

Заказнік «Падвялікі Мох», плошча якога складае больш за 10 тыс. га, быў утвораны ў 2005 г. на тэрыторыі Ганцавіцкага раёна Брэсцкай вобласці з мэтай захавання ў натуральным стане лесабалотнага комплексу з папуляцыямі рэдкіх відаў раслін і жывёл. Гэта тэрыторыя ў абагульненым плане ўяўляе сабой буйны масіў верхавых балот, рэдкіх для паўднёвай часткі Беларусі, што стала падставай для ўключэння яе ў сетку водна-балотных угоддзяў, якія ахоўваюцца згодна з Рамсарскай канвенцыяй. З улікам таго, што флора дадзенай тэрыторыі да нядаўняга часу заставалася

слаба даследаванай [1], высокую актуальнасць маюць працы па выяўленні яе складу і структуры. З гэтай мэтай на працягу 2024–2025 гг. тут былі праведзены дадатковыя фларыстычныя даследаванні.

У выніку выкананых даследаванняў устаноўлена, што ў межах тэрыторыі заказніка «Падвялікі Мох» расце 465 відаў вышэйшых раслін з 268 родаў і 80 сямействаў. З іх 379 відаў (81,5 %) з'яўляюцца абарыгеннымі, 86 – адвентыўнымі. Адпаведна індэкс адвентызацыі флоры складае 18,5 %, што сведчыць аб нізкай ступені яе антрапагеннай трансфармацыі. Рэпрэзентатыўнасць абарыгеннай флоры дадзенай тэрыторыі ў дачыненні да цэнтральнай часткі Беларускага Палесся [2] складае больш за 43 %, што з улікам невялікай плошчы заказніка і нізкай разнастайнасці прадстаўленых тут прыродных комплексаў з'яўляецца дастаткова высокім паказчыкам.

Доля адвентыўнай фракцыі ў складзе флоры складае 18,5 %, што з'яўляецца нізкім паказчыкам і сведчыць аб яе стане, блізкім да натуральнага. Абумоўлена дадзеная асаблівасць перавагай тут верхавых балот, фітацэнозы якіх дастаткова ўстойлівыя да пранікнення заносных відаў. Сярод апошніх пераважаюць расліны-археафіты (66 відаў) – выхадцы з паўднёвых рэгіёнаў Еўропы, прадстаўленыя пераважна рознымі відамі пустазелля. У флоры заказніка «Падвялікі Мох» гэтыя віды (*Berteroa incana* (L.) DC., *Arctium lappa* L., *Bromus hordeaceus* L. і інш.) сустракаюцца пераважна ўздоўж дарог, а таксама па абложных землях. Неафітаў тут толькі 20 відаў, занесеных значна пазней з больш аддаленых рэгіёнаў (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Solidago canadensis* L. і інш.).

Згодна спосабу заносу сярод раслін адвентыўнага паходжання пераважае група ксенафітаў, прадстаўленая 72 выпадкова занесенымі відамі (83,7 %). У іх ліку звычайныя рудэральныя расліны: *Daucus carota* L., *Viola arvensis* Murray, *Carduus acanthoides* L., і мн. інш. Да эргазіяфітаў адносіцца 14 відаў, якія мелі ў мінулым наўмысны занос (*Prunus cerasifera* Ehrh., *Malus domestica* Borkh., *Grossularia reclinata* (L.) Mill. і інш.).

Высокай ступенню натуралізацыі ў межах заказніка «Падвялікі Мох» вылучаецца 27 відаў агрыяфітаў. Расліны гэтай групы добра натуралізаваліся ў лясных (*Acer negundo* L., × *Sorbaronia mitschurinii* (A. K. Skvortsov et Maitul.) Sennikov, *Chelidonium majus* L. і інш.) і лугава-балотных (*Bidens frondosa* L., *Acorus calamus* L., *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski і інш.) фітацэнозах, дзе актыўна распаўсюджваюцца і могуць выцясняць прадстаўнікоў мясцовай флоры. Меншай натуралізацыяй характарызуюцца эпекафіты, прадстаўленыя 56 відамі. Гэта група ўключае заносныя расліны, якія замацаваліся ў паўнатуральных фітацэнозах – на лясных узлесках (*Conium maculatum* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Prunus cerasifera* Ehrh. і інш.), уздоўж дарог (*Anisantha tectorum* (L.) Nevzem,

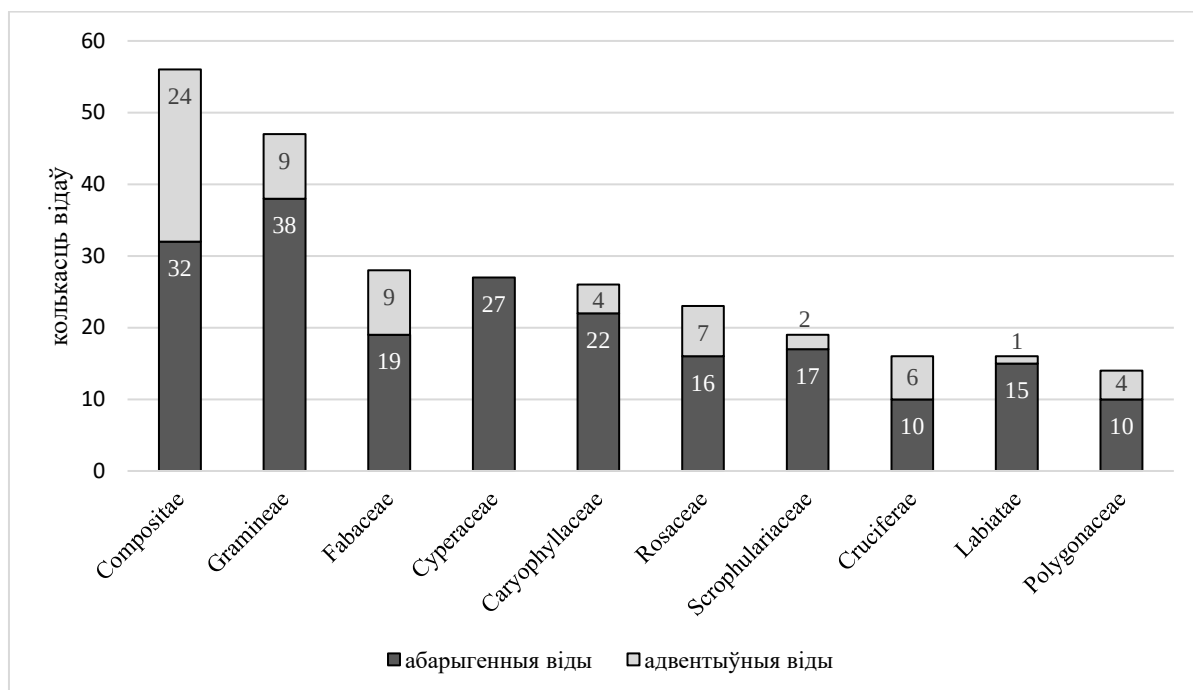
Polygonum arenastrum Boreau і інш.), на абложных землях (*Convolvulus arvensis* L., *Carduus crispus* L. і інш.). Расліны каланафіты і эфемерафіты прадстаўлены адзінкавымі відамі (*Secale cereale* L., *Vicia sativa* L. і інш.). У цэлым уплыў адвентыўных відаў на стан вивучаемай флоры нязначны, што пацвярджаецца таксама пры яе таксанамічным аналізе (табліца 1), які дазваляе выявіць некаторыя характэрныя рысы.

Табліца 1 – Вядучыя па колькасці відаў сямействы флоры заказніка

Назва сямейства	Колькасць відаў	% ад агульнай колькасці
<i>Compositae</i>	56	12,04
<i>Gramineae</i>	47	10,11
<i>Fabaceae</i>	28	6,02
<i>Cyperaceae</i>	27	5,81
<i>Caryophyllaceae</i>	26	5,59
<i>Rosaceae</i>	23	4,95
<i>Scrophulariaceae</i>	19	4,09
<i>Cruciferae</i>	16	3,44
<i>Labiatae</i>	16	3,44
<i>Polygonaceae</i>	14	3,01
<i>Ranunculaceae</i>	13	2,80
<i>Umbelliferae</i>	12	2,58
<i>Salicaceae</i>	10	2,15
<i>Boraginaceae</i>	8	1,72
<i>Juncaceae</i>	7	1,51

Прадстаўлены вышэй спектр уключае 15 вядучых па колькасці відаў сямействаў, узровень відавога багацця якіх вышэйшы за сярэдні – 5,8 віду. Да іх адносіцца 322 віды, што складае 69,3 % ад агульнай колькасці. Вядучымі па колькасці відаў сямействамі з’яўляюцца *Compositae* (56), *Gramineae* (47), *Fabaceae* (28) і *Cyperaceae* (27). Адпаведна, вивучаемая флора адносіцца да *Fabaceae*-тыпу і *Cyperaceae*-падтыпу. Пры гэтым любая натуральная флора ўмеранай зоны Еўропы, як правіла, адносіцца да *Cyperaceae*-тыпу. Выяўленая неадпаведнасць тлумачыцца, верагодна, перавагай на тэрыторыі заказніка верхавых балот, дзе, як вядома, флора ў цэлым, а таксама сямейства *Cyperaceae* не вылучаюцца высокай разнастайнасцю. Пры гэтым нязначная розніца ў колькасці відаў паміж сямействамі *Fabaceae* і *Cyperaceae* дазваляе вызначыць натуральны стан і занальныя характэрныя рысы вивучаемай флоры. Пра вышэйсказанае сведчаць таксама іншыя вядучыя сямействы (*Scrophulariaceae*, *Ranunculaceae*, *Salicaceae*, *Juncaceae*), прадстаўленыя тут пераважна абарыгеннымі відамі. Аднак адносна высокае багацце сямействаў *Cruciferae*, *Umbelliferae* і *Boraginaceae* паказвае ўплыў працэсу

адвентызацыі на фарміраванне сучаснай структуры спантаннай флоры. Прасачыць дадзены працэс дазваляе аналіз суадносін абарыгенных і адвентыўных відаў у складанні 10 вядучых сямействаў флоры заказніка «Падвялікі Мох» (малюнак).



Малюнак – Трансфармацыя спектра вядучых сямействаў флоры заказніка «Падвялікі Мох»

Найбольш трансфармаванымі сямействамі спантаннай флоры дадзенай тэрыторыі з’яўляюцца наступныя: *Compositae* – 42,8 %, *Cruciferae* – 37,5 %, *Fabaceae* – 32,1 %, *Rosaceae* – 30,4 %, *Polygonaceae* – 28,6 %, *Gramineae* – 19,1 %.

Буйнымі сямействамі, відавы склад якіх захаваўся амаль у натуральным стане, з’яўляюцца *Cyperaceae*, *Labiatae* і *Scrophulariaceae*.

У цэлым для флоры заказніка «Падвялікі Мох» характэрна невысокая ступень трансфармацыі таксанамічнага спектра, якая праяўляецца больш ярка для такіх сямействаў, як *Compositae*, *Cruciferae* і *Fabaceae*, што з’яўляецца ўсеагульнай тэндэнцыяй ва ўмеранай зоне.

Занальныя асаблівасці флоры характарызуе таксама аналіз яе біямарфалагічнай структуры, заснаваны на вылучэнні жыццёвых формаў раслін у сістэме К. Раўнкіера (табліца 2).

Табліца 2 – Біямарфалагічная структура флоры заказніка «Падвялікі Мох»

Жыццёвая форма	Колькасць відаў	% ад агульнай колькасці
Фанерафіты	49	10,54
Хамефіты	28	6,02
Гемікрыптафіты	277	59,57
Геафіты	34	7,31
Гідрафіты	9	1,94
Тэрафіты	68	14,62
Усяго	465	100

Самай шматлікай (277 прадстаўнікоў) групай раслін з’яўляюцца гемікрыптафіты. У іх ліку разнастайныя шматгадовыя травяністыя расліны як абарыгеннага (*Caltha palustris* L., *Viola canina* L., *Potentilla anserina* L. і інш.), так і адвентыўнага (*Geum urbanum* L., *Medicago lupulina* L., *Convolvulus arvensis* L. і інш.) паходжання. Даволі шматлікай з’яўляецца група аднагадовых раслін-тэрафітаў, сярод якіх пераважаюць адвентыўныя віды (*Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Centaurea cyanus* L., *Chenopodium album* L. і інш.). Сярод абарыгенных прадстаўнікоў дадзенай групы можна адзначыць *Teesdalia nudicaulis* (L.) W.T. Aiton, *Bidens cernua* L., *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn. і інш. Меншай колькасцю (49 відаў) вылучаецца група дрэвавых і хмызняковых раслін-фанерафітаў. Пераважная іх частка – абарыгенныя віды (*Fraxinus excelsior* L., *Ribes nigrum* L., *Salix triandra* L., *Corylus avellana* L.), шырока распаўсюджаныя ў складзе лясных і балотных фітацэнозаў заказніка. Толькі 7 відаў з гэтай групы маюць адвентыўнае паходжанне: *Acer negundo* L., *Malus domestica* Borkh., *Grossularia reclinata* (L.) Mill. і нек. інш. Выключна абарыгеннымі відамі ў флоры заказніка «Падвялікі Мох» з’яўляюцца расліны-хамефіты, сярод якіх пераважаюць розныя хмызнячкі і паўхмызнячкі (*Ledum palustre* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Rubus saxatilis* L. і інш.), а таксама некаторыя травяністыя расліны (*Scleranthus perennis* L., *Diphasiastrum* × *zeilleri* (Rouy) Holub і інш.). Большай разнастайнасцю (34 віды) прадстаўлена група геафітаў, сярод якіх таксама прысутнічаюць толькі расліны абарыгеннага паходжання (*Lilium martagon* L., *Trientalis europaea* L., *Iris pseudacorus* L., *Equisetum arvense* L.), што сведчыць аб натуральным стане флоры дадзенай тэрыторыі. Толькі 9 відаў у флоры заказніка з’яўляюцца гідрафітамі, сярод якіх таксама адзначаны расліны абарыгеннага паходжання: *Staurogeton trisulcus* (L.) Schur, *Utricularia vulgaris* L., *Ceratophyllum demersum* L. і інш.

Важна адзначыць таксама прыродаахоўную каштоўнасць даследуемай флоры. Усяго тут адзначана 17 ахоўваемых відаў вышэйшых раслін. З іх 7 відаў маюць ахоўную катэгорыю Чырвонай кнігі Рэспублікі Беларусь, а 10 уключаны ў спіс відаў дзікарослых раслін і грыбоў, якія маюць патрэбу

ў прафілактычнай ахове: *Anthericum ramosum* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Campanula persicifolia* L., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Hepatica nobilis* Mill., *Hierochloa australis* (Schrader) Roem. et Schult., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Silene lithuanica* Zapal. Сярод відаў, якія маюць катэгорыю аховы, толькі адзін (*Pulmonaria angustifolia* L.) адносіцца да III катэгорыі як уразлівы від, усе астатнія (*Arnica montana* L., *Dentaria bulbifera* L., *Lycopodiella inundata* (L.) Holub, *Lilium martagon* L., *Pulmonaria angustifolia* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Salix lapponum* L.) маюць IV ахоўную катэгорыю нацыянальнага значэння.

Такім чынам, ацэнка відавoga складу і структуры спантаннай флоры заказніка «Падвялікі Мох» паказвае, што дадзеная тэрыторыя вылучаецца досыць высокім узроўнем фітаразнастайнасці. Яе флора ў цэлым захоўвае натуральныя занальныя рысы, што сведчыць аб выкананні дадзенай запаведнай тэрыторыяй сваёй функцыянальнай ролі.

Праца выканана пры падтрымцы Беларускага рэспубліканскага фонду фундаментальных даследаванняў (грант БРФФД № Б23В-005).

СПІС ВЫКАРЫСТАНАЙ ЛІТАРАТУРЫ

1. Фиторазнообразие болота «Подвеликий Мох» (Ганцевичский район) / О. В. Созинов, В. А. Сипач, А. А. Сакович, А. И. Садковская // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 111–127.

2. Мялик, А. Н. Видовое разнообразие и особенности таксономического состава флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2022. – № 2. – С. 29–39.

[К содержанию](#)

УДК [582.639.11:631.526]:635.92(476)

Т. И. НИКОНОВИЧ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА И ГРУППЫ РОЗ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В настоящее время все чаще в озеленении городов, сел и районных центров Беларуси можно увидеть розы. Разнообразие их форм, окрасок, тонкость аромата вдохновляют на создание из них живых изгородей, пергол,

арок, рабаток, посадки в группах и одиночными кустами. Довольно часто в разных населенных пунктах Беларуси можно встретить сорта парковых, плетистых крупноцветковых, плетистых Рамблер, полиантовых, чайно-гибридных, флорибунда, почвопокровных и миниатюрных роз.

Для использования роз в озеленении следует учитывать их зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, продолжительность и обилие цветения.

Руководствуясь нашими многолетними наблюдениями, можно выделить группы и сорта роз, наиболее перспективные для городского озеленения.

Парковые розы. К группе парковых роз относят наиболее декоративные виды дикорастущих роз – шиповники, их многочисленные садовые формы, а также различные холодостойкие межвидовые гибриды [1]. Видовые розы-шиповники (*Rosa* L.) хороши своими ароматными и яркими цветами на фоне зеленой листвы, а также осенней расцветкой листвы и плодов. Близки к шиповникам их многочисленные садовые формы. Парковые розы ценны тем, что они покрываются зеленью и зацветают раньше всех других видов и сортов роз. У них красивая листва, полумахровые или махровые цветы. Период цветения длительный (30–35 дней), у шиповников до 20 дней. У многих сортов парковых роз цветение повторяется и длится с начала июня до сентября. Высота кустов парковых роз может варьировать от 1,2–2,0 м и выше.

Ведущую роль среди парковых роз играют гибриды **розы морщинистой** (*R. rugosa*). Отличительная особенность этих роз – высокая зимостойкость, нетребовательность к плодородию почв и простота в уходе. Цветение происходит как на побегах текущего года, так и на побегах прошлых лет. Неприхотливость и раннее продолжительное цветение обуславливают перспективность использования этих роз в озеленении. Особенно хороши роза ругоза и ее многочисленные сорта для посадки в парках, садах, скверах, на обочинах дорог, где целесообразно высаживать неприхотливые растения. Высаживают группами, красивы и одиночные кусты растений.

Hansa. Один из лучших гибридов этой группы. Удлиненные бутоны раскрываются в полумахровые цветки розово-фиолетового цвета, с золотыми тычинками в центре. Наделен насыщенным гвоздичным ароматом. Цветки собраны в небольших кистях по 3–5 штук. Отличается крупными, ярко-красными плодами, благодаря которым кусты декоративны всю осень. Светло-зеленая морщинистая листва осенью приобретает желтые, оранжевые или пурпурно-красные тона. Этот сорт зацветает самым первым и цветет все лето до самых морозов. Сорт устойчив к заболеваниям, имеет тенденцию давать отпрыски вокруг себя, если является корнесобственным. Хорош для живой изгороди, выносит полутень. Без формирующей обрезки,

с возрастом образует красивое деревце с зонтиковидной кроной. Обладает отличной зимостойкостью.

Ritausma. Цветки светло-розовые, собраны в соцветиях по 5–7 цветков. Цветение так обильно, что почти не видно листвы. Листья ярко-зеленая, морщинистая, окраска остается насыщенной до самой осени. С возрастом без регулярной обрезки кусты могут достигать высоты 2 м и более. Чтобы кусты были компактными и не нуждались в поддержке опор, а также в целях обновления и стимуляции роста побегов старые трехлетние побеги следует вырезать. Цветение продолжительное (до 100 дней). Плодов не завязывает.

F.J. Grootendorst. Цветки красные, махровые, лепестки с зубчатым краем, поэтому цветки очень похожи на гвоздику. Собраны в густых кистях, обычно по 7–15 штук, окружены бледно-зеленой морщинистой листвой. Толстые зеленые побеги и серо-коричневые ветви очень колючие, молодой прирост сильно облиственный. Поздние нижние побеги оголяются. Хорошо отзывается на обрезку и после нее быстро зацветает снова. Без обрезки кусты вырастают до 1,7 м. Очень зимостойкий, устойчивый к заболеваниям сорт. Подходит для миксбордеров или одиночных посадок благодаря обильности и продолжительности цветения (до 95 дней). **Pink Grootendorst** отличается от F.J. Grootendorst лишь окраской цветков: они розовые, махровые, с зубчатым краем. Эти два сорта эффектно сочетаются в совместной посадке в качестве живой изгороди или в одиночных посадках.

Сорт **Persian Yellow** – гибрид **розы фетида** (*R. foetida*). Эта роза начинает свое цветение одна из первых. Уже в середине мая появляются ярко желтые, махровые, шаровидные цветки. Продолжается цветение 3–4 недели, однократно, поэтому растение лучше высаживать в миксбордерах. Цветение происходит на прошлогодних побегах, одиночными цветками. Куст прямостоячий высотой 1,5–2,0 м. Опрыскивание серой поможет избежать заболевания черной пятнистостью. Хорошо переносит морозы и жаркое лето.

Сорт **Raubritter** – гибрид **розы макранта** (*R. micrantha*). Цветки раскрываются из мелких, заостренных бутонов в шаровидный цветок. Внутренняя сторона лепестков более насыщенной окраски, наружная – светлее. Цветки в крупных рыхлых кистях по 10–30 штук. Цветение невероятно обильное, но лепестки тонкие и мягкие, поэтому они наиболее красивы в сухую погоду. Листья мелкая, тонкая, подвержена мучнистой росе и черной пятнистости, поэтому требует периодических обработок. Куст раскидистый, однако обрезкой можно сформировать шаровидную форму. Raubritter можно выращивать как плетистую розу, средних размеров полуплетистую либо низкую почвопокровную розу. Из этого следует, что этой розой можно задекорировать заборы, беседки, арки, а также использовать в качестве живой изгороди или в миксбордерах.

Сорт **Prosperity** относится к гибридам **розы мускусной** (*R. moschata*). Цветки кремово-белые, крупные, собраны в большие соцветия по 5–7 штук. В первое цветение многочисленные цветки покрывают весь куст и в сочетании с темной блестящей листвой создают высокодекоративный эффект. Чтобы цветение повторилось, следует провести санитарную обрезку отцветших соцветий. Отличается хорошей устойчивостью к болезням. Кусты прямостоячие, сильнорослые до 3 м, их можно пустить по опоре как плетистую розу.

Плетистые розы, как правило, отличаются мелкими цветками 2–6 см в диаметре, различной окраски, без запаха, собранными в многоцветковые соцветия. Побеги достигают 2–5 м. Их можно использовать в декорировании арок, беседок, различных опор. Большинство сортов цветут однократно, обильно и продолжительно.

Сорт **White Flight**. Цветки белые с розовым оттенком, чашевидные, до 5 см в диаметре, слабомахровые, собраны в крупные соцветия до 25 цветков. Цветки не теряют декоративность в дождливую погоду. Листья светло-зеленые, многочисленные. Побеги мощные, прямые, высотой до 3 м. Рекомендуется для вертикального озеленения. Цветение очень обильное, начинается в третьей декаде июня и продолжается 33–35 дней.

Полиантовые розы представляют собой компактные, как правило, низкорослые кусты высотой 30–60 см. Цветки в большинстве случаев белой, розовой или красной окраски, мелкие, 3–5 см в диаметре, по 20–100 собраны в метельчатые соцветия, слабоароматные. Цветут обильно, продолжительно (95–115 дней) [2]. Особенно эффектны в бордюрах, рабатках, миксбордерах с многолетними растениями.

Сорт **Eulalia Berridge**. Цветки светло-розовые, 4–5 см, чашевидные, махровые, слабо душистые, в крупных, рыхлых соцветиях по 5–45 штук. Высота куста до 75–80 см. Листья темно-зеленые, блестящие. Цветение обильное, почти непрерывное, в течение всего сезона. Этот сорт широко распространен в озеленении Черноморского побережья Кавказа [3].

Сорт **Denise Cassegrain**. Цветки белые с кремовым оттенком, мелкие 2,5–3 см, слегка душистые, махровые, собраны в соцветия по 10–25 цветков. Листья мелкие, темно-зеленые, плотные. Кусты низкие 30–35 см, очень густые. Цветение обильное. Для групп, бордюров.

Сорт **Border King**. Цветки красные с белым центром, 4–6 см в диаметре, соцветия крупные по 10–15 цветков, аромат легкий. Высота куста 50–60 см. Листья мелкие. Цветение продолжительное. Отлично подходит для выращивания на газонах, создания живописных бордюров, украшения обочин дорог. Несмотря на мелкий размер цветка, благодаря их яркой окраске куст не останется незамеченным даже с больших расстояний.

По результатам многолетних исследований нами выделены наиболее устойчивые и декоративные 11 сортов роз из садовых групп, редко или вообще не используемых в озеленении (таблица).

Таблица – Отличительные особенности сортов роз, рекомендуемых для городских цветников

Название сорта	Цветение (однократное, повторное)	Устойчивость к болезням	Подготовка к зимнему периоду
Hansa	повторное	средняя	не требуется
Ritausma	повторное	средняя	не требуется
F.J. Grootendorst	повторное	высокая	не требуется
Pink Grootendorst	повторное	высокая	не требуется
Persian Yellow	однократное	низкая	не требуется
Raubritter	однократное	средняя	не требуется
Prosperity	повторное	высокая	не требуется
White Flight	однократное	высокая	не требуется
Eulalia Berridge	повторное	высокая	необходимо окучить
Denise Cassegrain	повторное	средняя	необходимо окучить
Border King	повторное	высокая	необходимо окучить

Отметим, что все рекомендуемые нами сорта достаточно зимостойки и не требуют укрытия на зиму, лишь полиантовые розы рекомендуем окучивать. Уход за растениями минимален, заключается в обрезке отцветших соцветий для поддержания декоративности. Ценное хозяйственное свойство этих роз – способность кустов разрастаться, формировать отводки, которые можно использовать в качестве нового посадочного материала.

Таким образом, рекомендуемые нами 11 сортов, помимо оригинальности, еще и не требовательны в уходе, что особенно актуально в современном озеленении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клименко, З. К. Розы : каталог-справочник / З. К. Клименко, Е. Л. Рубцова. – Киев : Наук. думка, 1986. – 210 с.

2. Никонович, Т. И. Результаты интродукции полиантовых роз в условиях Беларуси / Т. И. Никонович // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры : материалы междунар. науч. конф., Минск, 28 июня – 1 июля 2022 г. : в 2 ч. – Минск : Белтаможсервис, 2022. – Ч. 1. – С. 217–220.

3. Бударин, А. А. Сортимент роз в структуре садово-парковых насаждений в регионе влажных субтропиков Краснодарского края / А. А. Бударин // Цветоводство: история, теория, практика : материалы VII Междунар. науч. конф., Минск, 24–26 мая 2016 г. / редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск : Конфидо, 2016. – С. 278–280.

[К содержанию](#)

УДК 581.9(476)

К. Л. САВИЦКАЯ¹, М. А. ДЖУС²

¹Минск, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

²Минск, ОО «Ботаническое общество»

НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ВОДНЫХ И ЗАХОДЯЩИХ В ВОДУ БЕРЕГОВЫХ РАСТЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ПУХОВИЧСКОЙ РАВНИНЫ (БЕЛАРУСЬ)

Актуальность детального исследования видового состава водных растений на региональном уровне обусловлена как недостаточной степенью изученности водной флоры Беларуси, так и глобальным сокращением разнообразия гидрофитов в связи с сельскохозяйственным освоением земель, канализацией рек и иными видами деятельности человека, приводящими к загрязнению и деградации водных местообитаний [1].

Выявление новых локалитетов различных видов растений в водных объектах Пуховичской равнины (границы этой геоморфологической единицы приведены в [2]) проводилось в 2018–2024 гг. с привязкой к 100 ячейкам (размером 7,8 × 8,1 км) условной сетки по методу сеточного картирования [3]. Обследование водоемов и участков водотоков, сбор и гербаризация растений выполнялись согласно стандартным гидроботаническим методикам [4]. Названия видов соответствуют [5], исключая вид малоизученного рода *Catabrosa* – *C. kneuckeri* Tzvelev [6]. Место хранения гербарных образцов – Национальный гербарий (MSK). Почти все они собраны К. Л. Савицкой на территории Минской области. Ниже приведен список мест произрастания редких видов водных и околоводных растений.

***Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv. – поручейница водяная.**

1. Пуховичский р-н, 0,3 км З д. Сининки, мелиоративный канал. На глубине 0,1 м. Изредка. N 53.726169° E 27.787805°. 07.07.19.

2. Копыльский р-н, 0,2 км З д. Телядовичи, р. Гнилица. Берег. Довольно часто. N 53.289498° E 27.002541°. 14.07.20.

3. Пуховичский р-н, 1,2 км Ю-В д. Заречаны. Берег р. Птичи (вблизи моста). Грунт песчаный. Редко, группы из нескольких растений. N 53.607583° E 27.593464°. 25.06.20.

4. Минский р-н, В окрестность (< 0,5 км) аг. Крупица. Берег р. Птичи (вблизи моста). Грунт песчаный. Редко. N 53.682122° E 27.542692°. 25.06.20.

5. Узденский р-н, 0,7 км С-В д. Могильно, затон р. Неман (вблизи моста). Берег. Редко. N 53.417639° E 26.993260°. 27.06.20.

6. Узденский р-н, 1,9 км Ю-З д. Слобода, р. Боровинка (вблизи моста). Берег, покрытый водой, илисто-песчаный грунт. Часто на 50-метровом участке реки. N 53.370132° E 27.323717°. 09.06.20.

7. Червенский р-н, 0,9 км З д. Оточная Слобода, мелиоративный канал. Глубина 0,01–0,1 м, грунт песчаный. Часто на 100-метровом участке канала. N 53.666827° E 28.297199°. 26.07.22.

***Catabrosa kneuckeri* Tzvelev – поручейница Кнекера.**

1. Копыльский р-н, г. Копыль. Берег водохранилища. N 53.154150° E 27.094750°. 03.06.19.

2. Узденский р-н, 0,45 км С-З д. Малая Уса. Берег реки Уса. Очень редко. N 53.533590° E 27.178259°. 27.06.20.

3. Узденский р-н, В окрестность д. Зеньковичи, р. Уздянка. Берег (вблизи моста). Редко на 200-метровом участке реки. N 53.499239° E 27.254685°. 27.06.20.

Новый для Беларуси вид. В отличие от *C. aquatica* имеет более узкие розовато-фиолетовые метелки и в основном одноцветковые (а не двухцветковые) колоски [6]. В Узденском, Дзержинском, Воложинском, Пуховичском районах Минской области, в Новогрудском районе Гродненской области отмечены растения с промежуточными признаками, которые, возможно, относятся к гибриду между этими двумя видами [7].

***Ceratophyllum submersum* L. – роголистник полупогруженный.**

1. Узденский р-н, 3 окраина д. Королево. На мелководье очистных прудов. N 53.59888° E 27.44608°. 29.11.24.

***Eleocharis mamillata* (H. Lindb.) H. Lindb. – болотница сосочковая.**

1. Пуховичский р-н, В окрестность д. Ладымер, пересыхающее озеро. Редко. N 53.292325° E 27.833778°. 22.06.19.

2. Пуховичский р-н, 5,4 км С-В д. Теребуты, мелиоративный канал. Берег. Несколько куртин. N 53.298219° E 28.060459°. 30.06.19.

3. Узденский р-н, 1,1 км Ю-З д. Колодино, мелиоративный канал. Берег. Редко. N 53.532609° E 27.562643°. 01.08.19.

***Eleocharis uniglumis* (Link) Schult. – болотница одночешуйная.**

Узденский р-н, 0,45 км С-В д. Глинищи, пруд-копань. Берег. Несколько куртин. N 53.438534° E 27.232451°. 08.06.20.

***Galium palustre* L. × *Galium uliginosum* L.**

Пуховичский р-н, 2,3 км С-В д. Сергеевичи, оз. Сергеевичское. N 53.510135° E 27.774558°. Берег (у лодочного причала). Единично. 04.08.22.

***Juncus inflexus* L. – ситник склоняющийся.**

Слуцкий р-н, 0,7 км В д. Ануфровичи, пруд на реке. N 53.170700° E 27.546185°. Берег. Редко. 13.07.21.

***Nymphaea* × *marliacea* Lat.-Marl. – кувшинка Марлиака.**

1. Пуховичский р-н, г. п. Руденск, пер. Колхозный вблизи пересечения с ул. Советской. Пруд-копань на приусадебном участке. N 53.588004° E 27.857955°. 21.07.24. (Наблюдение.)

2. Минский р-н, аг. Крупица, пруд-копань в поле. Несколько растений. N 53.685373° E 27.525448°. 02.08.23. (Наблюдение, <https://www.inaturalist.org/observations/176270173>)

***Rumex maritimus* L. – щавель морской.**

1. Стародорожский р-н, 3,7 км С-В д. Левки, вдхр. Левки. N 53.224058° E 28.092170°. Берег, пляж. На песчаном грунте. Изредка. 21.07.23.

2. Слуцкий р-н, 2,8 км С д. Рудня, вдхр. Рудня (северная часть). N 53.222897° E 27.633125°. Песчаный берег. По краю сообщества тростника южного. Довольно часто. 18.07.23.

3. Дзержинский р-н, Ю-В окрестность г. Дзержинска, вдхр. Дзержинское. N 53.675492° E 27.154206°. Западный берег. Изредка. 02.08.23.

4. Узденский р-н, С окрестность д. Ерши, водоем Ерши. Берег. Изредка. N 53.380575° E 27.010844°. 04.07.20.

5. Узденский р-н, 1,2 км Ю-В д. Малая Уса, пруд на реке пересохший. Довольно часто. N 53.526179° E 27.198531°. 05.07.20.

***Scirpus radicans* Schkuhr. – камыш укореняющийся.**

1. Пуховичский р-н, 1,4 км Ю-В д. Ветеревичи 2, р. Осинówka. Берег (вблизи моста). Изредка. 22.06.19.

2. Стародорожский р-н, 1,3 км С-В д. Малиновка, мелиоративный канал. Берег. Нередко. N 53.247379° E 27.954848°. 22.06.19.

3. Пуховичский р-н, 1,4 км С-В д. Дричин, Дричинский мелиоративный канал. Берег (вблизи моста). Изредка. 06.07.19.

4. Пуховичский р-н, 1,4 км В д. Веселое, мелиоративный канал. Берег. Редко. N 53.565634° E 28.022360°. 06.07.19.

5. Пуховичский р-н, 0,6 км Ю-В д. Ильич, озеро. Заболоченный берег. Довольно часто. N 53.562198° E 28.245844°. 04.07.19.

6. Пуховичский р-н, 2,7 км к С-В от д. Болоча, мелиоративный канал. Берег. Редко. N 53.570926° E 28.426350°. 04.07.19.

7. Пуховичский р-н, д. Берчуки, р. Гребенка. Берег. Редко. N 53.640400° E 27.636703°. 07.07.19.

8. Пуховичский р-н, 3,3 км С-В д. Теребуты, мелиоративный канал. N 53.278185° E 28.064991°. Грунт торфянистый. Берег. Редко на 200-метровом участке канала. 16.07.21.

9. Пуховичский р-н, 1,3 км Ю-З д. Теребуты, водоем в пойме р. Свислочи. Берег. Часто. N 53.384505° E 28.356753°. 27.06.19.

10. Пуховичский р-н, д. Сутин, пруд-копань. Берег. Редко. N 53.299097° E 28.243448°. 27.06.19.

11. Пуховичский р-н, д. Омельно, пруд-копань. Берег. Редко. N 53.369198° E 28.037749°. 30.06.19.

12. Пуховичский р-н, 2,4 км С-З д. Леоновка, старица р. Свислочи. Берег. Нередко. N 53.439614° E 28.345715°. 03.07.19.

13. Пуховичский р-н, 1,4 км С-В д. Заперины, р. Талька. Берег. Редко. N 53.390709° E 28.135248°. 03.07.19.

14. Пуховичский р-н, 0,9 км С-З д. Песчанка, мелиоративный канал. Берег. Редко. N 53.419371° E 27.908754°. 02.08.19.

15. Пуховичский р-н, 2,4 км В д. Бор, мелиоративный канал. Берег. Редко. N 53.519004° E 28.043118°. 02.08.19.

16. Узденский р-н, г. Узда, пруд на ручье. Берег. Единично. N 53.458391° E 27.207037°. 08.06.20.

17. Слуцкий р-н, д. Омговичи, пруд на р. Нижняя Весейка. Берег. Часто. N 53.096129° E 27.796960°. 13.06.20.

18. Слуцкий р-н, д. Замостье, пруд на притоке р. Случи. Берег. Редко. N 53.204291° E 27.596116°. 21.06.20.

19) Узденский р-н, д. Толкачевичи-2, пруд на ручье. Берег. Единично. N 53.459917° E 27.624454°. 14.07.20.

20. Слуцкий р-н, 1 км Ю-З д. Павловка, р. Средняя Весейка. Берег. Редко. N 53.129011° E 27.801923°. 13.06.20.

***Triglochin palustris* L. – триостренник болотный.**

Дзержинский р-н, Ю-В окрестность г. Дзержинска, вдхр. Дзержинское. N 53.669762° E 27.162492°. Южный заболоченный берег водохранилища, вблизи места впадения канала. Редко. 02.08.23.

***Utricularia australis* R. Br. – пузырчатка южная.**

Узденский р-н, С окрестность д. Завишино, водоем в лесу. N 53.477764° E 27.582129°. Грунт песчаный с примесью торфа. На глубине 0,25 м вблизи южного берега. Очень часто. 22.07.21.

***Zizania palustris* L. – цицания болотная.**

1. Узденский р-н, 1,8 км северо-западнее д. Валерьяны, пересыхающее лесное озеро. N 53.450221° E 27.500466°. Грунт илисто-песчаный с примесью торфа. На глубине 0,1–0,5 м у берега и в центре озера. 22.07.21.

2. Пуховичский р-н, д. Кристамполье, водоем. Только в С части водоема, на глубине 0,3 м. N 53.548691° E 27.716284°. 01.08.19.

3. Пуховичский р-н, 4 км С-З д. Волосач, озеро Синее. Сплавина. Нередко. N 53.529081° E 27.634550°. 01.08.19.

Таким образом, обнаружено 49 новых мест произрастания 13 видов (включая два гибрида) редких водных и заходящих в воду береговых растений в границах Пуховичской равнины. Из них *Catabrosa kneuckeri* для флоры Беларуси приводится впервые.

Источником финансирования работ являлся Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (грант № Б23М-010 «Оценка антропоустойчивости и прогноз динамики водной флоры в условиях различных антропогенных нагрузок» на 2023–2025 гг., № ГР 20231212 от 02.05.2023).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Garcia-Murillo, P. Decline of aquatic plants in an iconic European protected natural area / P. Garcia-Murillo, C. Díaz-Paniagua, R. Fernández-Zamudio // Journal for Nature Conservation. – 2025. – Vol. 84. – P. 1–12. – DOI: 10.1016/j.jnc.2024.126814.
2. Калинин, М. Ю. Водные ресурсы Минской области / М. Ю. Калинин, А. А. Волчек. – Минск : Белсэкс, 2006. – 160 с.
3. Серегин, А. П. Флора Владимирской области: анализ данных сеточного картирования / А. П. Серегин. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2014. – 441 с.
4. Щербаков, А. В. Изучение и анализ региональных флор водоемов / А. В. Щербаков // Гидробиотика: методология, методы : сб. материалов Школы по гидробиотике, Борок, 8–12 апр. 2003 г. / Ин-т биол. внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН ; науч. ред.: В. Г. Папченков [и др.]. – Рыбинск, 2003. – С. 56–69.
5. WFO: World Flora Online (2024). – URL: <http://www.worldfloraonline.org> (date of access: 11.11.2024).
6. Цвелев, Н. Н. Заметки о некоторых родах семейства злаков (*Poaceae*) / Н. Н. Цвелев // Новости систематики высших растений. – 2013. – Т. 44. – С. 26–38.
7. Молекулярно-филогенетическое изучение рода *Catabrosa* (*Poaceae*): сравнительный анализ последовательностей ITS1-5.8S рДНК-ITS2 генов 35S рРНК / П. А. Матейкович, Е. О. Пунина, Н. Н. Носов [и др.] // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 51–56. – DOI: 10.14258/pbssm.2019009.

[К содержанию](#)

УДК 582.5/.9:631.526(476)

С. С. САВЧУК, В. Н. ЛЕБЕДЬКО, Т. О. ДАВИДЧИК

Минск, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

ДИКИЕ РОДИЧИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ПИЩЕВОГО ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ

Во флоре Беларуси насчитывается 520 видов (26 % от общего числа видов) пищевых растений [1, с. 349]. Несмотря на то, что дикорастущие пищевые растения являются источником ценных, необходимых для человека соединений, таких как витамины, микроэлементы, соли, белки, жиры, углеводы, клетчатка, биологически активные соединения и др.,

их использование по-прежнему остается весьма ограниченным. Представители природной флоры могут использоваться в пищу как в сыром виде, так и при термической обработке. Для приготовления пищевых продуктов применяют различные органы растений – от корней до цветков [2].

Наиболее ярким примером использования дикорастущих растений, а именно диких продовольственных видов, могут служить лесные и болотные ягодные растения (клюква обыкновенная (*Vaccinium oxycoccos* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis idaea* L.), малина (*Rubus idaeus* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) и др.), плоды которых, помимо активного употребления населением, являются предметом экспорта. Среди перспективных диких продовольственных видов следует упомянуть не только широко используемые населением растения *Allium angulosum* L., *A. oleraceum* L., *Carum carvi* L., *Rumex acetosa* L., *R. thyrsiflorus* Fingerh., *Urtica dioica* L., но также и малоизвестные *Anthriscus sylvestris* (L.) Holl., *Cardamine amara* L., *Oxalis acetosella* L., *Primula veris* L. и др. Все они в Беларуси встречаются в достаточно большом количестве и вполне подходящие для промышленных заготовок. Вовлечение таких менее популярных видов в культуру питания населения существенным образом расширит ассортимент и качество пищевых продуктов, приготовленных с участием или на основании вышеупомянутого растительного сырья. Основным преимуществом потребления растений этой группы является то, что данное растительное сырье, как правило, экологически чистый продукт, не содержащий нитратов и пестицидов, и его получение будет осуществлено без трудовых затрат на выращивание. Необходимо учитывать, что эти растения являются источником полезных веществ, и их употребление, несомненно, будет способствовать укреплению иммунной системы, сохранению и улучшению здоровья в целом [1, с. 349–357; 2].

Среди пищевых растений флоры Беларуси 318 видов являются дикими родичами культурных растений (далее – ДРКР). Под ДРКР мы понимаем виды природной флоры, эволюционно-генетически близкие с культурными, используемые в процессе получения новых сортов или потенциально пригодные для введения в культуру [6, с. 3]. В систематическом отношении данная группа пищевых ДРКР довольно разнообразна. Они принадлежат более чем к 50 семействам. В видовом отношении наиболее представленными являются семейства *Poaceae* (52 вида), *Rosaceae* (48), *Fabaceae* (26), *Brassicaceae* (26), *Asteraceae* (18), *Lamiaceae* (17).

Представители данной целевой группы распространены в стране неравномерно. Так, 106 видов растений (33,3 %) являются обычными, широко распространенными, изредка встречается 104 вида (32,7 %), редко – 50 (15,7 %) и очень редко 58 видов (18,2 %). Значительно менее представленной группой являются виды растений, включенные в Красную

книгу Республики Беларусь [4], насчитывающие 26 видов (8,2 %). Из них 14 (53,8 %) входят в основной список. По своему составу они представлены одним видом I категории национального природоохранного значения, пятью видами II, шестью видами III и двумя видами IV категории национального природоохранного значения. Из Списка видов, нуждающихся в профилактической охране, насчитывается 12 видов растений (46,2 %).

В результате ранжирования видов по степени филогенетического родства дикорастущих и культурных растений, проведенного нами по методике, разработанной во Всероссийском институте генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова [6, с. 5], к 1-му рангу отнесено 155 видов, к 2-му – 15 видов, к 3-му – 14 видов, к 4-му – 112 видов и к 5-му – 22 вида.

На долю видов 1–3-го рангов, находящихся в значительно тесном родстве с культурными растениями и одновременно являющихся наиболее ценными в хозяйственном и селекционном отношении, приходится 57,6 % видов. В качестве примера могут служить представители родов лук (*Allium* L.), щавель (*Rumex* L.), тмин (*Carum* L.), капуста (*Brassica* L.), морковь (*Daucus* L.), слива (*Prunus* L.), латук (*Lactuca* L.) и др.

В предыдущих работах по изучению хозяйственно полезных растений большое внимание уделялось травянистым растениям, при этом древесно-кустарниковым незаслуженно уделялось меньшее внимание. Среди пищевых ДРКР наивысший ранг приоритетности во флоре Беларуси занимают *Malus sylvestris* Mill., *Prunus spinosa* L., а также виды рода *Rubus* L., *Rosa* L. и др. Проведенный нами критический анализ гербарного и фондового материалов позволил установить современное распространение вышеуказанных видов в пределах Беларуси.

Особого внимания заслуживает яблоня лесная (*Malus sylvestris*), которая хотя и не является прямым родоначальником *Malus domestica* Borkh., но тоже была использована при выведении отдельных ее сортов [7].

Проведенный критический анализ гербарного материала позволил установить реальное распространение *Malus sylvestris* в пределах страны. Поскольку очень часто за нее принимали яблоню домашнюю (*Malus domestica*) семенного происхождения, растения которой зачастую имеют довольно схожие морфологические признаки, и в этом случае при определении основная роль отдавалась среде ее произрастания, например лесному массиву. Основными отличительными признаками яблони лесной от домашней является слабо опушенные на начальных стадиях развития, а впоследствии вообще оголяющиеся листовые пластинки, цветоножки и чашелистики с наружной стороны. Соцветия их более редкие, а плоды более мелкие, в основном желтоватой окраски, не превышающие 3 см в диаметре. В настоящее время *Malus sylvestris* изредка встречается по всей территории и приурочена в основном к умеренно увлажненным лесным массивам и облесенным берегам крупных рек.

Ценным источником полезных признаков для селекционных работ по улучшению имеющихся или созданию новых сортов яблони может служить также и *Malus domestica*, вид гибридного происхождения, получивший довольно широкое распространение в стране вне культуры, где часто встречается по обочинам дорог, склонам мелиоративных каналов, осветленным лесам, их полянам и опушкам.

В последние десятилетия наблюдается резкое увеличение представленности *Malus domestica* в природной флоре Беларуси. Особенно ее много стало встречаться на землях, вышедших из сельскохозяйственного использования в поймах крупных рек, а также на лугах вблизи населенных пунктов, которые ранее активно использовались в качестве пастбищ. В связи со снятием антропогенной и зоогенной нагрузки в настоящее время наблюдается стремительная деградация данных луговых сообществ. Они активно начали зарастать не только древесно-кустарниковой растительностью природной флоры (береза, ольха, ивы, жестер, бересклет и др.), но и плодовыми древесно-кустарниковыми растениями, в первую очередь *Malus domestica* Borkh., *Pyrus communis* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) K.Koch и др. Занос семян *Malus domestica*, а именно ее различных сортов, произошел в основном благодаря сельскохозяйственным животным, активно выпасаемым на данных угодьях местным населением. В дальнейшем, если не произойдет повторное окультуривание данных угодий, могут сформироваться растительные сообщества с доминированием *Malus domestica* высокого формового разнообразия. Как показали натурные обследования, у семенного поколения «дикорастущей» яблони домашней наблюдается сильное расщепление признаков по форме, окраске и размерам плодов, а также их вкусовым и товарным качествам. В настоящее время отдельные представители яблони домашней могут явиться объектами непосредственно сортоиспытания в качестве перспективного «сортотрона». В то же время необходим целенаправленный поиск растений, максимально приближенных к прародительскому виду *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.

Особого внимания заслуживает также и *Prunus spinosa* – вид, являющийся родоначальником устойчивого культивируемого гибрида *Prunus domestica*. Это довольно полиморфный таксон, отличающийся по цвету цветков, листьев, форме, размерам и опушению генеративных и вегетативных органов и т. п. Ареал данного вида растений охватывает практически всю территорию Европы. В Беларуси вид находится на юго-восточной границе ареала. Он отмечен в трех областях, но в наибольшем количестве встречается в Брестском, Барановичском, Ляховичском, Житковичском, Каменецком и Гродненском районах. В основном данный вид растений приурочен к деградированным дубравам в поймах рек, особенно Буга

и Щары. Изредка может встречаться по склонам автомобильных и железных дорог, а также у жилья. Особое внимание следует уделить изучению полиморфизма в пределах белорусского фрагмента ареала. С точки зрения пищевой ценности растения отбор его морфотипов будет направлен на форму, размеры и вкусовые качества плодов, а учитывая декоративные свойства – не только на цвет и махровость цветков, но и на длину и толщину колючек, густоту их покрытия, как потенциального объекта для создания живых изгородей.

Среди ДРКР особое внимание следует уделить роду *Rubus*. Это довольно сложный в таксономическом отношении род, где происходят интенсивные гибридизационные процессы, результатом которых является появление многочисленных новых таксонов. На конец XX в. для территории Беларуси на основании литературных источников [5, с. 148] указывалось пять аборигенных видов этого рода. Согласно современной критической обработке данного рода [3, с. 7–31], подтвержденной гербарным материалом, для территории Беларуси приводится уже 17 видов и 6 гибридов, из которых 8 видов и 2 гибрида встречаются исключительно в культуре. По гербарным материалам в этой же работе был описан новый для науки гибридогенный таксон – *R. Osipovicziensis* D. Dubovik, возникший в результате гибридизации двух заносных видов – *R. hirtus* Waldst. & Kit. и *R. plicatus* Weihe & Nees, появившихся на территории Беларуси относительно недавно. В качестве объектов дальнейших исследований могут служить наиболее редкие представители данного рода, имеющие различные морфотипы. В первую очередь это *R. osipovicziensis*, *R. hirtus*, *R. gracilis* (Pers.) Quel., *R. plicatus* и нек. др.

Таким образом, ДРКР пищевого целевого назначения во флоре Беларуси представляют собой довольно сложную группу растений как в таксономическом, так и в флорогенетическом отношении. В ее составе отмечено значительное количество видов, в перспективе пригодных как для промышленных заготовок, так и для вовлечения в селекционный процесс с последующим введением в культуру.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Четыре четверти, 2019. – 452 с.
2. Дикорастущие растения и грибы в медицине и кулинарии / Д. Т. Жоголев, Л. Л. Галин, И. И. Добросердова [и др.]; под общ. ред. Э. А. Нечаева [и др.]. – М. : Воениздат, 1994. – 448 с.

3. Дубовик, Д. В. Род *Rubus* L. (Rosaceae Juss.) во флоре Беларуси / Д. В. Дубовик // Ботаника (Исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. – Минск : Колорград, 2018. – Вып. 47. – С. 7–31.

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

5. Определитель высших растений Беларуси / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

6. Каталог мировой коллекции ВИР. Дикие родичи культурных растений России / сост. Т. Н. Смекалова, И. Г. Чухина. – СПб., 2005. – 54 с.

7. Современные методы и международный опыт сохранения генофонда дикорастущих растений : (на примере диких плодовых) / С. М. Алексанян, В. В. Пономаренко, Л. А. Бурмистров [и др.] ; ред. группа: Е. Г. Раузин (общ. ред.) [и др.]. – Алматы : Программа развития ООН в Казахстане, 2011. – 200 с.

[К содержанию](#)

УДК 630*182.47:630*228.8(630*176.321.5)

С. В. ШУМАК, Д. К. ГАРБАРУК, А. В. УГЛЯНЕЦ

Хойники, Полесский государственный радиационно-экологический заповедник

СОВРЕМЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЧЕРНООЛЬШАНИКА КРАПИВНОГО В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Живой напочвенный покров (далее – ЖНП) в лесных экосистемах играет важную роль в поддержании их экологического равновесия, способствует сохранению плодородия почвы, улучшает структуру и вододерживающую способность, а также участвует в углеродном цикле, что, в свою очередь, влияет на продуктивность лесов [1].

В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (далее – заповедник), расположенном в границах зоны отчуждения (далее – ЗО) Чернобыльской АЭС (далее – ЧАЭС), одной из лесных формаций, приуроченной к низинным болотам с избыточно увлажненными почвами, является черноольховая [2], занимающая в заповеднике 14 783 га, или 10,6 % лесопокрытой площади [3]. Черноольшаник крапивный, на долю

которого приходится 11,2 % площади формации [3], приурочен к плодородным, хорошо дренированным почвам с развитым ЖНП [4]. С 2010-го по 2020 г. его площадь сократилась на 314 га (2,0 %) на фоне незначительного (на 107 га, или 0,7 %) уменьшения площади формации [3]. Вероятная причина – снижение влагообеспеченности почв в связи с проявляющимися в последнее время в Белорусском Полесье (далее – Полесье) засушливыми явлениями [5]. Это могло повлиять на состав и структуру ЖНП в них. Сведения о видовом разнообразии ЖНП черноольшаника крапивного в ЗО ЧАЭС отсутствуют. Следовательно, изучение его видового состава на современном этапе климатических изменений в регионе является актуальным вопросом.

Объект исследования – видовой состав ЖНП в высоковозрастных, высокополнотных, высокопродуктивных, чистых по составу насаждениях черноольшаника крапивного в ЗО ЧАЭС.

Исследования проводили на пяти временных пробных площадях (далее – ВПП) размером 50 × 50 м, заложенных в соответствии с требованиями, описанными в «Лесной таксации» (Анучин, 1982).

Полевые геоботанические описания выполнены с 1 по 15 августа 2024 г. путем закладки на каждой ВПП по 20 учетных площадок (далее – УП) размером 1 × 1 м в соответствии с методикой [6]. На УП устанавливали видовой состав травянистых растений ЖНП с использованием определителей [7; 8], обилие каждого вида оценивали в баллах по шкале Браун-Бланке [9], по показателям которого в дальнейшем выделяли доминантные и субдоминантные виды растений [6]. Встречаемость вида рассчитывали как отношение числа УП с наличием растений вида к их количеству на ВПП. Экологические группы растений по отношению к влажности и трофности почвы устанавливали с применением источника [1].

В черноольшанике крапивном Беларуси выявлено произрастание 122 видов растений ЖНП с учетом мхов [4]. Доминантным видом в этом типе леса в Полесье является *Urtica dioica*, обычными – *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris carthusiana*, *Scirpus sylvaticus* и *Lysimachia vulgaris* [10].

В результате проведенных исследований в ценофлоре ЖНП черноольшаника крапивного в ЗО ЧАЭС выявлено 37 видов сосудистых растений (таблица 1), относящихся к 34 родам, 20 семействам, отделов *Magnoliophyta* – 35 видов (95 %) и *Polypodiophyta* – 2 вида (5 %). Ее систематическое разнообразие невысокое; о чем свидетельствуют следующие данные: среднее число видов в семействе – 1,85, среднее число видов в роде – 1,09, среднее число родов в семействе – 1,70. По числу видов доминируют семейства *Lamiaceae* – 6 видов (16,2 %), *Rosaceae* – 5 видов (13,5 %), *Rosaceae* – 4 вида (10,8 %) и *Caryophyllaceae* – 3 вида (8,1 %). Остальные 16 семейств представлены 1–2 видами сосудистых растений. В отдельных насаждениях встречалось от 12 до 21 вида.

Таблица 1 – Видовой состав живого напочвенного покрова

№ п/п	Наименование вида	Шифр ВПП									
		Нп13-6		Вр27-26		Бр184-6		Бс16-8		Бс110-8	
		A	V	A	V	A	V	A	V	A	V
1	<i>Agrostis gigantea</i>	1	35	2	10	r	5	–	–	–	–
2	<i>Alsine media</i>	r	20	–	–	1	5	–	–	–	–
3	<i>Athyrium filix-femina</i>	–	–	3	5	4	10	–	–	–	–
4	<i>Bidens frondosus</i>	2	5	–	–	r	5	1	5	–	–
5	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1	15	–	–	–	–	1	50	–	–
6	<i>Calamagrostis epigeios</i>	–	–	–	–	1	30	–	–	–	–
7	<i>Carex elongata</i>	2	15	3	40	–	–	–	–	1	35
8	<i>Glechoma hederacea</i>	–	–	–	–	–	–	1	15	–	–
9	<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	5	2	30	2	20	2	10	3	10
10	<i>Fallopia convolvulus</i>	–	–	–	–	+	55	+	25	r	20
11	<i>Galeopsis ladanum</i>	–	–	–	–	–	–	1	10	–	–
12	<i>Galium palustre</i>	+	35	–	–	1	10	+	15	+	10
13	<i>Geranium robertianum</i>	r	5	–	–	+	35	1	40	–	–
14	<i>Geum rivale</i>	r	35	2	5	+	15	2	70	r	20
15	<i>Chelidonium majus</i>	–	–	–	–	+	55	r	20	+	45
16	<i>Humulus lupulus</i>	+	15	1	65	2	75	1	30	2	85
17	<i>Iris pseudacorus</i>	2	15	2	10	–	–	–	–	–	–
18	<i>Juncus effusus</i>	–	–	1	5	–	–	–	–	–	–
19	<i>Lamium maculatum</i>	–	–	–	–	+	50	–	–	–	–
20	<i>Leonurus quiquelobatus</i>	–	–	–	–	–	–	r	5	–	–
21	<i>Lycopus europaeus</i>	+	55	r	5	–	–	r	5	–	–
22	<i>Lysimachia nummularia</i>	+	15	–	–	–	–	–	–	–	–
23	<i>L. vulgaris</i>	1	90	r	20	r	10	–	–	–	–
24	<i>Maianthemum bifolium</i>	+	15	–	–	r	5	–	–	–	–
25	<i>Milium effusum</i>	2	10	2	15	–	–	–	–	–	–
26	<i>Moehringia trinervia</i>	–	–	–	–	1	5	r	20	r	10
27	<i>Paris quadrifolia</i>	–	–	r	5	–	–	–	–	–	–
28	<i>Poa palustris</i>	–	–	–	–	–	–	r	40	–	–
29	<i>Ranunculus repens</i>	+	30	–	–	–	–	–	–	–	–
30	<i>Rubus caesius</i>	1	10	2	40	–	–	–	–	2	10
31	<i>R. idaeus</i>	–	–	–	–	3	95	–	–	1	10
32	<i>R. nessensis</i>	–	–	–	–	2	15	–	–	–	–
33	<i>Rumex sylvestris</i>	–	–	–	–	–	–	r	5	–	–
34	<i>Scirpus sylvaticus</i>	3	90	3	55	–	–	–	–	–	–
35	<i>Stachys palustris</i>	1	25	–	–	–	–	–	–	–	–
36	<i>Stellaria aquatica</i>	–	–	–	–	r	25	+	55	+	55
37	<i>Urtica dioica</i>	+	25	1	40	2	70	4	100	4	100

Примечание – А – обилие вида по шкале Браун-Бланке (r – вид чрезвычайно редок с незначительным покрытием; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – количество особей велико, степень покрытия мала или особей мало, но покрытие большое; 2 – количество особей велико, проективное покрытие 5–25 %; 3 – число особей любое, проективное покрытие 25–50 %; 4 – число особей любое, проективное покрытие 50–75 %); V – встречаемость растения, %.

По обилию ЖНП в черноольшанике крапивном ЗО ЧАЭС доминировали (балл обилия 3 и выше) *Urtica dioica*, *Scirpus sylvaticus*, *Athyrium filix-femina*, субдоминировали (балл обилия 2) *Dryopteris carthusiana*, *Carex elongata*, *Iris pseudacorus*, *Milium effusum* и полукустарники *Rubus nessensis*, *R. idaeus* и *R. caesius*. Фоновые виды данного типа леса в ЗО ЧАЭС, Полесье [10] и Беларуси [4] в общем совпадают.

Наибольшей встречаемостью отмечались *Urtica dioica*, *Dryopteris carthusiana*, *Geum rivale*, *Humulus lupulus* (100 %) и *Galium palustre* (80 %). У 19 видов данный ценотический показатель располагался в пределах 40–60 %, у остальных 13 видов не превышал 20 %.

Установлена низкая (24,0 %) степень включения ценофлоры ЖНП черноольшаника крапивного ЗО ЧАЭС в список типа леса Полесья [10], что может указывать на изменение ее видового состава со временем.

В черноольшанике крапивном ЗО ЧАЭС по требовательности к почвенному плодородию выявлено преобладание эвтрофных (48,6 % от общего числа видов) и мезотрофных (43,3 %) видов растений ЖНП при единичном присутствии олигомезотрофов (2,7 %). По характеру гигроморф выявлено преобладание мезофитов (40,5 %) при значительно меньшей доле гигрофитов (16,2 %) (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение видов растений по экологическим группам

Экологические группы растений	Зона отчуждения ЧАЭС	Беларусь по [4]	Полесье по [10]
По трофности почв			
Олигомезотрофы	2,7	–	–
Мезотрофы	43,3	30,0	25,0
Мезоэвтрофы	5,4	24,0	8,3
Эвтрофы	48,6	46,0	66,7
По увлажнению			
Ксеромезофиты	2,7	2,0	–
Мезофиты	40,5	28,0	29,2
Мезогигрофиты	21,7	22,0	25,0
Гигромезофиты	18,9	14,0	16,6
Гигрофиты	16,2	34,0	29,2

Распределение видового состава ЖНП по экологическим группам растений в черноольшанике крапивном ЗО ЧАЭС и Полесья [10] свидетельствует об определенных различиях их экологической структуры. При одинаковом (мезотрофно-эвтрофном) трофоморфном статусе ЖНП сравниваемых территорий структура и распределение растений по экологическим группам черноольшаника крапивного заповедника ближе к республиканской, нежели к региональной. При этом в ЗО ЧАЭС

отмечается повышенное количество мезотрофных видов растений и даже фиксируется появление олигомезотрофов. В гигроморфной структуре ЖНП черноольшаника крапивного в ЗО ЧАЭС в сравнении с регионом и в целом с Беларусью встречается большее количество мезофитных видов и меньшее – гигрофитных.

Современный экологический статус ЖНП черноольшаника крапивного в ЗО ЧАЭС, как и в регионе, продолжает оставаться мезотрофно-эвтрофным мезофитным. При этом налицо резкая мезотрофикация и мезофитизация его ценофлоры ЖНП в ЗО, которая, полагаем, обусловлена увеличением частоты и глубины засушливых явлений в восточной части Полесья на протяжении последних 30 лет [11].

Современный ЖНП черноольшаника крапивного в ЗО ЧАЭС представлен 37 видами сосудистых растений при преобладании семейств *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae* и *Caryophyllaceae* и доминировании видов *Urtica dioica*, *Scirpus sylvaticus*, *Athyrium filix-femina* и характеризуется мезотрофно-эвтрофным мезофитным экологическим статусом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шенников, А. П. Экология растений / А. П. Шенников. – М. : Совет. наука, 1950. – 374 с.
2. Иванов, А. Ф. Биология древесных растений / А. Ф. Иванов. – Минск : Наука и техника, 1975. – 264 с.
3. Проект организации и ведения лесного хозяйства учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь на 2013–2022 гг. Т. 1. – Гомель, 2012. – 259 с.
4. Юркевич, И. Д. Типы и ассоциации черноольховых лесов / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман, Н. Ф. Ловчий. – Минск : Наука и техника, 1968. – 376 с.
5. Пространственно-временные изменения почвенных засух на территории Белорусского Полесья в условиях современного изменения климата / В. И. Мельник, Н. Г. Пискунович, И. В. Буяков [и др.] // Природные ресурсы. – 2021. – № 1. – С. 15–21.
6. Воронов, А. Г. Геоботаника : учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов / А. Г. Воронов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 1973. – 384 с.
7. Определитель высших растений Беларуси / Т. И. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; под. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.
8. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 4. Magnoliopsida (*Actinidiaceae*, *Aizoaceae*, *Aristolochiaceae*, *Berberidaceae*, *Betulaceae*, *Buxaceae*, *Calycanthaceae*, *Cannabaceae*, *Caryophyllaceae*, *Ceratophyllaceae*,

Cactaceae, Fagaceae, Fumariaceae, Juglandaceae, Lardizabalaceae, Magnoliaceae, Menispermaceae, Moraceae, Nyctaginaceae, Nymphaeaceae, Papaveraceae, Platanaceae, Portulacaceae, Ranunculaceae, Saururaceae, Schisandraceae, Ulmaceae, Urticaceae) / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича ; Д. В. Дубовик, В. Н. Лебедько, С. С. Савчук, А. Н. Скуратович ; под общ. ред. В. И. Парфенова, Д. В. Дубовика. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 743 с.

9. Браун, Д. Методы исследования и учета растительности / Д. Браун. – М. : Изд-во иностр. лит., 1957. – 316 с.

10. Юркевич, И. Д. Леса Белорусского Полесья (геоботанические исследования) / И. Д. Юркевич, Н. Ф. Ловчий, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1977. – 288 с.

11. Бровка, Ю. А. Изменение гидротермического коэффициента и повторяемости экстремальных условий увлажнения на территории Беларуси в период потепления климата / Ю. А. Бровка, И. В. Буяков // Природопользование. – 2020. – № 2. – С. 5–18.

[К содержанию](#)

СЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.5

К. И. АСТАНИНА, Т. А. СЕЛЕВИЧ

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ПЕРВОГО ЛИДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В Г. ЛИДА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Несмотря на то, что водохранилища обычно устраиваются на реках, видовой состав сосудистых растений водохранилищ обычно богаче по сравнению с реками и даже с озерами [1], поэтому изучение аквафлоры водохранилищ вызывает непреходящий интерес. Тем более важно выяснить, какие виды сосудистых растений выживают в водохранилищах, расположенных в урбанистической среде. Лидское водохранилище как раз и расположено в центре г. Лиды – крупного районного центра с высоко-развитой промышленностью.

Первое Лидское водохранилище входит в состав системы водохранилищ, построенных на р. Лиде и по времени создания является первым. Чаша водохранилища вытянута в направлении течения реки примерно на 1 км, площадь водного зеркала составляет приблизительно 0,2 км², или 20 га. Водохранилище интенсивно используется для любительского рыболовства и рекреации: на противоположных берегах имеется два оборудованных пляжа, есть пункт проката катамаранов и лодок. Горожане отдыхают на берегах водохранилища и за пределами пляжей, поскольку берега в основном открытые, местами окантованные неширокой полосой тростника южного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., выходящего из воды на сушу.

Исследование проводили в августе 2023 г. и в июле – августе 2024 г. Вдоль кромки воды в прибрежной полосе акватории закладывали восемь пробных площадей. Растения извлекали путем захода в воду вручную или с помощью якорька-кошки. Для анализа экологической структуры видового состава растений водохранилища использовали классификацию растений водоемов и водотоков В. Г. Папченкова [1], согласно которой растения разделяли на пять экологических групп: гидрофиты (настоящие водные растения), гелофиты и гигрогелофиты (в сумме прибрежно-водные растения), гигрофиты и гиromезо- и мезофиты (в сумме околотовные растения). Водные растения в широком смысле слова – это гидрофиты вместе с прибрежно-водными растениями.

За два вегетационных сезона в исследованном водохранилище выявлен в общей сложности 31 вид сосудистых растений, принадлежащих к 22 родам, 17 семействам, 3 классам и 2 отделам (таблица 1).

Таблица 1 – Общая таксономическая структура видового состава сосудистых растений Первого Лидского водохранилища

Отдел	Класс	Число семейств	Число родов	Число видов	
				п	%
Equisetophyta	Equisetopsida	1	1	1	3,2
Magnoliophyta	Magnoliopsida	9	10	15	48,4
	Liliopsida	7	11	15	48,4
Всего: 2	3	17	22	31	100

Как видно из таблицы 1, хвощевидные растения (*Equisetopsida*) представлены одним видом (*Equisetum arvense* L.), двудольные растения (*Magnoliopsida*) – 15 видами из 10 родов и 9 семейств, однодольные растения (*Liliopsida*) – 15 видами из 11 родов и 7 семейств. Двудольные и однодольные растения, таким образом, представлены одинаковым числом видов. Для сравнения: в водохранилищах Среднего Поволжья, по данным самого В. Г. Папченкова [1], виды двудольных и однодольных растений также представлены примерно одинаково. Однако состав ведущих семейств лишь отчасти соответствует таковому для Лидского водохранилища: если в Лидском водохранилище первые позиции занимают семейства *Potamogetonaceae* и *Poaceae* (по пять видов) и семейство *Ranunculaceae* (четыре вида), то в водохранилищах Среднего Поволжья в начале ряда ведущих семейств располагаются семейства *Cyperaceae*, *Poaceae* и *Potamogetonaceae*. В Лидском водохранилище семейство *Cyperaceae* представлено лишь одним видом – *Carex acutiformis* Ehrh.

По данным определителя 1999 г. [2], в списке видов исследованного нами водохранилища 25 видов распространены на территории всей республики, причем 19 из них (61,3 % от общего числа видов) встречаются очень часто, часто или нередко, т. е. являются самыми обычными видами; три вида имеют неравномерное распространение, встречаются в основном изредка или нечасто. Шесть видов имеют ограниченное распространение, в местах произрастания встречаются в основном редко. Возможно, за время, прошедшее после издания определителя, эти виды распространились шире, как это случилось с охраняемым видом *Najas major* All. В 1999 г. он был указан только для Минской и Гомельской областей. По данным четвертого издания Красной книги Республики Беларусь [3, с. 195], этот вид встречается уже во всех областях республики, но далеко не во всех районах:

в Гродненской области он указан только для Гродненского, Щучинского и Островецкого районов. Наша находка наяды большой в Лидском водохранилище может объясняться тем, что Лидский район соседствует со Щучинским районом, откуда данный вид мог расселиться.

Распределение видов растений Лидского водохранилища по экологическим группам показало (таблица 2), что наибольшим числом видов представлены гидрофиты (35,5 %) и гигрофиты (32,2 %), значительно меньше доля гигромезо- и мезофитов (12,9 %), а также гелофитов и гигрогелофитов, число которых оказалось одинаковым (по 9,7 %).

Таблица 2 – Спектр гидроморф сосудистых растений Первого Лидского водохранилища в сравнении с аналогичным спектром для водохранилищ Среднего Поволжья [1]

Экологическая группа	Первое Лидское водохранилище		Водохранилища Среднего Поволжья	
	п	%	п	%
Гидрофиты	11	35,5	62	19,0
Гелофиты	3	9,7	23	7,0
Гигрогелофиты	3	9,7	40	12,2
Гигрофиты	10	32,2	155	47,4
Гигромезо- и мезофиты	4	12,9	47	14,4
Всего	31	100	327	100

Насколько типично такое распределение видов для водохранилищ, можно судить при сравнении его со спектром гидроморф, полученным в работе [1] для большого числа водохранилищ Среднего Поволжья. Самая высокая доля видов там характерна для гигрофитов (47,4 %), и она заметно выше, чем для Лидского водохранилища (32,2 %). Противоположная ситуация с гидрофитами: в Лидском водохранилище их доля (35,5 %) почти в два раза выше, чем в волжских водохранилищах (19 %). В итоге соотношение водных и околоводных растений в водохранилищах Среднего Поволжья составило 38,2 % и 61,8 %, а в Лидском водохранилище – 54,9 % и 45,1 %. Преобладание околоводных растений над водными растениями может означать нестабильный уровневый режим водохранилища, что весьма характерно для крупных волжских водохранилищ, включая Рыбинское [1]. Можно предположить, что в Лидском водохранилище, где преобладают водные виды, уровень наполнения колеблется незначительно.

Можно обратить внимание на то, что в Лидском водохранилище несколько понижена доля гигрогелофитов: обычно на водоемах разного типа гигрогелофитов бывает заметно больше, чем гелофитов. По-видимому,

антропогенный пресс подавляет развитие гигрогелофитов, растущих по кромке воды. Эти обычно некрупные растения страдают от вытаптывания и повреждаются механически при использовании лодок и катамаранов. Относительная бедность береговых гигрофитов может быть отчасти вызвана этой же причиной, помимо стабильности уровня воды в Лидском водохранилище.

Определенный интерес вызывает распределение и обилие видов на акватории исследованного водохранилища. Среди 11 видов-гидрофитов самая высокая встречаемость оказалась для *Ceratophyllum demersum* L. и *Myriophyllum spicatum* L. (по 63 %), остальные девять видов имеют в основном встречаемость не выше 25 %, а самая низкая встречаемость оказалась у *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, *B. circinatum* (Sibth.) Spach и *Najas major* (по 13 %). Средняя встречаемость видов этой экологической группы составила 30 % (таблица 3).

Таблица 3 – Встречаемость видов сосудистых растений разных экологических групп в Первом Лидском водохранилище

Экологическая группа	Число видов	Встречаемость, % min – max	Средняя встречаемость, %
Гидрофиты	11	13–63	29,8 ± 5,4
Гелофиты	3	25–75	50,0 ± 14,4
Гигрогелофиты	3	13–25	17,0 ± 4,0
Гигрофиты	10	25–75	40,3 ± 5,8
Гигромезо- и мезофиты	4	38–50	41,0 ± 3,0

Средняя встречаемость для трех видов-гелофитов – 50 %, самая высокая у *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb. У трех видов-гигрогелофитов – самая низкая среди экологических групп средняя встречаемость – 17 %. Среди гигрофитов самая высокая встречаемость оказалась у *Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Gray (75 %) и *Juncus compressus* Jacq. (63 %), средняя встречаемость для этой экологической группы составила 40,3 %. Примерно такая же средняя встречаемость была характерна и для группы «гигромезо- и мезофиты».

Таким образом, самая низкая встречаемость оказалась для гигрогелофитов (17 %) и настоящих водных растений (30 %), самая высокая – для гелофитов (50 %), для околководных растений – промежуточная (40 %). Эти результаты отличаются от типичной ситуации, когда водные растения, особенно гидрофиты, имеют явно большую встречаемость, чем околводные (т. е. сухопутные), поскольку именно водная среда лучше всего уравнивает условия жизни растений. По-видимому, причина аномалии

в нашем случае кроется в значительном антропогенном прессе, который испытывает водохранилище.

Среди водных растений наиболее высокое обилие на отдельных площадях продемонстрировали только все три вида гелофитов (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia* L., *Glyceria maxima*), а также *Ceratophyllum demersum* и *Potamogeton pectinatus* L. К сожалению, и в 2023 г., и в 2024 г. охраняемый вид *Najas major* был найден на одной и той же единственной площади, причем в небольшом обилии.

Следует отметить крайне неравномерное распределение видов по площадям: из восьми площадей на трех площадях оказалось значительно большее общее число видов и видов водных растений в частности, чем на остальных пяти площадях. Наиболее богатые видами площади в основном прилегают к дамбе, где, возможно, создается менее быстрое течение и менее выражен антропогенный пресс.

Несмотря на преобладание числа водных видов над околотоводными, настоящие водные растения имеют более низкую встречаемость, чем околотоводные. В основном они приурочены к участку перед дамбой, а на остальном протяжении представлены всего 2–3 видами. Это свидетельствует о неблагоприятности условий для произрастания настоящих водных растений на большем протяжении водохранилища. Возможно, такая ситуация соответствует рекреационному предназначению водохранилища и не должна рассматриваться как тревожная.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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

[К содержанию](#)

УДК [582.745.12/.13:635.033/.034}:631.531:069.029(476-25)

Е. В. АТЕСЛЕНКО, Н. В. СЕМЕНЧУК

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

СПОСОБНОСТЬ К ГЕНЕРАТИВНОМУ РАЗМНОЖЕНИЮ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CITRUS* L., СОДЕРЖАЩИХСЯ В ГОРШЕЧНОЙ КУЛЬТУРЕ В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ

Семенное размножение растений является важным методом, используемым в селекции, сохранении генетического разнообразия, а также в случае цитрусовых и при выращивании подвоев. Однако этот подход имеет как преимущества, так и ограничения, что делает его предметом активных исследований.

Размножение семенами цитрусовых растений использовалось еще в древнем Китае и Индии, где отбор семян проводился эмпирически. В XIX в. введение методов прививки сократило роль семян в коммерческом садоводстве, однако в тропических регионах (например, в Бразилии) до сих пор практикуется выращивание лимонов и лаймов из семян из-за их высокой адаптивности к местным почвам [1].

В отличие от методов вегетативного размножения, прививки или черенкования семенное обеспечивает более развитую корневую систему, что особенно важно при выращивании для подвоев. Однако неоднородность потомства и риск передачи патогенов через семена (например, вирус тристезы цитрусовых) остаются проблемой.

С экономической точки зрения семенное размножение выгодно из-за низкой себестоимости, но коммерческие предприятия чаще используют микроклональное размножение для гарантии качества. Однако в контексте изменения климата семенные подвои демонстрируют большую устойчивость к абиотическим стрессам по сравнению с клоновыми. Например, сеянцы *Citrus* × *aurantium* показывают на 25 % более высокую выживаемость в условиях засоления [2].

Семена цитрусовых растений характеризуются полиэмбрионией – явлением, при котором одно семя содержит несколько зародышей (зиготический и нуцеллярные). Это свойство, детально изученное в работе [3], позволяет получать генетически идентичные материнскому растению сеянцы, что важно для сохранения сортовых признаков.

Зиготические зародыши дают генетически разнородное потомство, что используется в селекции для выявления новых гибридов [4], таких как

лимон (*Citrus × limon*), доля зиготических зародышей у которого может достигать 20 %.

Прорастание семян citrusовых зависит от температуры (оптимально 25–30 °С), влажности и предпосевной обработки. Помимо температурного режима и влажности, ключевую роль в успешном прорастании семян citrusовых играет световой режим и качество субстрата. Исследования показали, что воздействие рассеянного света в течение первых двух недель после посева ускоряет метаболизм зародышей, особенно у видов с низкой полиэмбрионией, таких как грейпфрут (*Citrus × paradisi*). Почвенные условия, включая pH (оптимально 5,5–6,5) и содержание органических веществ, также критичны. Например, использование торфяно-перлитовых смесей повышает аэрацию корневой системы, снижая риск грибковых инфекций.

Исследования [5] также подчеркивают роль стратификации и скарификации для повышения всхожести. Однако семенное размножение требует длительного периода до вступления растений в плодоношение (5–10 лет), что ограничивает его применение в коммерческом садоводстве.

Современные работы фокусируются на молекулярных маркерах для ранней селекции зиготических зародышей и CRISPR-редактировании генов, связанных с полиэмбрионией [6]. Это может повысить эффективность семенного размножения в будущем. Также такие технологии, как CRISPR-Cas9, позволяют редактировать гены, ответственные за полиэмбрионию, что открывает пути для создания сортов с контролируемым соотношением клональных и гибридных сеянцев. Другое направление – использование синтетических ауксинов для стимуляции развития нуцеллярных зародышей *in vitro*, что ускоряет производство подвоев.

Получение плодов и семян у растений, интродуцированных в новую среду, – ключевой показатель их успешной адаптации и важный этап для реализации целей интродукции. Если растение не только выживает, но и формирует плоды и семена в новых условиях, это свидетельствует о его полной акклиматизации.

Цель работы – изучить особенности репродуктивной биологии, адаптационный потенциал некоторых видов citrusовых растений, перспективных в качестве горшечной культуры и культивируемых в оранжереях Центрального ботанического сада НАН Беларуси (далее – ЦБС).

В коллекционном фонде оранжерейных растений ЦБС (коллекция «Плодовые субтропические растения») собрано уникальное для Беларуси сортовое и видовое разнообразие citrusовых культур, которые представляют интерес не только как декоративные комнатные растения с ароматным обильным цветением, но и как плодовые культуры. В качестве объектов

для данного исследования были отобраны пять таксонов, относящихся к семейству *Rutaceae* Juss., роду *Citrus* L.: *Citrus × aurantium* L., *Citrus reticulata* Blanco, *Citrus microcarpa* Bunge, *Citrus paradisi* Macfad., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Все они культивируются в оранжерейном комплексе ЦБС НАН Беларуси. Привитые растения выращиваются в субстратной смеси из торфа, песка, перлита в соотношении 2 : 1 : 1. В таблице 1 приводится характеристика отобранных таксонов с указанием полноты прохождения цикла развития, способа культивирования, таксономической характеристики.

Таблица 1 – Характеристика исследуемых таксонов в коллекции ЦБС

Вид, семейство, таксономическая характеристика	Русское название	Откуда получен, год получения	Родина	Способ культивирования	Цветение	Плодоношение
<i>Citrus × aurantium</i> L., <i>Rutaceae</i> Juss.	Померанец/ кислый апельсин / бигардия	Приобретен в коллекцию ЦБС, 2017 г.	Северо- Восточная Индия	Горшечная культура	+	+
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, <i>Rutaceae</i> Juss.	Апельсин	Приобретен в коллекцию ЦБС, 2018 г.	Южный Китай	Горшечная культура	+	+
<i>Citrus reticulata</i> Blanco, <i>Rutaceae</i> Juss.	Мандарин	Приобретен в коллекцию ЦБС, 2017 г.	Юго- Восточная Азия, Южный Китай	Горшечная культура	+	+
<i>Citrus microcarpa</i> Bunge, <i>Rutaceae</i> Juss.	Каламондин	Приобретен в коллекцию ЦБС, 2017 г.	Юго- Восточная Азия	Горшечная культура	+	+
<i>Citrus paradisi</i> Macfad., <i>Rutaceae</i> Juss.	Грейпфрут	Приобретен в коллекцию ЦБС, 2017 г.	В диком состоянии неизвестен	Горшечная культура	+	+

Как видно из таблицы 1, цитрусовые, интродуцированные в оранжерейных условиях ЦБС, способны цвести и плодоносить, что доказывает их приспособленность к искусственному микроклимату. Получение плодов и семян в условиях интродукции – это не просто этап жизненного цикла растения, а стратегическая задача, которая связывает науку, экологию и экономику, обеспечивая сохранение биоразнообразия, развитие народного хозяйства и устойчивое использование природных ресурсов.

Как уже говорилось ранее, семенное размножение было основным у цитрусовых культур в течение столетий, но начало их коммерческого

возделывания повсеместно сопровождалось переходом к вегетативному размножению. В странах развитой культуры возделывания цитрусовых семенное размножение сохраняет сейчас значение лишь для получения подвоев в питомниках и для селекционной работы [7]. Доминирующим способом вегетативного размножения цитрусов в большинстве стран является окулировка. В мировой практике в качестве подвоя используются разные виды цитрусовых: бигарадия, апельсин, мандарин, каламондин, грейпфрут, лимон, лайм, лиметта, цитрон, а также трифолиата и ряд гибридов между трифолиатой и апельсином, грейпфрутом или мандарином [8].

Наиболее сложным и специфичным вопросом при таком способе размножения является выбор подвоев, поскольку влияние подвоя на жизнедеятельность и продуктивность привитых на нем растений значительно и многосторонне. В связи с этим необходимо уделить особое внимание качеству семенного материала, из которого в дальнейшем будет выращен подвой.

В таблице 2 приведены данные анализа плодов цитрусовых растений собственной репродукции ЦБС. Плодовый материал оценивался по таким параметрам, как диаметр и масса плода, длина, ширина и масса семени.

Таблица 2 – Морфометрические параметры плодов и семян цитрусовых растений собственной репродукции ЦБС

Вид растения	Размер плодов		Размер семян		
	диаметр, мм	масса, г	длина, мм	ширина, мм	масса, г
<i>Citrus × aurantium</i> L.	76,37 ± 9,80	163,30 ± 51,75	13,06 ± 1,22	6,47 ± 0,77	0,15 ± 0,03
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	74,18 ± 6,12	329,02 ± 34,18	10,85 ± 0,94	6,64 ± 0,92	0,14 ± 0,05
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	68,29 ± 5,29	130,14 ± 27,65	10,39 ± 0,83	6,25 ± 0,71	0,14 ± 0,03
<i>Citrus microcarpa</i> Bunge	33,76 ± 1,53	148,00 ± 9,90	10,24 ± 0,83	6,79 ± 0,75	0,19 ± 0,05
<i>Citrus paradisi</i> Macfad.	79,93 ± 9,97	219,85 ± 64,56	13,43 ± 1,64	8,04 ± 1,13	0,22 ± 0,05

Проведенные исследования показали значительную изменчивость морфометрических параметров плодов и семян изучаемых видов растений. Диаметр плодов варьировал в пределах от 33,76 мм у *C. microcarpa* до 79,93 мм у *C. paradisi*, а их масса составляла 130,14 г у *C. reticulata* до 329,02 г у *C. sinensis*, что свидетельствует о высокой степени полиморфизма в пределах коллекции. Размеры семян также демонстрировали

изменчивость: длина колебалась от 10,24 мм (*C. microcarpa*) до 13,43 мм (*C. paradisi*), ширина – от 6,25 мм (*C. reticulata*) до 8,04 мм (*C. paradisi*), а масса – от 0,14 г (*C. sinensis*, *C. reticulata*) до 0,22 г (*C. paradisi*).

Полученные данные указывают на широкий адаптационный потенциал растений, что связано как с генетическими особенностями каждого изучаемого вида, так и с влиянием условий выращивания. Кроме того, результаты подчеркивают необходимость индивидуального подхода к культивированию каждого вида или сорта для оптимизации условий, способствующих формированию качественных плодов и семян.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Б23М-077).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Santos, R. M. Traditional Citrus Propagation in Brazil / R. M. Santos // Tropical Agriculture. – 2021. – Vol. 98, № 2. – P. 78–86.
2. Citrus black spot severity related to premature fruit drop in sweet orange orchards / F. J. Machado, F. E. Lanza, M. O. Ferretti [et al.] // Plant Pathology. – 2022. – Vol. 71, № 2. – P. 400–410.
3. Spiegel-Roy, P. The Biology of Citrus / P. Spiegel-Roy, E. E. Goldschmidt. – Cambridge : Cambridge University Press, 1996. – 230 p. – (Series of books «The Biology of Horticultural Crops» ; The Biology of Citrus).
4. Kepiro, J. L. Nucellar embryony / J. L. Kepiro, M. L. Roose // Citrus genetics, breeding and biotechnology / CAB International ; ed. I. A. Khan. – Cambridge, 2007. – P. 141–149.
5. Seed Germination in Citrus: A Review / H. Zhang, L. Zhao, C. Fan [et al.] // Scientia Horticulturae. – 2020. – Vol. 264. – P. 109–126.
6. Genomics of Citrus / L. Lei, E. Goltsman, D. Goodstein [et al.] // Annual Review of Plant Biology. – 2021. – Vol. 72. – P. 411–435.
7. Любительское цитрусоводство / А. В. Рындин, В. М. Горшков, Р. В. Кулян [и др.]. – Сочи : ВНИИЦиСК, 2016. – 130 с.
8. Культурная флора. Т. 24. Цитрусовые культуры (лимон, апельсин, мандарин, грейпфрут, помпельмус, дикорастущие сородичи) / под ред. В. Л. Витковского [и др.]. – СПб. : ВНИИР, 1998. – 415 с.

[К содержанию](#)

УДК 58.581.522:581.4:581.9:635.9

О. Н. ДУБРОВА

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
НЕКОТОРЫХ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ
ОДНОЛЕТНИКОВ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ
В ЦЕНТРАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН БЕЛАРУСИ**

Однолетние декоративные растения на протяжении столетия занимают значительную долю в промышленном и частном озеленении, несмотря на затратность и необходимость ежегодного возобновления. Это окупается высокими декоративными качествами, длительным периодом цветения, неприхотливостью, универсальностью использования некоторых видов и многочисленных сортов культиваров. Анализ цветников белорусских городов [1] показал, что таксономический состав однолетников увеличился в последние годы за счет сортов именно этой группы растений. Сравнительный анализ цветочно-декоративных композиций озелененных территорий г. Минска показал, что по занимаемой площади преобладали цветники культур односезонного использования [2]. Тренды современной ландшафтной индустрии включают как малоуходные, биофильные сады, требующие минимального ухода, так и формы озеленения с эффектными визуальными акцентами, редкими растениями. С каждым годом климат изменяется в сторону увеличения количества засушливых и жарких периодов, что также требует пересмотра ассортимента. Родиной однолетних растений являются, как правило, широты с жарким климатом. Также на первый план, помимо народно-хозяйственного значения (пищевое, лекарственное и др.), выступают именно декоративные качества интродуцентов [3]. Поэтому расширение и сохранение их биоразнообразия остается актуальным. Именно интродукционные исследования помогают выявить специфику агротехники различных культур в новых условиях в связи с их биологическими и экологическими особенностями.

Целью нашей работы было изучение эколого-биологических особенностей малораспространенных видов и сортов однолетников, подбор перспективных для озеленения, пополнения ассортимента полезных растений и решения вопросов импортозамещения.

Исследования проводились на коллекционном участке Центрального ботанического сада (далее – ЦБС) НАН Беларуси с 2018 г. по 2024 г.

Климат района исследований умеренно континентальный, испытывающий сильное влияние Атлантического океана. Продолжительность

вегетационного периода 190 дней. В период исследований погодные условия были неравномерными. Средняя температура летних месяцев зачастую была выше климатической нормы на $+0,7-2,7$ °С. В самые теплые сутки поднималась до $+33$ °С. Положительные аномалии в августе 2023 г. достигали $+3,7$ °С. Июнь обычно начинался с холодной первой декады с температурой воздуха на $0,8$ °С ниже нормы. Отклонение от нормы в июле 2023 г. составило $-1,2$ °С. На протяжении сезона вегетации осадки выпадали крайне неравномерно: от 57 до 154 %, но с подавляющим количеством дней без осадков [4].

Почвы экспериментального участка дерново-подзолистые, близкие к нейтральным (рН 6,28), среднепродуктивные (с содержанием гумуса (%) 5,2–6,62 %) [5]. По механическому составу – супесчаные; кислотность (рН) – 6,0; обеспеченность макро-и микроэлементами средняя – P_2O_5 – 200 мг/кг, K_2O – 500 мг/кг.

Объектами исследования стали восемь видов однолетников из состава коллекции однолетних декоративных растений лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений ЦБС НАН Беларуси: *Asperula orientalis* Boiss. & Hohen., *Hibiscus sabdariffa* Grogella, *Hibiscus acetosella* Welw. ex Hiern., *Calandrinia grandiflora* H.B.K., *Diascia barberae* Hook.f., *Hibiscus trionum* L., *Didiscus caeruleus* DC., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.

В зависимости от биологических особенностей вида растения выращивались либо рассадным путем, либо путем посева в грунт на постоянное место (*Diascia barberae* Hook.f., *Didiscus caeruleus* DC., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) с соблюдением агротехнических мероприятий. Начиная с момента появления всходов, регулярно проводились фенологические наблюдения за основными фазами роста и развития растений, сравнительная оценка сортов проводилась на основе модифицированной методики отдела цветоводства Главного ботанического сада РАН В. Н. Былова [6].

Анализ жизненных форм интродуцированных растений показал, что в культуре они являются однолетними растениями, тогда как в природе это однолетники (5) и многолетники (3) (таблица). Среди изучаемых видов выделено три типа жизненных форм: хамефиты (1), фанерофиты (3), терофиты (4), гемикриптофит (1) [7].

Происходят они из различных природных ареалов: Средиземноморья, Евразии, Центральной и Южной Америки, Южной и Тропической Африки, Австралии. Интродукция этих видов в условиях ЦБС возможна только при условии выращивания этих видов в однолетней культуре – семенным способом.

Таблица – Таксономический состав, жизненная форма, биоресурсный потенциал

Вид, семейство	Жизненная форма в природе	Происхождение	Биоресурсный потенциал
<i>Asperula orientalis</i> , <i>Rubiaceae</i>	Однолетник, терофит	Предкавказье, Восточный и Западный Кавказ, Малая Азия, Иран, Армения	Декоративное
<i>Hibiscus sabdariffa</i> <i>Grogella</i> , <i>Malvaceae</i>	Многолетник, фанерофит (кпк)	Страны тропической Африки: ЦАР, Чад, Республика Конго, Габон, Гана, Нигерия	Пищевое, лекарственное, декоративное
<i>Hibiscus acetosella</i> , <i>Malvaceae</i>	Многолетник, фанерофит (пк)	Южная Африка (Конго, Ангола, Замбия)	Пищевое, лекарственное, декоративное
<i>Hibiscus trionum</i> , <i>Malvaceae</i>	Однолетник, терофит	Средиземноморье, Малая Азия, Иран, Армения, Индия, Китай, Япония, а также Америка, Австралия и вся Африка	Декоративное, лекарственное
<i>Calandrinia grandiflora</i> , <i>Montiaceae</i>	Многолетник, хамефит (пк)	Южная, Центральная Америка, Чили, Австралия	Декоративное
<i>Diascia barberae</i> , <i>Scrophulariaceae</i>	Однолетник, терофит	Равнинные районы Южной Африки	Декоративное
<i>Didiscus* caeruleus</i> , <i>Apiaceae</i>	Однолетник, терофит	Юго-западные районы Австралии (эндемик)	Декоративное, лекарственное, медонос
<i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Poaceae</i>	Малолетний, гемикриптофит	Юг Европы, как заносное – на многих континентах	Кормовое, промышленное, пастбищное, декоративное

Примечание – * – по современной классификации относится к роду *Trachymene* [8].

Все исследуемые интродуценты являются теплолюбивыми гелиофитами. Но *Didiscus caeruleus* достаточно холодостоек, особенно во взрослом цветущем состоянии, а *Asperula orientalis* лучше развивается в полутени.

По отношению к влажности почвы их можно отнести к засухоустойчивым, включая *Asperula orientalis*, *Hibiscus acetosella* и *H. trionum*, которые являются влаголюбивыми, но хорошо переносят недостаток влаги.

Предпочтительная реакция почвы для большинства интродуцентов – от нейтральной до слабощелочной, для представителей рода *Hibiscus* – нейтральная и слабокислая, *Digitaria* выносит кислые почвы.

По отношению к насыщенности почвы питательными веществами и другими элементами большинство видов являются мезотрофами, *Calandrinia grandiflora* – олиготроф. Принадлежность к разным биоморфам важно учитывать при подготовке ассортимента для озеленения.

Также нами были изучены особенности индивидуального развития исследуемых видов. Так, продолжительность предгенеративного периода варьировала от 70 (*Asperula orientalis*, *Diascia barberae*, *Calandrinia grandiflora*) до 115 (*Hibiscus sabdariffa*) дней. При посеве в грунт у *Didiscus caeruleus* этот период составил 92 дня. Генеративный период ограничивался в основном наступлением первых заморозков и составлял более 90 дней, что позволяет их отнести к группе растений длительного периода цветения. Для *Asperula orientalis* – 78, *Didiscus caeruleus* – 95 дней. Более длительный период цветения характерен для видов, которые культивируются как однолетники. Виды отличались высокой продуктивностью цветения. Сведения о сроках цветения позволяют спланировать декоративность цветочного оформления в течение всего вегетативного периода.

Также было установлено, что в условиях теплицы всходы появляются достаточно быстро – в основном через 5–7 дней. Самое дружное появление всходов у *H. acetosella* – 4 дня, самое длительное (посев в грунт) – у *Didiscus caeruleus* – 9 дней и *Digitaria sanguinalis* – 10 дней.

Репродуктивная способность у исследуемых интродуцентов высокая. Семена завязываются ежегодно, за исключением *H. sabdariffa* и *H. acetosella*. К концу сезона не всегда завязывают полноценные семена. Это можно регулировать более ранними сроками посева на рассаду или размножать черенкованием, сохраняя маточное растение. Дают самосев *Digitaria sanguinalis* и в меньшей степени *Hibiscus trionum*. *D. sanguinalis* является непаразитным малолетним яровым сорняком в теплых регионах. Можно предположить опасность его интродукции, но многие исследования говорят о его высоких технических и кормовых достоинствах [9; 10]. В настоящий момент нам оно представляется как декоративное с оригинальными соцветиями – метелка из 4–13 пальчатых колосьев (колосовидных кистей, также колосовидных веточек) – с целью использования в садах природного стиля и как флористический материал.

Нами были изучены основные биометрические характеристики интродуцентов: высота и диаметр растений, длина побегов, размер и особенности листовой пластинки, размер соцветий и цветков, длина цветоноса, количество соцветий (цветков) на растении.

По высоте изученные виды можно разделить на низкорослые (до 30 см) – *Calandrinia*, среднерослые (30–80 см) – *Didiscus*, *Diascia*, *Asperula*, *H. trionum*, *Digitaria* – и высокорослые (81 см и выше) – *H. sabdariffa*, *H. acetosella*.

По декоративным признакам исследуемые растения определены в одну группу – красивоцветущие, но *H. sabdariffa*, *H. Acetosella* являются декоративнолиственными в течение всего периода вегетации благодаря яркой окраске и форме листы.

Наиболее информативными декоративными признаками являются: окраска, размер и форма цветка, форма соцветия, количество цветков в соцветии, качество цветоноса, оригинальность и выравненность растений. Окраска цветка у изученных видов представлена оттенками голубого (*Asperula*, *Didiscus*), розового (*Diascia*). У *H. trionum* цветкам присуще необычное свойство: неровности растительных клеток и поверхности цветка создают радужность – эффект «голубого гало». Цветки *H. sabdariffa* кремово-бледно-желтые с темно-красными сердцевинами на фоне красных стеблей выглядят очень выразительно. У *H. acetosella* – бордовые, у *Calandrinia grandiflora* – розово-пурпурные. *Didiscus* обладает приятным ароматом. Такая цветовая гамма позволит создавать гармоничные колористические решения в цветниках. В целом оценка декоративности составила не менее 4 баллов. В результате сравнительной оценки исследуемые виды получили 78–84 балла из 100 возможных.

Кроме того, *H. sabdariffa* и *H. acetosella* традиционно используются в пищу, для приготовления чаев, обладают лекарственными свойствами. *H. acetosella* является генетически устойчивым к корневищным нематодам, что используется в агрономии, содержит полифенолы [11–13].

Таким образом, проведенные нами наблюдения за ростом и развитием малораспространенных однолетних интродуцентов позволяют сделать вывод об успешности интродукции в Беларуси и перспективности использования в ландшафтном дизайне, пополнении ассортимента полезных растений и решения вопросов импортозамещения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лунина, Н. М. Цветники белорусских городов / Н. М. Лунина, Ю. И. Рыженкова // Ботанические сады в современном мире. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2023. – Вып. 3. – С. 119–122.
2. Бурганская, Т. М. Состав и состояние цветочно-декоративных растений односезонного и многолетнего использования в оформлении рекреационных пространств центра г. Минска / Т. М. Бурганская, Н. А. Макознак, С. А. Праходский, А. Д. Телеш // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 216–218.
3. Рогачев, Ю. Б. Использование растений интродуцентов в ландшафтных композициях / Ю. Б. Рогачев, О. А. Романова // Труды по интродукции и акклиматизации растений / под ред. А. В. Федорова; УдмФИЦ УрО РАН. – Ижевск, 2021. – Вып. 1. – С. 514–517.

4. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». – Минск, 2015–2024. – URL: <http://belgidromet.by> (дата обращения: 19.09.2024).

5. Агеец, В. Ю. Почвы Центрального ботанического сада / В. Ю. Агеец, Г. В. Слободницкая, А. Н. Червань. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 83 с.

6. Былов, В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений / В. Н. Былов // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений : сб. ст. / отв. ред. Н. В. Цицин. – М. : Наука, 1978. – С. 7–32.

7. Raunkiaer, C. The life form of plants and statistical plant geography / C. Raunkiaer. – Oxford : Claredon Press, 1934. – 632 p.

8. *Trachymene coerulea* Graham. – URL: www.gbif.org (date of access: 06.06.2022).

9. Росичка, Хозяйственное использование // Википедия – свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (date of access: 30.01.2025).

10. Гибискус тройчатый, *Hibiscus trionum* // Справочник сорных растений. – URL: <https://universityagro.ru/> (date of access: 25.01.2025).

11. *Hibiscus sabdariffa* L. // Plants of the World Online, Kew Science. – URL: <https://powo.science.kew.org> (date of access: 11.01.2025).

12. Grubben, G. J. H. Vegetables. Plant Resources of Tropical Africa / G. J. H. Grubben – URL: https://archive.org/details/bub_gb_6jrlyOPfr24C-PROTA, 2004. – P. 312–313.

13. *Hibiscus acetosella* // Википедия – свободная энциклопедия. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/> (date of access: 10.11.2024).

[К содержанию](#)

УДК 582.475:57.04:581.526.42

П. Ю. КОЛМАКОВ¹, Д. Д. ЖЕРНОСЕКОВ²

¹Минск, БГУ

²Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

ЭНДОГЕННЫЕ ПРИЧИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО АРЕАЛА ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Бореальные лесные биомы занимают около 70 % земной поверхности Северного полушария. В них характерно преобладание эктомикоризных деревьев, которые являются представителями небольшого числа родов. Особое значение играет семейство *Pinaceae*, два рода которого, *Pinus* и *Picea*, занимают обширные территории Северного полушария, часто

в виде монодоминантных насаждений. Бореальные леса характеризуются содержанием большого количества углерода в почвах и низкой доступностью питательных веществ для растений, особенно азота. Особенностью континуума «атмосфера – растение – почва» является то, что питательные вещества для растений поступают через биотические интерфейсы – мицелиальные системы микоризных грибов, поэтому грибной компонент имеет решающее значение в контроле их обмена [1].

Ель европейская как растительный компонент бореальных лесов занимает одно из доминирующих положений в формировании биомов Северного полушария, произрастая во многих растительных зонах (от тундры до лесостепи). По площади она занимает четвертое место, уступая лиственнице, сосне и березе. Единого мнения в определении устойчивости тех или иных форм ели к воздействию неблагоприятных антропогенных и природных абиотических, биотических факторов не существует [1]. Считается, что современная структура еловых лесов обусловлена особенностями почвенно-гидрологических и климатических условий территории, а также хозяйственной деятельностью человека. Ель относится к числу наименее устойчивых к дефициту водообеспеченности лесообразующих пород [2; 3].

В литературных источниках указывается факт успешного произрастания *Picea abies* на территории с достаточным и избыточным увлажнением, в условиях с хорошей аэрацией почвы в зоне умеренно теплого и влажного климата [2]. В гумусовых почвах северных бореальных лесов с высоким уровнем залегания грунтовых вод и сильным зимним промерзанием почвы наблюдается анаэробизм, ограничивающий распространение аэробных микроорганизмов и грибов [1]. В южной части Евразийской таежной зоны в период длительных засушливых периодов происходит чрезмерное обезвоживание верхних горизонтов почвы, что является лимитирующим фактором для ели обыкновенной [4].

В итоге *Picea abies* как доминантный природно-прогрессивный эдификатор имеет следующие особенности: значительный ареал своего распространения; широкий диапазон эколого-биологических характеристик; высокая биологическая продуктивность; отчетливо выраженная региональная специфика развития массового усыхания, вызванная антропогенным фактором кардинального изменения структуры флористического состава фитоценозов.

Экзогенные причины изменения границ сплошного распространения ели европейской являются хорошо изученными. Большинство проведенных исследований основаны на тех методиках, которые были доступны и актуальны в свое время. Наша задача – выявить эндогенные процессы, влияющие на ареал распространения ели обыкновенной наряду с экзогенными факторами.

Исследовательские работы проводились в рамках модельной системы *Picea abies* – эктомикоризные грибы. Использовалась методика пробных площадей в еловой растительной ассоциации в естественных своих границах, сравнительно-сопоставительный метод и статистические методы исследования. Для сравнения видового состава эктомикоризных грибов применялся индекс Шимкевича – Симпсона (ISzS), поскольку сравниваемые биоты значительно отличались друг от друга по количеству выявленных видов. Для построения дендрограммы в пакете программ Statistica методом полной связи выбрано евклидово расстояние (Djk) между объектами в многомерном пространстве. Для определения действия абиотических факторов среды применяли метод фитоиндикации, который используется в случаях, когда прямое измерение либо чрезвычайно сложно, трудоемко, либо невозможно. Фитоиндикацию экологических режимов биотопов провели по Г. Элленбергу (1996) и по Д. Н. Цыганову (1983) в модификации Г. Н. Бузука, О. В. Созинова (2009), используя встречаемость всех видов высших растений в фитоценозах. Статистическую обработку результатов выполняли в MS Excel 2010 и программном пакете Statistica [5; 6].

Для эктомикоризных грибов, образующих консортивные связи, первичным фактором является взаимосвязь с экологическими характеристиками дерева-хозяина, а не состав и структура растительного сообщества. Распределение видового состава агарикоидных базидиомицетов не вписывается в модель широтного градиента разнообразия. Грибы-микоризообразователи, образующие облигатные связи с древесными породами с зональными чертами в своем распространении, определяют особенности распределения биоты на территории Беларуси. Распространение видов модельного рода грибов-микоризообразователей сначала контролируется типом образуемой микоризы, консортивными взаимоотношениями с определенным кругом фитобионтов, а потом уже структурой растительных сообществ. Наибольшую биомассу микоризных корневых окончаний ели обыкновенной содержит биогеоценотический A_d горизонт, обладающий особенностями континуума «атмосфера – растение – почва» и качественно влияющий на формирование зональных границ сплошного распространения *Picea abies* на севере ввиду значительного промерзания почвы и на юге из-за особенностей влагообеспеченности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Read, D. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes / D. Read, J. Leake, O. Peres-Moreno // Canadian Journal of Botany. – 2004. – Vol. 82, № 8. – P. 1243–1263.
2. Сарнацкий, В. В. Ельники. Формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси / В. В. Сарнацкий. – Минск : Тэхналогія, 2009. – 333 с.

3. Биологическая устойчивость еловых лесов различного происхождения (на примере Горецкого лесхоза) / Т. Л. Барсукова, А. А. Гомолко, Я. К. Игнатьев [и др.] // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – Вып. 54. – С. 151–159.

4. Ермохин, М. В. Современная динамика южной границы сплошного распространения ели (*Picea abies* Karst.) в Беларуси / М. В. Ермохин, А. В. Пугачевский // Весці Нацыянальнай акадэміі Беларусі. – 2009. – № 1. – С. 51–55.

5. Колмаков, П. Ю. Эколого-ценотическая характеристика *Russula exalbicans* (Pers.) Melzer & Zvára в растительных сообществах дубово-темнохвойных лесов Белорусско-Валдайского Поозерья / П. Ю. Колмаков, О. В. Созинов // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 98–106.

6. Колмаков, П. Ю. Анализ видового состава рода *Russula* Pers. в Республике Беларусь / П. Ю. Колмаков // Веснік Брэсцкага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. С. Пушкіна. Серыя 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2024. – № 1. – С. 47–58.

[К содержанию](#)

УДК 577.29

Т. Г. КУЛАГИНА

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ПОДБОР МОЛЕКУЛЯРНЫХ iPBS-МАРКЕРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РОДСТВА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *TURBINICARPUS* (BASKBG.) BUXB. & BASKBG.

В условиях современности наблюдается активизация исследований и охраны биологического разнообразия, которое служит краеугольным камнем существования человечества и устойчивого экономического прогресса. Представители семейства *Cactaceae* Juss., изучаемые на протяжении столетия, продолжают оставаться объектом научного интереса, однако ряд аспектов их биологии и экологии все еще требует более глубокого осмысления. В естественных ареалах обитания наблюдается угасание численности видов данного семейства, и приблизительно 25 % из них внесены в список Соглашения о международной торговле дикими видами флоры и фауны (СИТЕС). Основные усилия по консервации редких

и находящихся под угрозой исчезновения видов кактусов сосредоточены в рамках ботанических садов, где осуществляется как интенсификация научных исследований, так и разработка эффективных стратегий их сохранения и восстановления.

В качестве объектов исследования выбран род *Turbinicarpus* (Backbg.) Buxb. & Backbg. Данный род представляет собой группу мексиканских кактусов, насчитывающую более 30 видов и подвидов, однако количество таксонов варьируется в зависимости от авторов [1–3]. Этот род распространен преимущественно на северо-востоке Мексиканской Республики, охватывая территории Сонорской и Нагорно-Мексиканской провинций Голарктического царства, включая такие штаты, как Сан-Луис-Потоси, Гуанахуато, Нуэво-Леон, Керетаро, Идальго, Коауила, Тамаулипас и Сакатекас [4]. В связи с незаконной добычей, изменениями в использовании земельных ресурсов и чрезмерным выпасом скота все виды данного рода, за исключением *Turbinicarpus horripilus* (Lem. ex Förster) V. John Riha, находятся под угрозой исчезновения и перечислены в нормативном акте NOM-059-SEMARNAT-2010 [5]. Более того, все представители рода включены в Приложение I Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС) [3], а также в Красный список Международного союза охраны природы (IUCN) [6]. Ключевым аспектом исследования биологии данного рода является его систематика. Построение филогенетических деревьев позволяет глубже понять происхождение и взаимосвязи между видами, что способствует более эффективной стратегии их охраны и сохранения.

Растительный материал представлен следующими видами рода *Turbinicarpus* (Backbg.) Buxb. & Backbg коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси: *T. schmiedickeanus* subsp. *klinkerianus* (Backeb. & W. Jacobsen) Glass & R. A. Foster, *T. schmiedickeanus* subsp. *klinkerianus* “*lilinkeuiduus*”, *T. lophophoroides* (Werderm.) Buxb. & Backeb., *T. lophophoroides* f. *roseiflorus*, *T. pseudomacroechele* subsp. *lausseri* (Diers & G. Frank) Glass, *T. schmiedickeanus* subsp. *andersonii* Mosco, *T. schmiedickeanus* subsp. *flaviflorus* (G. Frank & A. B. Lau) Glass & R. A. Foster, *T. graminispinus* Matusz., *T. hoferi* Lüthy & A. B. Lau, *T. jauernigii* G. Frank, *T. pseudopectinatus* (Backeb.) Glass & R. A. Foster, *T. pseudopectinatus* v. *albiflorus*, *T. pseudopectinatus* v. *rubriflorus*, *T. valdezianus* (Møller) Glass & R. A. Foster, *T. valdezianus* v. *albiflorus*, *T. zaragozae* (Glass & R. A. Foster) Glass & Hofer, *T. schmiedickeanus* subsp. *bonatzii* (G. Frank) Panar., *T. schwarzii* (Shurly) Backeb., *T. schwarzii* var. *rubriflorus* Gerhart Frank, *T. spacellatus*, *T. × mombergeri* Riha, *T. gielsdorfianus* (Werderm.) John & Riha, *T. schmiedickeanus* subsp. *gracilis* (Glass & R. A. Foster) Glass., *T. saueri* subsp. *knuthianus* (Boed.) Lüthy, *T. saueri* ssp. *nelissae*, *T. pseudomacroechele* subsp.

minimus (G. Frank) Lüthy & A. Hofer, *T. pseudomacrochele* subsp. *lausseri* (Diers & G. Frank) Glass, *T. schmiedickeanus* subsp. *macrochele* (Werderm.) N. P. Taylor, *T. macrochele* v. *kupackii*, *T. macrochele* v. *frailensis*, *T. polaskii* Backeb., *T. pseudomacrochele* (Backeb.) Buxb. & Backeb., *T. pseudomacrochele* v. *aleneae*, *T. schmiedickeanus* subsp. *dickisoniae* (Glass & R. A. Foster) N. P. Taylor, *T. swoboda* Diers & Esteves, *T. saueri* subsp. *ysabelae* (Schlange) Lüthy., *T. saueri* (Boed.) John & Riha, *T. saueri* ssp. *gonzalezii*, *T. beguinii* v. *senilis* f. *nobile*, *T. mandragora* (Frič ex A. Berger) A. D. Zimmerman, *T. alonsoi* Glass & S. Arias, *T. laui* Glass & R. A. Foster, *T. roseiflorus* Backeb.

Цель – выполнить подбор молекулярных iPBS-маркеров для последующего построения филогенетической программы рода *Turbinicarpus*.

Материалы и методы исследования. Для выделения ДНК использовали годовалые сеянцы. Семена кактусов высевали в субстрат, в качестве которого использовали следующую смесь: 18 частей промытого кварцевого песка, 9 частей биогумуса, 1,5 части угольной крошки. Субстрат для посева простерилизован при температуре 180 °C в течение 120 минут. Предварительно замоченные семена раскладывали на поверхности субстрата и помещали в световой шкаф. Температуру поддерживали на уровне 25–30 °C. Влажностный режим создавали ежедневными опрыскиваниями. ДНК выделяли с помощью набора реагентов «ДНК-Экстрен-3» для растений. Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью NanoPhotometer Pearl Implen GmbH (Мюнхен, Германия). В исследовании использовали 30 iPBS-праймеров (таблица) [7].

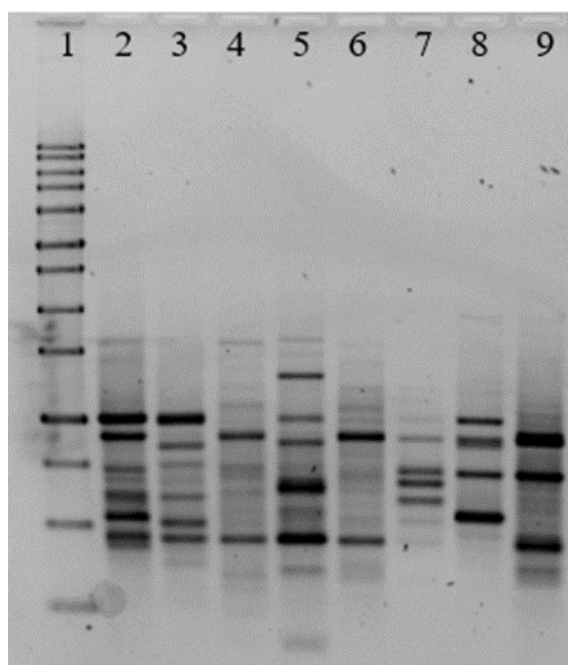
Таблица – Праймеры, используемые в исследовании

A	B	C	A	B	C
2389	50.0	ACATCCTTCCCA	2390	52.4	GCAACAACCCCA
2373	51.0	GAACCTTGCTCCGATGCCA	2273	52.4	GCTCATCATGCCA
2277	52.0	GGCGATGATACCA	2394	56.5	GAGCCTAGGCCA
2376	52.0	TAGATGGCACCA	2220	57.0	ACCTGGCTCATGATGCCA
2375	49.4	TCGCATCAACCA	2242	57.0	GCCCCATGGTGGGCGCCA
2377	48.0	ACGAAGGGACCA	2076	55.4	GCTCCGATGCCA
2378	53.0	GGTCCTCATCCA	2271	60.0	GGCTCGGATGCCA
2383	53.6	GCATGGCCTCCA	2415	61.0	CATCGTAGGTGGGCGCCA
2374	53.5	CCCAGCAAACCA	2078	63.6	GCGGAGTCGCCA
2095	53.7	GCTCGGATACCA	2399	63.0	AAACTGGCAACGGGCGCCA
2083	54.6	CTTCTAGCGCCA	2080	63.3	CAGACGGCGCCA
2237	55.0	CCCCTACCTGGCGTGCCA	2081	63.6	GCAACGGCGCCA
2239	51.0	ACCTAGGCTCGGATGCCA	2270	65.0	ACCTGGCGTGCCA
2272	55.0	GGCTCAGATGCCA	2079	65.2	AGGTGGGCGCCA
2077	55.1	CTCACGATGCCA	2232	53.4	AGAGAGGCTCGGATACCA

Примечание – А – название праймера, В – оптимальная температура отжига Та (°C), С – последовательность (5'–3').

ПЦР проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 25–50 нг ДНК, 5 мкл готовой смеси для ПЦР ScreenMix (Евроген), 1 мМ праймера для 12–13 п. н. праймеров или 0,6 мМ для 18 п. н. праймеров, и воды.

Программа ПЦР состояла из одного цикла при 95 °С в течение 5 минут; 38 – при 95 °С в течение 15 секунд, 50 – при 65,2 °С (в зависимости от праймера) в течение 60 секунд и 68 °С в течение 90 секунд; финальная элонгация 72 °С в течение 8 минут. Амплификацию проводили в программируемом терморегуляторе C1000 Touch Thermal Cycler (MJ Research Inc., Bio-Rad Laboratories, США). Электрофорез выполняли 2,5 часа при напряжении 75 V в 2 %-м агарозном геле. Окрашивание геля проводили бромидом этидия в течение 30 минут и визуализировали с использованием системы UV Imager Gel Doc XR + (Bio-Rad, США). Полученные в результате молекулярно-генетических исследований изображения использовали для определения подходящих праймеров (рисунок).



Рисунок– Результаты ПЦР с использованием 2272 iPBS-праймера (дорожка 1 – 1 Kb, дорожки 2–9 – образцы *Turbinicarpus*)

Для изучения генетического разнообразия и генетической дифференциации *Turbinicarpus* отобраны 17 маркеров из 30 используемых (2389, 2373, 2277, 2375, 2377, 2378, 2374, 2095, 2237, 2272, 2077, 2232, 2390, 2394, 2415, 2078, 2081).

Заключение. Полученные результаты предоставят возможность строить филодендрограмму, основанную на анализе генетического расстояния, что, в свою очередь, содействует более глубокому пониманию

происхождения и филогенетических связей между рассматриваемыми таксонами. Кроме того, результаты данного исследования впоследствии будут интегрированы в процесс уточнения систематического положения представителей семейства *Cactaceae* в коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси, что позволит усовершенствовать существующие классификационные схемы и углубить знания о биологическом разнообразии данного семейства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anderson, E. F. The Cactus Family / E. F. Anderson. – Portland, Or : Timber Press, Incorporated, 2001. – 776 p.
2. Donati, D. Knowing Understanding and Growing *Turbinicarpus-Rapicactus*. A trip across the mexican states of Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo Leon, Queretaro... / D. Donati, C. Zanovello ; пер. A. Delladdio. – Trento : Cactus Trentino Südtirol, 2005. – 256 p.
3. Hunt, D. R. C.I.T.E.S cactaceae checklist / D. R. Hunt. – Printed in England, 2016. – 175 с.
4. Тахтаджян, А. Л. Флористические области Земли / А. Л. Тахтаджян. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1978. – 248 с.
5. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. – URL: <https://www.dof.gob.mx/normas Oficiales/4254/semarnat/semarnat.htm> (date of access: 01.02.2021).
6. The IUCN Red List of Threatened Species / J. Duarte, A. Vogliotti, J. Cartes, M. Oliveira // The IUCN Red List of Threatened Species. – 2015. – Vol. 1. – P. 1.
7. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar, K. Antonius, P. Smýkal, A. H. Schulman // Theoretical and Applied Genetics. – 2010. – Vol. 121, № 8. – P. 1419–1430.

[К содержанию](#)

УДК 634.73

Т. В. КУРЛОВИЧ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ФЕНОРИТМИКА ГОЛУБИКИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

При интродукции и введении в культуру новых видов и сортов растений важное значение имеет изучение ритмов их сезонного развития [6]. Накопление данных по феноритмике сортов голубики в различных климатических условиях позволит дать оценку их экологической пластичности и перспективности выращивания на территории Республики Беларусь и в средней полосе европейской части России.

В Беларуси наблюдения за сезонным развитием сортовой высокорослой голубики проводятся в юго-западной части страны [2–4], а также в Гомельской и Витебской областях [1; 5]. Данные по феноритмике голубики в центральной части Беларуси в научных публикациях отсутствуют.

Целью нашей работы является оценка особенностей сезонного развития сортовой высокорослой голубики в климатических условиях г. Минска, выявление основного фактора, от которого в наибольшей степени зависит время наступления и скорость протекания фенофаз и пополнение результатов изучения культуры новыми данными.

Объекты и методы исследований. Наблюдения проводились в ГНУ «Центральный ботанический сад НАНБ» в течение трех сезонов вегетации с 2022 г. по 2024 г. Объектами исследований являлись три сорта полувисокой голубики (Nortblue, Northcountry, Northland) и 14 сортов высокорослой голубики (ранние Earlyblue, Duke, Spartan, Bluetta, Bluejei, Patriot, Collins; среднеспелые Bluecrop, Denise Blue, Toro; среднепоздние Jersey, Hardyblue, Bluegold; поздний Elizabeth. К 2022 г. растения достигли 6-летнего возраста и вступили в фазу плодоношения. Наблюдения за феноритмикой сортов голубики проводились по общепринятым методикам [6].

Результаты и обсуждение. Климатические показатели в период исследований значительно варьировали, что позволило оценить ответную реакцию сортов голубики на эти изменения.

Так, зимние периоды с 2021 г. по 2024 г. были мягкими. В период наблюдений среднесуточные температуры превышали климатическую норму на 1,0–3,8 °С.

Весной в апреле – мае 2022 г. средняя температура была ниже климатической нормы на 1,8–2,1 °С, фиксировались заморозки до –4,0 °С. В 2023 г. прохладным был май с температурой воздуха на –0,4 °С ниже

климатической нормы. Весной 2024 г. средняя температура воздуха превышала климатическую норму на 1,5–3,3 °С, а вегетация растений началась на 1,5–2 недели раньше обычных сроков – в конце марта.

Лето 2022 г. характеризовалось снижением среднесуточной температуры в июле на 0,5 °С ниже климатической нормы и превышением показателей в июне и августе на 1,4 °С и на 2,8 °С соответственно. Лето 2023 г. было теплым со среднесуточной температурой июня +17,7 °С, июля +18,6 °С и августа +20,7 °С, что выше климатической нормы на 1,5–2,7 °С. Средняя температура воздуха за летний сезон 2024 г. составила +19,9 °С, что на 1,9 °С выше климатической нормы. В июле – августе регистрировались тропические ночи с температурой воздуха +20 °С и более.

Осенние периоды также характеризовались отклонениями от нормы. Так, в сентябре 2022 г. средняя температура воздуха была ниже климатической нормы на 2,3 °С. В сентябре и октябре отмечены заморозки до –3,2...–3,7 °С. Осенью 2023 г. средняя температура воздуха за сентябрь составила +16,2 °С (выше нормы на 3,5 °С); за октябрь – +8,0 °С (выше нормы на 1,2 °С); а в ноябре +1,9 °С (превышение на 0,3 °С). Температура воздуха осенью 2024 г. была на 2,5 °С выше климатической нормы и составила +9,5 °С. Окончание периода активной вегетации отмечено на 10–12 дней позже обычных сроков.

Как показали наши наблюдения, главным фактором, определяющим время наступления и скорость прохождения фенофаз сортами голубики, является среднесуточная температура в период вегетации.

Набухание почек у сортовой высокорослой и полувысокой голубики в 2022 г. и 2023 г. было зафиксировано в первых числах апреля (04.04 и 02.04 соответственно). Теплая весна 2024 г. со значительным превышением климатической нормы среднесуточных температур способствовала более раннему началу вегетации. Набухание почек в 2024 г. было отмечено на месяц раньше – 10.03. Развержение вегетативных почек в 2022 г. было зафиксировано 25.04, в 2023 г. – 17.04, в 2024 г. – 25–27.03, т. е. почти на месяц раньше. Генеративные почки в 2022 г. начали раскрываться 20.04, в 2023 г. – 22.04, в 2024 г. – в период с 27.03 по 01.04.

Начало роста было тесно связано со среднесуточными температурами в апреле и мае. Так, температуры в апреле – мае 2022 г. были ниже климатической нормы примерно на 2 °С. Начало роста у голубики в этот период было зафиксировано 01.05. Апрель 2023 г. с превышением климатической нормы среднесуточных температур на 1 °С способствовал началу роста с 12.04, а весной 2024 г. сорта голубики тронулись в рост в период с 27.03 по 01.04 (на месяц раньше, чем в 2022 г., и на 15–18 дней раньше, чем в 2023 г.).

Погода в мае 2022 г. со среднесуточной температурой ниже климатической нормы привела к задержке появления листьев и полного облиствения у голубики. Начало появления листьев отмечено 01.05, а полное облиствение – 04.06. В 2023-м и 2024 гг. среднесуточные температуры воздуха в апреле способствовали более раннему появлению листвы. Начало появления листьев весной 2023-го и 2024 гг. было зафиксировано 19–20.04. Полное облиствение растений наблюдалось в конце мая – с 25-го по 31-е.

Среднесуточные температуры в апреле – мае также значительно повлияли на время наступления и скорость прохождения фенофазы бутонизации.

В 2022 г. в апреле – мае среднесуточные температуры были ниже климатической нормы на 2 °С. Начало формирования бутонов было зафиксировано у полувысокой голубики и ранних сортов голубики высокорослой 01.05, у среднеспелых сортов – с 15.05, а у позднеспелого сорта Elizabeth – 25.05. Массовая бутонизация у полувысокой голубики наблюдалась 23.05, у ранних сортов высокорослой голубики 25–31.05, у среднеспелых – 04–06.06, а у позднего – 08.06. Закончилась бутонизация у полувысокой голубики и у ранних сортов высокорослой 07–08.06, у остальных 10–14.06.

В 2023 г. среднесуточные температуры в апреле и мае были выше нормы на 0,4–1 °С. Начало бутонизации отмечено в период с 30.04 по 04.05 у полувысокой голубики, ранних и среднеспелых сортов высокорослой. Среднепоздние и поздние сорта формировали бутоны с 12.05. В это же время отмечена массовая бутонизация у полувысокой голубики. У ранних и среднеспелых сортов высокорослой голубики массовая бутонизация наблюдалась в период с 12.05 по 18.05, у позднеспелых – 22.05. Завершилась фенофаза бутонизации в течение третьей декады мая (с 17-го по 22-е у полувысоких, ранних и среднеспелых сортов, с 26-го по 30-е у среднепоздних и поздних).

В 2024 г. превышение среднесуточной температуры в апреле на 2,3 °С, а в мае на 1,5 °С способствовало раннему началу бутонизации. У сортов Northblue и Northcountry первые бутоны появились 08.04, у всех остальных сортов в период с 18.04 по 20.04. Массовая бутонизация наблюдалась у полувысокой голубики 19.04, у ранних и среднеспелых сортов высокорослой голубики с 02.05 по 10.05, у сорта Elizabeth 15.05. Завершилась фенофаза бутонизации у полувысокой голубики 10.05, у ранних и среднеспелых сортов высокорослой голубики с 18.05 по 22.05, у сорта Elizabeth 26.05.

Фенофаза цветения у изучаемых сортов голубики в период исследований протекала в мае – июне, а время ее наступления и скорость протекания напрямую зависели от показателей температуры воздуха.

В мае 2022 г. цветение голубики было поздним. У сортов полувысокой голубики и некоторых ранних сортов высокорослой оно началось в период с 21.05 по 24.05. Большинство ранних и среднеспелых сортов начали цвести с 25.05 по 04.06. Цветение среднепоздних и поздних сортов наблюдалось 06–07.06. В 2023 г. начало цветения пришлось на вторую декаду мая. С 10.05 по 20.05 у всех сортов голубики раскрылись первые цветки. Весной 2024 г. у полувысокой голубики первые цветки раскрылись 25.04, с 28.04 по 02.05 начали цвести ранние и среднеспелые сорта высокорослой голубики, а с 10.05 поздние.

Массовое цветение в 2022 г. у полувысокой голубики и у ранних сортов высокорослой отмечено с 24.05 по 30.05, у среднеспелых сортов с 03.06 по 06.06 и 10–13.06 у среднепоздних и поздних. В 2023 г. массовое цветение сортовой голубики наблюдалось с 15.05 по 22.05. В 2024 г. – у полувысокой голубики 07–08.05, у ранних и среднеспелых сортов высокорослой голубики 14–17.05, у поздних – 19.05.

Конец цветения отмечен в 2022 г. с 10.06 по 20.06, в 2023 г. с 27.05 по 03.06, в 2024 г. у полувысокой голубики 15.05, у ранних и среднеспелых сортов высокорослой голубики 20–27.05, у среднепоздних и поздних 31.05–03.06.

Время созревания ягод также сильно варьировало по годам и зависело от среднесуточных температур. В 2022 г. начало созревания ягод у полувысокой голубики и у ранних сортов высокорослой наблюдалось с 11.07 по 20.07, у среднеспелых и среднепоздних с 28.07 по 10.08, у поздних – 30.08. В 2023 г. начало созревания ягод у голубики отмечалось с 06.07 по 18.07. В 2024 г. у полувысокой голубики созревание ягод началось 25.06, у ранних сортов высокорослой с 03.07 по 15.07, у среднеспелых 20–26.07, у поздних 06.08.

Массовое плодоношение в 2022 г. наблюдалось у полувысоких сортов с 30.07 по 04.08, а закончилось 02–10.08. У раннеспелых сортов высокорослой голубики массовое плодоношение фиксировалось 10–12.08, а закончилось 14–15.08; у среднеспелых сортов ягода массово созревала 22–29.08, а заканчивалось созревание 27.08–04.09. У поздних сортов массовое созревание наблюдалось 09.08, конец плодоношения 01.10. В 2023 г. массовое созревание ягод у полувысоких и ранних сортов отмечено 11–14.07, конец плодоношения 15–20.07; у среднеспелых 20–26.07 и 31.07–07.08 соответственно. Поздний сорт не плодоносил. В 2024 г. массовое плодоношение полувысокой голубики наблюдалось 15–18.07, а завершилось 25.07–02.08. Ранние сорта высокорослой голубики массово плодоносили 06–20.08, среднеспелые – 20–25.08. Завершилось плодоношение у ранних сортов 16–24.08, у среднеспелых 12.09. У позднего сорта массовое созревание отмечено 02.10 и ягода попала под заморозки.

Завершение вегетации также зависело от температурных показателей сезона. В 2022 г. из-за температуры сентября на 2,3 °С ниже нормы листья у всех сортов голубики покраснели в период с 01.09 по 07.09. Массовое покраснение у полувысокой голубики и ранних сортов высокорослой голубики наблюдалось 08–12.09, у среднеспелых 14–16.09, у поздних – 20.09. Теплой осенью 2023 г. начало покраснения листьев наблюдалось с 24.09 по 02.10, а массовое покраснение 12–16.10. Осенью 2024 г. в сентябре среднесуточные температуры превысили норму на 4,8 °С, а в октябре на 1,5 °С. Период вегетации был длиннее на целый месяц. Начало покраснения листьев в зависимости от сорта наблюдалось в период с 29.09 по 19.10, а массовое покраснение наблюдалось с 02.10 по 25.10.

Выводы. В центральной части Беларуси хватает тепла и продолжительности периода вегетации для прохождения полного цикла вегетации сортами полувысокой голубики, ранними и среднеспелыми сортами голубики высокорослой. Время наступления и скорость протекания фазов напрямую зависят от показателей среднесуточных температур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордей, Д. В. Характеристика сортов *Vaccinium angustifolium* Ait. белорусской селекции и концепция дальнейшего селекционного улучшения вида в условиях культивирования на верховых торфяниках Белорусского Поозерья / Д. В. Гордей, О. В. Морозов // Труды БГТУ. Серия 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 2 (246). – С. 179–187.
2. Дрозд, О. В. Сезонный ритм роста и развития новых сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), интродуцированных в Белорусском Полесье / О. В. Дрозд // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2018. – Т. 63, № 4. – С. 472–485.
3. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. – Минск : Беларус. навука, 1998. – 176 с.
4. Курлович, Т. В. Периодичность плодоношения сортовой голубики в репродуктивной фазе онтогенеза / Т. В. Курлович // Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского, Минск, 7–9 окт. 2015 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 417–419.
5. Рупасова, Ж. А. Голубика высокорослая: оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, Н. Н. Рубан [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2007. – 441 с.

6. Юркевич, И. Д. Фенологические исследования древесных и травянистых растений / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, Э. П. Ярошевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 28 с.

[К содержанию](#)

УДК 635.92(476)

Е. Д. ОСИПУК

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РОСТА И РАЗВИТИЯ ВИДОВ РОДА *LILIUM* L. В ЦЕНТРАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НАН БЕЛАРУСИ

Один из способов сохранения биологического разнообразия растительного мира – интродукция растений в ботанические сады. При интродукции растения попадают в новые условия произрастания, которые порой значительно отличаются от естественных местообитаний.

Визуальным проявлением успешной адаптации растений в новых условиях произрастания является способность проходить полный цикл сезонного развития, свойственного растениям в оптимальных условиях произрастания. Данные о ритмах годичного развития интродуцентов позволяют оценить перспективность растений для культивирования в регионе, использования в практике озеленения, которому в республике уделяется большое внимание.

Род *Lilium* L. включает около 105 видов, растущих в основном в умеренных и субтропических районах Северного полушария. Наибольшее разнообразие лилий сосредоточено в трех географических центрах: европейский, западноазиатский, восточноазиатский и североамериканский [1]. Произрастают лилии в природе в большинстве своем в горных и прибрежных районах, примыкающих к океанам, морям, рекам, характеризующихся повышенным количеством осадков и влажным воздухом. Почвы мест их произрастания богаты гумусом, водо- и воздухопроницаемые, слабокислые (рН 6–7), редко щелочные (рН больше 7).

Целью данной работы являлось изучение особенностей сезонного роста и развития видовых лилий в Центральном ботаническом саду (далее – ЦБС) НАН Беларуси.

Объектами исследования были 23 таксона, из них 18 видов, 1 подвид, 2 формы и 2 межвидовых гибрида из восьми секций (таблица 1).

Таблица 1– Распределение видовых лилий коллекции ЦБС по секциям

Секция	Вид
<i>Lilium</i>	<i>L. candidum</i> L.
<i>Euroilirium</i>	<i>L. kesselringianum</i> Misch. <i>L. pyrenaicum</i> Gouan
<i>Martagon</i>	<i>L. martagon</i> L., <i>L. distichum</i> Nakai, <i>L. hansonii</i> Leichtl. Ex. D. T. Moore, <i>L. martagon</i> subsp. <i>cattaniae</i> Vis. Nyman, <i>L. martagon</i> f. <i>album</i> (Weston) G. Beck, <i>L. x marchan</i> Van Tubergen
<i>Pseudomartagon</i>	<i>L. pardalinum</i> Kellogg
<i>Archelirion</i>	<i>L. henryi</i> Baker, <i>L. henryi</i> f. <i>citrinum</i> Wallace
<i>Regalia</i>	<i>L. leucanthum</i> Baker, <i>L. regale</i> Wils, <i>L. sargentiae</i> Wils.
<i>Sinomartagon</i>	<i>L. cernuum</i> Komarov, <i>L. davidii</i> Duchartre, <i>L. willmottiae</i> Wils Kaffill, <i>L. lancifolium</i> Thunb, <i>L. pseudotigrinum</i> Carr., <i>L. pumilum</i> Delile
<i>Pseudolirium</i>	<i>L. pensylvanicum</i> Ker-Gawl, <i>L. x hollandicum</i> Bergmans

Исследования проводились в лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений ЦБС НАН Беларуси в 2024 г. Среднегодовая температура воздуха в районе исследования составила 9,5 °С, что на 2,3 °С выше климатической нормы. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5 °С в сторону повышения (начало периода вегетации) на большей части территории страны осуществился на 1,5–2 недели раньше своих обычных сроков. Средняя температура воздуха за весенний сезон составила +9,7 °С, за летний сезон +19,9 °С. За весну в среднем по стране выпало 132 мм осадков, летом – 233 мм осадков [2]. Почва на участке исследования дерново-подзолистая, близкая к нейтральной (рН 6,2), среднепродуктивная, содержащая 6,62 % гумуса [3]. Растения культивировались на открытом солнечном участке в грядах, подготовленных в соответствии с требованиями культуры. Проводилось мульчирование поверхности посадок древесными опилками с целью уменьшения испарения влаги из почвы и сохранения оптимальной для развития растений температуры [4]. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводили по методике И. Н. Бейдеман [5]. Отмечали начало весеннего отрастания, бутонизацию, начало и окончание цветения.

Данные фенологии позволили разделить все исследуемые виды лилий по срокам весеннего отрастания на три группы (таблица 2):

1. Ранние (1-я декада апреля). К этой группе относятся только лилии европейского происхождения: *L. martagon*, *L. hansonii*, *L. martagon* f. *album*, *L. x marchan* и восточноазиатские *L. henryi*, *L. lancifolium*.

2. Среднеранние (2–3-я декада апреля). Эта группа включает один вид североамериканской флоры (*L. pardalinum*) и лилии субтропических районов: *L. leucanthum* и *L. x hollandicum*, *L. martagon* subsp. *cattaniae*.

3. Поздние (1-я декада мая). Этой группе принадлежат виды позднего срока отрастания – лилии субтропических (*L. regale*, *L. davidii*, *L. davidii* var *willmottiae*, *L. pseudotigrinum*) и южных (*L. sargentiae*) районов произрастания.

Таблица 2. – Календарные сроки наступления фенологических фаз у видовых лилий в 2024 г.

Вид	Отрастание	Бутонизация	Цветение	
			начало	окончание
1. <i>L. martagon</i> L	01.04	24.05	1.06	18.06
2. <i>L. hansonii</i> Leichtl. Ex. D. T. Moore	01.04	21.05	17.06	29.06
3. <i>L. martagon</i> subsp. <i>cattaniae</i> (Vis) Degen	10.04	31.05	17.06	28.06
4. <i>L. martagon</i> f. <i>album</i> (Weston) G. Beck	01.04	21.05	11.06	24.06
5. <i>L. x marchan</i> Van Tubergen	01.04	28.05	14.06	01.07
6. <i>L. pardalinum</i> Kellogg	16.04	30.05	17.06	01.07
7. <i>L. henryi</i> Baker	01.04	27.06	15.07	07.08
8. <i>L. leucanthum</i> Baker	16.04	11.06	5.07	15.07
9. <i>L. regale</i> Wils	02.05	11.06	25.06	15.07
10. <i>L. sargentiae</i> Wils.	02.05	24.06	15.07	20.07
11. <i>L. davidii</i> Duchartre	02.05	11.06	26.06	15.07
12. <i>L. davidii</i> var <i>willmottiae</i> Wils Kaffill	02.05	11.06	27.06	15.07
13. <i>L. lancifolium</i> Tunb	01.04	27.06	25.07	14.08
14. <i>L. pseudotigrinum</i> Carr.	02.05	11.06	27.06	15.07
15. <i>L. x hollandicum</i> Bergmans	18.04	31.05	11.06	21.06

Таким образом, наиболее ранними сроками отрастания характеризуются виды рода *Lilium* европейской флоры. Можно предположить, что начало периода вегетации лилий в большей степени зависит от биологических особенностей видов и климатических условий.

Период от появления всходов до бутонизации у лилий неодинаков. Так, у лилий раннего периода отрастания, таких как *L. martagon*, *L. hansonii*, *L. x marchan*, он колеблется в пределах 51–58 дней, у лилий среднераннего периода отрастания (*L. pardalinum*, *L. leucanthum*) от начала вегетации до бутонизации приходит 43–56 дней, у лилий позднего периода отрастания промежуток до начала бутонизации существенно сокращается и составляет около 40 дней.

Важный этап в жизни растений – период цветения. Фенологические наблюдения за видовыми лилиями показали, что большинство видов ежегодно цветут. Продолжительность цветения в зависимости от вида составляет 10–20 дней. Среди видовых лилий коллекции ЦБС по срокам цветения выделены три группы: раноцветущие (июнь), среднецветущие (июнь – июль) и поздноцветущие (август – сентябрь).

1. Раноцветущие видовые лилии зацветают в мае – июне (*L. martagon*, *L. hansonii*, *L. x hollandicum*, *L. martagon* subsp. *Cattaniae*, *L. martagon* f.

album, *L. x marchan*, *L. pardalinum*). Это в основном виды из северных районов (Сибирь, Дальний Восток, Северная Америка).

2. Среднецветущие зацветают в конце июня – июле (*L. leucanthum*, *L. regale*, *L. pseudotigrinum*, *L. willmottiae*, *L. davidii*), происходят они в основном из субтропических районов.

3. Поздноцветущими (конец июля – август) являются *L. lancifolium*, *L. sargentiae*, *L. henryi*, *L. henryi f. citrinum*, выходцы из южных районов произрастания рода *Lilium* L.

Кроме того, в коллекции ЦБС есть лилии, которые цветут нерегулярно. Это такие виды, как *L. candidum*, *L. kesselringianum*, *L. pyrenaicum*, *L. distichum*, *L. cernuum*, *L. pumilum*. Эти виды в природе произрастают в восточных или южных районах и являются достаточно теплолюбивыми.

Таким образом, среди исследованных видов лилий нами выделено три феногруппы по срокам весеннего отрастания: ранние (1-я декада апреля), среднеранние (2–3-я декада апреля) и поздние (1-я декада мая), три группы по срокам цветения: раноцветущие (июнь), среднецветущие (июнь – июль) и поздноцветущие (август – сентябрь). Наиболее продолжительным цветением (20–23 дня) обладают лилии *L. henryi*, *L. davidii*, *L. regale*, *L. willmottiae*. В дальнейшем эти сведения будут использованы для разработки программ сохранения видов, подбора ассортимента из наиболее декоративных и устойчивых в местных условиях видов лилий, пригодных для озеленения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завадская, Л. В. Лилии. Рекомендации по выращиванию и уходу / Л. В. Завадская ; Центр. ботан. сад НАН Беларуси. – Минск : Эдит ВВ, 2006. – 48 с.
2. Климатическая характеристика за 2024 год. – URL: <https://belgidromet.by> (дата обращения: 10.10.2024).
3. Агеец, В. Ю. Почвы Центрального ботанического сада / В. Ю. Агеец, Г. И. Слободницкая, А. Н. Червань ; Нац. акад. наук Беларуси, Центр. ботан. сад. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 84 с.
4. Завадская, Л. В. Лилии природной флоры в коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Л. В. Завадская // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2016. – № 2. – С. 11–14.
5. Бейдеман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск : Наука, 1974. – 156 с.

[К содержанию](#)

СЕКЦИЯ 4. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 631.466.3:581.14:633.16

Ю. М. БАЧУРА

Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

**ОЦЕНКА ФИТОСТИМУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ
АЛЬГОЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
*VISCHERIA-NOSTOC***

Одним из направлений агробиотехнологии является поиск микроорганизмов, пригодных для использования в сельском хозяйстве в качестве биостимуляторов роста растений. Биостимуляторы роста растений – это вещества или микроорганизмы, которые стимулируют естественные процессы роста и развития растений путем ускорения роста корневой системы, усиления метаболизма растений, активизации выработки ими антиоксидантов, повышения эффективности фотосинтеза. Биостимуляторы обладают рядом преимуществ перед традиционными удобрениями: они экологичны и не загрязняют окружающую среду, снижают потребность растений в химических удобрениях, способствуют улучшению качества продукции и имеют широкий спектр применения. Среди микроорганизмов перспективны для использования в агробиотехнологии почвенные фотоавтотрофы – микроводоросли и цианобактерии, которые благодаря длительной жизнедеятельности в сложных гетерогенных условиях почвы приобрели способность существовать в неблагоприятных условиях, отличаются эфемерностью вегетации и выделяют ряд биологически активных соединений, стимулирующих или ингибирующих рост высших растений [1; 2].

Целью исследования была оценка фитостимулирующего действия суспензий микроводорослей рода *Vischeria*, цианобактерий рода *Nostoc* и комплексов на их основе в лабораторных условиях.

Микроорганизмы культивировали на основной среде Болда (Bold basal medium – BBM) [3] при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ с 10/14 часовым чередованием световой и темновой фаз, освещением 3500–4000 лк и барботированием в дневное время. Плотность клеток *Vischeria* в суспензии составила 29,7–29,8 млн клеток на 1 мл культуры, плотность клеток *Nostoc* – 25,6 млн клеток на 1 мл культуры. В эксперименте использовали культуры микроорганизмов и комплексы *Vischeria-Nostoc* (V : N) на основе исходных и разбавленных (2 : 1 – PK1, 1 : 1 – PK2, 1 : 2 – PK3) культур данных микроорганизмов в соотношении 1V : 3N, 1V : 2N, 1V : 1N, 2V : 1N, 3V : 1N, а также два контрольных варианта (BBM и дистиллированная

вода). Тестовой культурой являлся ячмень (*Hordeum vulgare* L.). По итогам лабораторных исследований определяли энергию прорастания и всхожесть семян [4], измеряли морфометрические показатели проростков.

Наиболее активное прорастание семян ячменя наблюдали при увлажнении фильтров исходными и разбавленными в соотношении 1 : 1 суспензиями *Vischeria*, *Nostoc* и их комплексами, наименее активное – при использовании комплексов на основе разбавленных в соотношении 2 : 1 суспензий микроорганизмов. Поражение семян плесневыми грибами было слабым. Средние показатели длины корней, побегов и массы проростков ячменя в большинстве опытных вариантов с суспензиями цианобактерий, водорослей и их комплексами были выше, чем в контрольных вариантах.

В таблице отражены результаты экспериментов с исходными и разбавленными в соотношениях 2 : 1, 1 : 1 и 1 : 2 суспензиями микроводорослей и цианобактерий в виде рядов, составленных в порядке убывания значений средних длин корней, побегов и масс проростков ячменя.

Таблица – Сравнение средней длины и средней массы проростков ячменя

Эксперименты	Варианты опытов								
	Длина корней								
ИК	2V:1N	3V:1N	1V:1N	1V:3N	Visch	H ₂ O	1V:2N	Nost	BBM
PK1	1V:2N	3V:1N	Nost	H ₂ O	1V:3N	Visch	BBM	2V:1N	1V:1N
PK2	Visch	1V:1N	3V:1N	H ₂ O	1V:3N	2V:1N	1V:2N	BBM	Nost
PK3	Visch	1V:2N	1V:3N	1V:1N	Nost	2V:1N	H ₂ O	BBM	3V:1N
	Длина побегов								
ИК	Visch	2V:1N	Nost	1V:3N	1V:2N	1V:1N	BBM	3V:1N	H ₂ O
PK1	1V:2N	3V:1N	Nost	BBM	1V:3N	H ₂ O	1V:1N	Visch	2V:1N
PK2	3V:1N	Visch	1V:1N	1V:3N	2V:1N	BBM	Nost	1V:2N	H ₂ O
PK3	Visch	1V:2N	1V:3N	1V:1N	2V:1N	Nost	H ₂ O	BBM	3V:1N
	Масса проростков								
ИК	2V:1N	Visch	Nost	BBM	1V:3N = 3V:1N	1V:2N = 1V:1N	H ₂ O		
PK1	1V:3N = 3V:1N = Nost			Visch = H ₂ O		1V:2N = BBM	2V:1N	1V:1N	
PK2	3V:1N = BBM		1V:2N = Visch		2V:1N = 1V:1N		Nost	1V:3N = H ₂ O	
PK3	1V:3N = Visch		1V:2N	1V:1N	2V:1N = H ₂ O		Nost = BBM		3V:1N

Примечание – Варианты опытов приведены от максимального выявленного показателя к минимальному.

Наибольшее влияние на длину и массу проростков ячменя оказали исходные суспензии водоросли и комплексы на ее основе; максимальные морфометрические показатели отмечены в вариантах опыта с суспензиями *Vischeria* и комплексами с преобладанием микроводоросли в их составе.

На основании выявленных морфометрических показателей были рассчитаны фитоэффекты, отражающие эффективность применения

суспензий данных фотоавтотрофных микроорганизмов при выращивании ячменя в лабораторных экспериментах.

Относительно контроля с водой по длине проростков ячменя положительные фитоэффекты были установлены при применении исходных культур водорослей, цианобактерий и комплексов на их основе во всех вариантах опыта; максимальные фитоэффекты отмечены при использовании комплексов *Vischeria-Nostoc* состава 2V : 1N – 19,48 %, наименее выраженное фитостимулирующее действие продемонстрировали комплексы состава 1V : 2N (5 %). При использовании разбавленных в соотношении 2 : 1 суспензий микроводорослей и цианобактерий оптимальное фитостимулирующее действие на длину проростков ячменя оказали комплексы состава 1V : 2N и 3V : 1N – 32,99 % и 27,71 % соответственно; комплексы состава 1V : 2N, 2V : 1N и разбавленная суспензия вишерии были не эффективны. В эксперименте с разбавленными в соотношении 1 : 1 суспензиями максимальные фитоэффекты отмечены при использовании комплекса 3V : 1N и разбавленной суспензии вишерии (13,53 % и 16,61 %); незначительные отрицательные фитоэффекты зафиксированы в вариантах опыта с комплексом 1V : 2N и разбавленной культурой ностока. В эксперименте с наиболее разбавленными культурами микроорганизмов (1 : 2) в целом установлено максимальное стимулирующее действие суспензий водорослей *Vischeria*, цианей *Nostoc* и их комплексов на длину проростков ячменя по отношению к контролю с водой: фитоэффекты варьировали от 32,12 до 113,59 % (исключение – вариант опыта с комплексом 3V : 1N). По массе проростков ячменя при использовании исходных культур водорослей и цианобактерий по отношению к контролю с водой также установлены положительные фитоэффекты (21,05–52,63 %); максимум отмечен в варианте опыта с комплексом *Vischeria-Nostoc* состава 2V : 1N. При использовании разбавленных в соотношении 2 : 1 суспензий микроорганизмов положительное стимулирующее действие показали комплексы состава 1V : 3N, 3V : 1N и разбавленные культуры ностока (по 10 %). В эксперименте с разбавленными в соотношении 1 : 1 суспензиями водорослей и цианобактерий фитоэффекты варьировали от 10,53 до 31,58 %; максимальный показатель отмечен при использовании комплекса 3V : 1N. В эксперименте с наиболее разбавленными суспензиями микроорганизмов по массе проростков максимальное фитостимулирующее действие показали комплексы состава 1V : 3N, 1V : 2N и разбавленная суспензия вишерии (60–70 %).

По отношению к контролю с питательной средой в эксперименте с исходными суспензиями микроводорослей и цианобактерий во всех вариантах опыта отмечены положительные фитоэффекты по длине проростков ячменя; максимальные фитоэффекты установлены при использовании комплексов *Vischeria-Nostoc* состава 2V : 1N – 20,31 %, наименее

выраженное стимулирующее действие показали комплексы состава 1V : 2N (5,72 %). В экспериментах с разбавленными в различном соотношении суспензиями водорослей и цианобактерий в большинстве вариантов опыта выявлено стимулирующее действие суспензий микроорганизмов и их комплексов на ячмень. Так, в эксперименте с разбавленными в соотношении 2 : 1 суспензиями *Vischeria* и *Nostoc* оптимальным оказалось использование комплексов состава 1V : 2N и 3V : 1N: фитоэффекты составили 31,84 и 26,60 % соответственно; комплексы 1V : 1N и 2V : 1N и разбавленная суспензия вишерии оказали ингибирующее действие на рост ячменя в лабораторном эксперименте. При использовании суспензий микроорганизмов, разбавленных в соотношении 1 : 1, их влияние было преимущественно положительным; максимальные фитоэффекты установлены при использовании комплекса 3V : 1N и разбавленной суспензии микроводоросли (14,32 и 17,42 %). В эксперименте с культурами водорослей и цианобактерий, разбавленными 1 : 2, фитоэффекты составили 30,97–111,74 %, максимум отмечен в варианте с разбавленной суспензией вишерии. По массе проростков ячменя относительно контроля с питательной средой было выявлено как стимулирующее, так и ингибирующее влияние культур фотосинтезирующих микроорганизмов. Наиболее выраженные фитоэффекты были отмечены при использовании суспензий микроводорослей и цианобактерий, разбавленных в соотношении 1 : 2, – фитоэффекты варьировали от 11,11 до 88,89 %, оптимальные результаты получены при использовании комплекса *Vischeria-Nostoc* состава 1V : 3N и культуры микроводоросли рода *Vischeria*.

По итогам экспериментов установлено, что на ранних этапах развития ячменя могут быть использованы разбавленные в соотношении 1 : 2 суспензии микроорганизмов; оптимальные результаты получены при применении комплексов *Vischeria-Nostoc* состава 1V : 2N и культуры микроводоросли рода *Vischeria*: фитоэффекты по длине проростков составили (102,57–113,59) %, по массе проростков – (60–88,89) %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шалыго, Н. В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение / Н. В. Шалыго // Наука и инновации. – 2019. – № 3 (193). – С. 22–26.
2. Штина, Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 143 с.
3. Гайсина, Л. А. Современные методы выделения и культивирования водорослей : учеб. пособие / Л. А. Гайсина, А. И. Фазлутдинова, Р. Р. Кабиров. – Уфа : БГПУ, 2008. – 152 с.
4. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.01.2002. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 30 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.1:537.53

А. А. БОРОВИК, Ж. Э. МАЗЕЦ

Минск, БГПУ имени Максима Танка

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ
RAPHANUS SATIVUS L.**

В мире, где электромагнитный смог становится все плотнее, а технологии проникают в каждый уголок нашей жизни, вопрос о влиянии невидимых волн на жизненно важные процессы растительных организмов приобретает особое значение. В связи с этим актуальным является вопрос, связанный с влиянием электромагнитного излучения (далее – ЭМИ) различных вида и продолжительности на редис посевной (*Raphanus sativus* L.).

Цель данного исследования заключается в изучении влияния различных по типу, мощности и продолжительности электромагнитных излучений на фотосинтетический аппарат редиса посевного (*Raphanus sativus* L.).

В качестве объекта был выбран редис посевной – популярная экономически значимая сельскохозяйственная культура, культивируемая по всему миру. Редис обладает коротким вегетационным периодом, что позволяет относительно быстро получить результаты исследований.

Семена *Raphanus sativus* подвергались обработке электромагнитным полем (далее – ЭМП) в Институте ядерных проблем БГУ в следующих режимах: Р1 (2 минуты) и Р2 (3 минуты) – сверхвысокочастотная (далее – СВЧ) обработка ЭМП СВЧ с микроволновым излучением с тепловым нагревом на частоте 2430 МГц, мощность 90 % из 800 Вт, Р3 (12 минут) – ЭМП СВЧ диапазона частотой 64–66 ГГц мощностью 10 мВт, Р4 – одночасовое Wi-Fi-излучение (на роутере TP-Link Archer AX53 частотным диапазоном 5 ГГц). Необработанные семена служили контрольной группой (К).

После обработки опытные и контрольные семена проращивались в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге в течение 12 дней при комнатной температуре (18–21 °С), естественном освещении и достаточном уровне влажности. Количественный анализ фотосинтетических пигментов в листьях 12-дневных проростков проводился с использованием 100 %-го ацетона в качестве экстрагента, следуя методу [1]. Оптическая плотность экстрактов измерялась на спектрофотометре Specord-50 (Германия). Повторность опыта трехкратная. Результаты обработаны статистически с помощью пакета программ М. Excel. Для определения площади листовой поверхности был применен весовой метод согласно методике [2].

Площадь листовой пластины является наиболее существенным морфометрическим параметром, характеризующим размер и потенциальную фотосинтетическую активность листа. Данный показатель напрямую коррелирует с количеством хлоропластов и, следовательно, способностью листа поглощать солнечную энергию для проведения фотосинтеза. В ходе исследования было установлено, что у всех сортов редиса посевного исследованные режимы ЭМИ привели к статистически значимому уменьшению площади листа относительно контроля от P1 (23,1 %) до 39,6 % (P4) у сорта Алекс, от 6,8 % (P2) до 22,4 % (P4) у сорта Жара, и только у сорта Алёшка было отмечено как снижение данного показателя от 4,9 % (P3) до 19,7 % (P4), так и увеличение его на 17,8 % в случае P1 (рисунок 1).

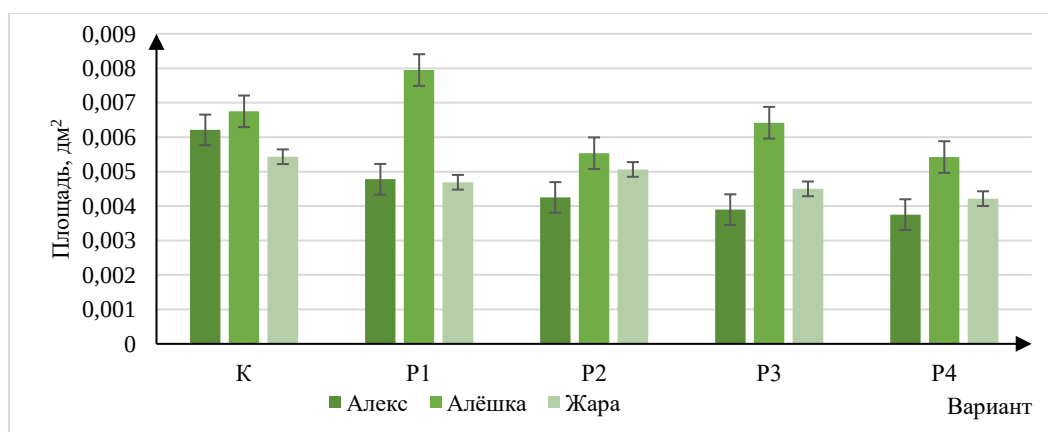


Рисунок 1 – Влияние ЭМИ на площадь листа редиса посевного сортов Алекс, Алёшка и Жара

Влияние ЭМИ на рост и развитие растений обусловлено в первую очередь его воздействием на метаболические процессы, ключевым звеном которых являются фотосинтетические реакции и пигменты, их обеспечивающие [3].

Установлено, что для сорта Алекс все режимы, за исключением P4, вызывают снижение образования хлорофилла (хл) *a* от 33,6 % в P1 до 46,7 % в P3 относительно контроля, в то время как одночасовое Wi-Fi-излучение незначительно увеличивает данный показатель (рисунок 2, А). Сорт Алёшка демонстрирует обратный результат: в режимах P2, P3 и P4 прирост относительно контроля составляет от 6,6 до 19,50 %. На уровень хл *a* у сорта Жара положительно повлиял режим P4, увеличивая его на 53,44 %, в то время как P1 и P3 снизили его в среднем на 12,4 %.

Хлорофилл *b* – вспомогательный фотосинтетический пигмент, который расширяет спектр поглощаемого растением света, эффективно «захватывая» солнечную энергию в диапазоне длин волн, недоступном

для хлорофилла *a* [4]. В ходе исследования были выявлены специфические сдвиги в накоплении хл *b* в зависимости от вида ЭМИ в листьях редиса посевного сорта Алекс – понижение его содержания в случаях P1, P2 и P3 на 22,87 %, 39,25 % и 42,95 % соответственно, тогда как Wi-Fi-излучение (P4) вызвало увеличение уровня хлорофилла *b* на 37,5 % (рисунок 2, Б). У сорта Алёшка наблюдается снижение содержания хлорофилла *b* в первом и четвертом режимах на 18,7 %, 14,8 %, в то время как режимы P2 и P3 повышали уровень данного пигмента на 6,8 % и 14,6 % соответственно. Негативно отразилась обработка ЭМИ на накоплении хл *b* в листе редиса посевного сорта Жара: P3 вызывал снижение исследуемого показателя на 17,8 % относительно контроля, в то время как P4 стимулировал накопление данного пигмента на 43,7 %.

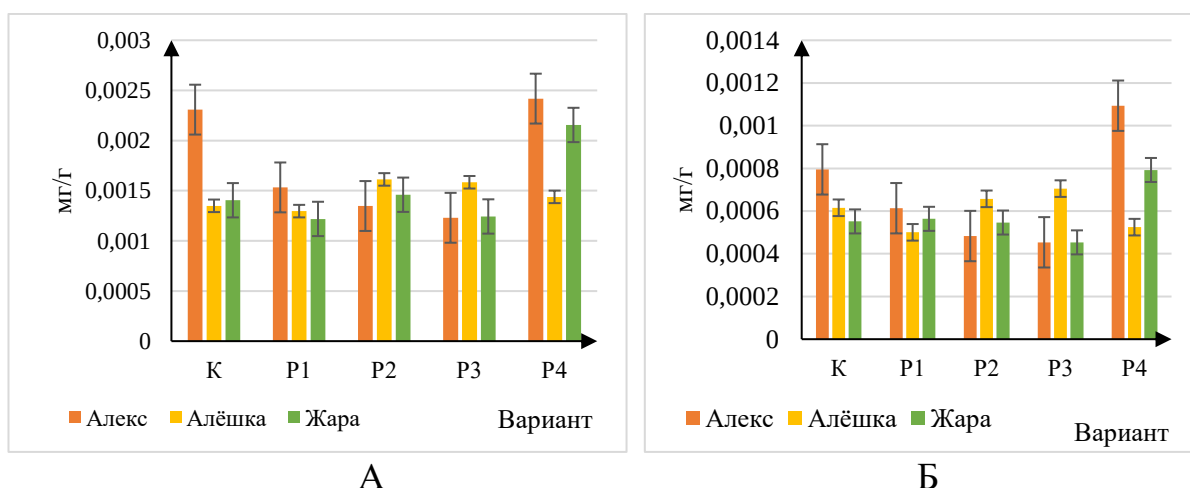


Рисунок 2 – Влияние ЭМИ на накопление хлорофилла *a* (А) и *b* (Б) в листьях редиса посевного сортов Алекс, Алёшка и Жара

Каротиноиды, помимо своей роли в поглощении света, выполняют важную защитную функцию, предотвращая повреждение хлорофиллов от избыточного солнечного излучения. Они действуют как антиоксиданты, нейтрализуя свободные радикалы, которые могут нанести вред клеточным структурам и замедлить рост и развитие растений [4]. Установлено, что у сорта Алекс снижался общий пул каротиноидов под влиянием всех режимов ЭМИ – от 6,5 % (P4) до 43,3 % (P2) (рисунок 3). Выявлен достоверный рост в содержании каротиноидов на 9,7 % и 12,1 % в случаях P2 и P3 у сорта Алёшка, в то время как P1 вызывал снижение количества исследуемых пигментов на 11,6 %, а режимы 2 и 4 повышали на 8,3 % и 46,3 % соответственно. Отмечено увеличение содержания данных пигментов у редиса сорта Жара на 8,3 % (P2) и 46,3 % (P4).

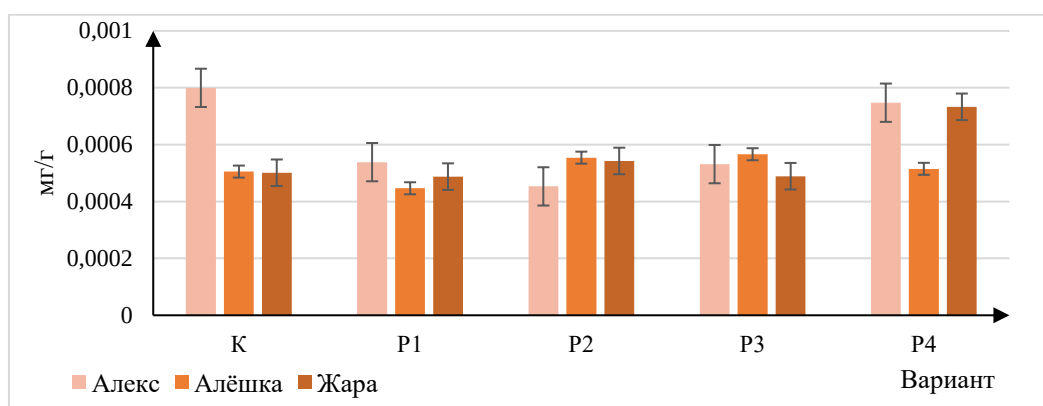


Рисунок 3 – Влияние ЭМИ на количество каротиноидов в листьях редиса посевного сортов Алекс, Алёшка и Жара

Соотношение концентраций хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* служит важным индикатором эффективности светопоглощения и функционального состояния фотосинтетического аппарата растения. Высокое значение этого отношения свидетельствует об оптимизированном использовании поглощенной энергии для проведения фотосинтеза, в то время как низкое указывает на ограниченную способность сбора света и неполную реализацию потенциала светозенергетических преобразований [3].

Отмечено снижение в соотношении хлорофиллов у сорта Алекс под влиянием всех режимов ЭМИ на 14,3 %, 7,4 % и 16,5 % соответственно в P1, P3 и P4 (таблица 1). Однако у сорта Алёшка выявлен существенный рост данного соотношения на 18,7 %, 14,6 % и 25,8 % соответственно режимам P1, P2 и P4, что свидетельствует о существенных перестройках в пуле пигментов в сторону роста хл *a*. У сорта Жара наблюдается незначительное увеличение исследуемого параметра в P2, P3 и P4, в то время как в случае P1 данное соотношение снижается на 15,1 %.

Таблица – Влияние режимов ЭМИ на соотношение фотосинтетических пигментов в проростках редиса посевного сортов Алекс, Алёшка и Жара

Вариант	Соотношение пигментов					
	Сорт Алекс		Сорт Алёшка		Сорт Жара	
	хл <i>a</i> / хл <i>b</i>	$\Sigma(\text{хл } a + \text{хл } b) /$ каротиноиды	хл <i>a</i> / хл <i>b</i>	$\Sigma(\text{хл } a + \text{хл } b) /$ каротиноиды	хл <i>a</i> / хл <i>b</i>	$\Sigma(\text{хл } a + \text{хл } b) /$ каротиноиды
К	2,91	3,85	2,18	3,91	2,54	3,92
P1	2,50	3,97	2,59	4,03	2,16	3,66
P2	2,81	4,04	2,50	4,09	2,67	3,70
P3	2,69	3,16	2,25	4,06	2,73	3,46
P4	2,43	4,64	2,75	3,82	2,74	4,00

Соотношение хлорофиллов к каротиноидам в листьях является индикатором баланса между пигментами, задействованными в процессе поглощения света и его переработке, а также защите фотосинтетических структур от повреждений. Высокий уровень этого соотношения указывает на эффективное использование света для фотосинтеза, подразумевая потенциальную уязвимость к фотоокислению при избытке солнечного света, а его снижение связано с усилением защиты фотосинтетических структур от фотоокисления [4].

В ходе анализа влияния ЭМИ на соотношение хлорофилловых пигментов к каротиноидам установлено отсутствие достоверных отклонений у сорта Алешка, тогда как у сорта Жара выявлено снижение данного показателя на 8,3 %, 5,6 % и 11,7 % соответственно режимам Р1–Р3 (таблица), в то время как у сорта Алекс Р3 на 17,9 % снизил, а Р4 повысил соотношение на 20,5 % относительно контроля.

Таким образом, различия в избирательной ответной реакции сортов на воздействие ЭМИ, проявляющиеся в изменении содержания фотосинтетических пигментов, свидетельствуют о наличии сортоспецифических механизмов адаптации к определенному воздействию и позволяют глубже понять механизмы действия ЭМИ на растительные организмы, оценить потенциальные риски и возможности его использования в сельском хозяйстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по физиологии растений : учеб.-метод. пособие / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – М. : Высш. шк., 1975. – 322 с.
2. Мазец, Ж. Э. Практикум по физиологии растений / Ж. Э. Мазец, И. И. Жукова, А. А. Деревинская. – Минск : БГПУ, 2017. – 176 с.
3. Особенности состава пигментного комплекса листьев древесных растений в городских условиях при внесении микробных удобрений / А. М. Николайчук, А. П. Яковлев, М. Н. Вашкевич [и др.]. // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2020. – № 1 (106). – С. 95–101.
4. Белова, Т. А. Изменение содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях древесных растений средней полосы России / Т. А. Белова, Л. А. Бабкина // Auditorium. – 2017. – № 2 (14). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-soderzhaniya-hlorofillov-i-karotinoidov-v-listyah-drevesnyh-rasteniy-sredney-polosy-rossii> (дата обращения: 20.01.2025).

[К содержанию](#)

УДК 581.192.7

В. Д. ГВОЗДЬ, Г. Г. ФИЛИПЦОВА

Минск, БГУ

**ВЛИЯНИЕ ПЕПТИДНОГО ЭЛИСИТОРА АТРЕР1
НА АКТИВНОСТЬ СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗЫ
В РАСТЕНИЯХ РУКОЛЫ (*ERUCA SATIVA* MILL.)
В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА**

Среди разнообразия соединений, которые способны индуцировать в растениях иммунный ответ, отдельно представлена группа эндогенных пептидных элиситоров (Peps). Данные сигнальные молекулы являются короткими пептидами, участвующими в запуске защитных сигнальных путей в ответ на действие разных стрессовых факторов как биотической, так и абиотической природы [1]. Наиболее распространенными защитными ответами растительного организма выступают: индукция синтеза вторичных мессенджеров, активация процессов фосфорилирования, синтез активных форм кислорода (АФК), выработка стрессовых фитогормонов, модификация активности ферментов, повышение уровня экспрессии защитных генов.

Первым обнаруженным представителем пептидных элиситоров растений стал AtPep1, выделенный из *Arabidopsis thaliana*. Молекула данного пептида состоит из 23 аминокислотных остатков [2]. На сегодняшний день обнаружено восемь эндогенных пептидных элиситоров (AtPep1 – AtPep8). Активно ведутся исследования по определению функциональной активности представленных элиситоров и их роли в стрессовой реакции растений.

Одной из первых и основных реакций растительной клетки на стресс является повышение синтеза АФК. Данные молекулы выступают как сигнальные, а также выполняют защитную функцию, повреждая структуры патогена. Но слишком высокая концентрация АФК будет приносить вред и растительному организму, увеличивая скорость окислительных процессов. В растениях обнаружен ряд антиоксидантных ферментов, осуществляющих обезвреживание отдельных типов АФК. К таким ферментам относят пероксидазы, супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и нек. др. [3]. Мощность антиоксидантной системы является одним из основных показателей устойчивости растения к стрессовым воздействиям.

Благодаря особенности элиситоров повышать неспецифическую устойчивость растительных организмов к действию стрессовых факторов, данные молекулы рассматриваются как перспективные соединения для их использования в качестве средств защиты растений.

Большая часть работ посвящена преимущественно функционированию элиситоров в условиях биотического стресса [4]. Одним из важнейших механизмов действия пептидных элиситоров рассматривается их влияние на антиоксидантный статус клетки. Ранее нами было изучено влияние AtPer1 на активность пероксидазы [5]. В представленной работе рассмотрено действие эндогенного пептидного элиситора AtPer1 на активность антиоксидантного фермента СОД в растениях руколы в условиях окислительного стресса (далее – ОС).

Растения руколы выращивали в лабораторных условиях на смеси почвогрунта универсального с добавлением перлита, вермикулита и биогумуса, влагоемкость поддерживалась на уровне 60 %. Выращивание осуществлялось при 24 °С и светодиодном освещении интенсивностью 205 мкмоль/м²/с. Фотопериод составлял 16 часов – свет, 8 часов – темнота. Через четыре недели выращивания надземную часть растений опрыскивали водным раствором пептида AtPer1 в концентрации 10⁻⁷ М. Через 24 часа после обработки растения подвергали окислительному стрессу, добавляя в почву гидроксилгенерирующий раствор, содержащий CuCl₂, аскорбиновую кислоту и H₂O₂. Через 24 часа и 48 часов исследовали активность СОД по способности фермента ингибировать фотохимическое восстановление нитросинего тетразоля и содержание продуктов перекисного окисления липидов (далее – ПОЛ) при помощи спектрофотометрического метода. Растения были разделены на четыре группы: отрицательный контроль (без обработок), положительный контроль (подвергнуты ОС) и две опытные группы, где в первой проводилась обработка пептидом, а во второй – пептидом и гидроксилгенерирующей смесью.

Анализ относительной активности СОД показал, что действие ОС в течение 24 часов приводит к снижению активности этого фермента на 23,6 % по сравнению с контролем. Предварительная обработка растений пептидом AtPer1 в условиях ОС способствовала увеличению активности СОД на 28,7 % (рисунок). Под действием стресса сниженная активность фермента могла быть вызвана как более медленным реагированием со стороны генетического аппарата клетки, так и негативным влиянием АФК на структуру фермента. Предстрессовая обработка AtPer1 индуцировала запуск антиоксидантных систем, в том числе СОД. Вместе с тем показано, что отдельное влияние только пептида в течение 24 часов приводило к снижению активности фермента практически на 50 %, с увеличением времени воздействия до 48 часов активность СОД увеличивалась более чем в три раза.

Через 48 часов действия ОС наблюдалось увеличение относительной активности СОД как в обработанных, так и в не обработанных пептидом растениях руколы в 2,6–2,8 раза по сравнению с исходным значением.

Это свидетельствует, что обработка растений пептидом, а также действие ОС индуцируют активацию фермента СОД. Однако этот процесс требует времени: резкое увеличение относительной активности СОД наблюдалось только через 48 часов. Обработка растений пептидом способствовала более быстрой реакции растений на стресс.

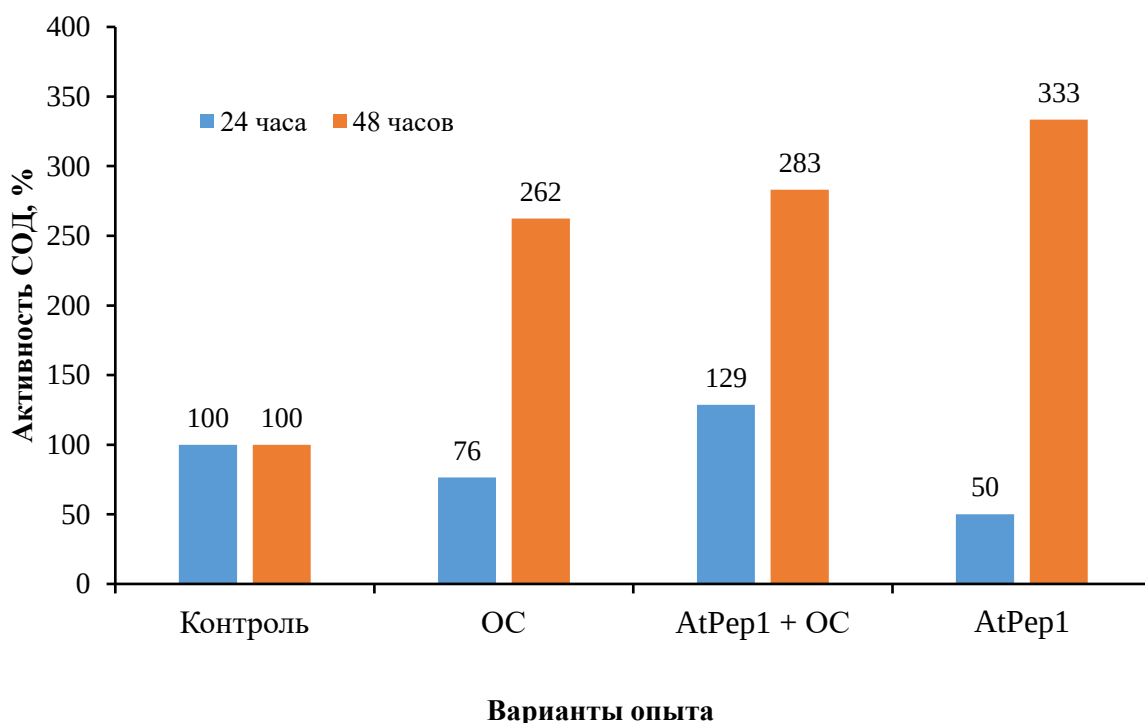


Рисунок – Влияние AtPep1 на относительную активность СОД в растениях руколы через 24 и 48 часов после воздействия ОС

Полученные данные позволяют заключить, что пептидный элиситор AtPep1 обладает способностью активизировать антиоксидантную систему растения до его столкновения со стрессовым фактором. Следовательно, предварительная обработка растений данным пептидом может служить фактором для повышения их устойчивости.

Для более полного понимания механизмов действия пептида был проведен анализ содержания продуктов ПОЛ – диеновых, триеновых и оксодиеновых конъюгатов. Через 24 часа действия ОС наблюдалось статистически значимое увеличение концентрации всех продуктов перекисного окисления липидов по сравнению с контролем: на 16,8 % диеновых конъюгатов, на 17,8 % – триеновых и на 12% – оксодиеновых. При предварительной обработке растений пептидом увеличилась концентрация только триеновых и оксодиеновых конъюгатов приблизительно по 22 % по сравнению с контрольной группой. Через 48 часов воздействия

ОС в отсутствии пептида концентрация диеновых, триеновых и оксидиновых продуктов оказалась выше контрольной группы примерно на 20 %, тогда как в обработанных растениях их уровень был сравним с контролем. Очевидно, что под действием пептида происходит снижение скорости окислительных процессов. Особенно четко данная зависимость проявляется через 48 часов действия стресса. С учетом результатов активности СОД можно заключить, что в первые 24 часа действия ОС антиоксидантная система не успевает активироваться и замедлить разрушающий эффект АФК. Обработка растений пептидом способствует более быстрой активации фермента СОД и снижению концентрации продуктов ПОЛ.

Таким образом, в ходе проведенного исследования был обнаружен защитный эффект пептидного элиситора AtPep1 на растения руколы в условиях окислительного стресса. Установлена обратная зависимость между активностью СОД и уровнем продуктов ПОЛ в растениях руколы, подвергнутых ОС. Показано, что обработка растений руколы пептидом AtPep1 в концентрации 10^{-7} М приводит к увеличению активности антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы и уменьшению скорости окислительных процессов при действии окислительного стресса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Safaeizadeh, M. Endogenous Peptide Signals in Arabidopsis thaliana, their receptors and their role in innate immunity / M. Safaeizadeh // Journal of Plant Molecular Breeding. – 2019. – Vol. 9, № 1. – P. 1–11.
2. The Truncated Peptide AtPEP1(9–23) Has the Same Function as AtPEP1(1–23) in Inhibiting Primary Root Growth and Triggering of ROS Burst / J. Cui, E. Sa, J. Wei [et al.] // Antioxidants. – 2024. – Vol. 13, № 5. – P. 549–569.
3. Recent Developments in Enzymatic Antioxidant Defence Mechanism in Plants with Special Reference to Abiotic Stress / V. D. Rajput, Harish, R. K. Singh [et al.] // Biology. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 267–295.
4. Albert, M. Peptides as triggers of plant defence / M. Albert // Journal of Experimental Botany. – 2013. – Vol. 64, № 17. – P. 5269–5279.
5. Гвоздь, В. Д. Исследование действия AtPep1 на скорость окислительных процессов и активность пероксидазы в растениях руколы (*Eruca sativa* Mill.) в условиях окислительного стресса / В. Д. Гвоздь // Культурная и дикорастущая флора Белорусского Полесья : материалы Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 14 нояб. 2024 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. В. Шкуратова, А. С. Домась, М. В. Левковская. – Брест : БрГУ, 2024. – С. 21–24.

[К содержанию](#)

УДК 581.143.6

О. А. ДЕМИДОВИЧ, С. М. ЛЕНИВКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

РОСТОВЫЕ РЕАКЦИИ ТРЕХ СОРТОВ АКТИНИДИИ НА СОСТАВ УГЛЕВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ ДЛЯ ИХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

В настоящее время у потребителей возникает интерес к нетрадиционным культурам плодовых и ягодных растений, отличающимся высоким содержанием природных антиоксидантов и биологически активных веществ и привлекательными декоративными характеристиками, которые характерны для представителей рода *Актинидия*. Для удовлетворения спроса на новые виды и сорта необходимо вместе с традиционными способами внедрять новые технологии производства посадочного материала, одной из которых является клональное микроразмножение [1].

Существующая в настоящий момент в литературе разноречивость рекомендаций по минеральному и гормональному составу сред, используемых для клонального микроразмножения представителей рода *Actinidia*, делает актуальным совершенствование основных этапов культивирования для различных сортов данной культуры [2].

Цель – оценить ростовые реакции трех сортов актинидии на различные углеводные компоненты в модифицированных питательных средах для микроклонального размножения в условиях *in vitro*.

В ходе исследований по оптимизации питательных сред для культивирования актинидии в условиях *in vitro* было проведено два эксперимента с различными типами питательных сред (далее – ПС) (таблица 1). В качестве объекта исследований были использованы микропобеги актинидии трех сортов – Фигурная, Оригинальная и Джамбо.

Таблица 1 – Схема проведения экспериментов

	Сорта	Типы питательных сред
Эксперимент 2	Фигурная, Оригинальная, Джамбо	1-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 БАП + $\frac{1}{2}$ сахароза; 2-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 БАП + $\frac{1}{2}$ сахар; 3-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + $\frac{1}{2}$ сахароза; 4-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + $\frac{1}{2}$ сахар
Эксперимент 4	Фигурная, Оригинальная, Джамбо	1-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 БАП + $\frac{1}{2}$ фруктоза; 2-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + 0,5 БАП + фруктоза; 3-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + $\frac{1}{2}$ фруктоза; 4-й тип ПС – $\frac{1}{2}$ MS + фруктоза

Культивирование микрочеренков актинидии осуществляли при температуре 20–22 °С при освещении люминисцентными лампами интенсивностью около 2500 люкс, 16-часовом фотопериоде в течение одного и двух месяцев. Статистическую обработку данных проводили статистическими методами с использованием программы Microsoft Excel.

На первом этапе исследования стояла задача оценить сортовые различия по динамике роста микропобегов в зависимости от времени и типа питательной среды. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика роста верхушечных микропобегов сортов актинидии на различных типах питательных сред в эксперименте № 2

Сорт	Сутки	Высота, см			
		1-й тип ПС	2-й тип ПС	3-й тип ПС	4-й тип ПС
Фигурная	0-е	1,48 ± 0,40	1,25 ± 0,12	1,21 ± 0,16	0,83 ± 0,19
	7-е	1,48 ± 0,40	1,33 ± 0,12	1,21 ± 0,15	0,87 ± 0,15
	14-е	1,53 ± 0,38	1,53 ± 0,08	1,30 ± 0,27	1,35 ± 0,25
	21-е	1,80 ± 0,51	1,53 ± 0,08	1,74 ± 0,27	1,85 ± 0,25
	30-е	2,10 ± 0,40	1,63 ± 0,16	2,27 ± 0,27	2,65 ± 0,33
	60-е	5,23 ± 1,01 ^{*,2}	2,20 ± 0,41 ^{1,3,4}	3,13 ± 0,28 ²	3,18 ± 0,40 ²
Джамбо	0-е	0,80 ± 0,12	1,70 ± 0,06	0,70 ± 0,15	0,95 ± 0,14
	7-е	0,95 ± 0,13	1,83 ± 0,03	0,88 ± 0,13	1,02 ± 0,14
	14-е	0,98 ± 0,15	1,97 ± 0,03 [*]	0,88 ± 0,13	1,10 ± 0,13
	21-е	1,05 ± 0,17	2,03 ± 0,03	1,00 ± 0,27	1,37 ± 0,10
	30-е	1,48 ± 0,29	2,03 ± 0,03	1,60 ± 0,55	2,93 ± 0,58 [*]
	60-е	3,93 ± 1,04	5,83 ± 0,78 ^{*,4}	3,68 ± 0,88	3,52 ± 0,57 ²
Оригинальная	0-е	0,78 ± 0,12	0,40 ± 0,08	0,82 ± 0,29	0,40 ± 0,14
	7-е	0,92 ± 0,08	0,40 ± 0,08	0,86 ± 0,28	0,45 ± 0,15
	14-е	1,12 ± 0,08	0,70 ± 0,08	1,06 ± 0,29	0,55 ± 0,13
	21-е	1,24 ± 0,08	0,80 ± 0,07	1,32 ± 0,20	0,58 ± 0,09
	30-е	1,38 ± 0,05	0,95 ± 0,05	1,80 ± 0,11	1,08 ± 0,21
	60-е	1,68 ± 0,14 ^{2,3}	1,15 ± 0,10 ^{1,3,4}	2,00 ± 0,08 ^{1,2}	2,38 ± 0,59 ²

Примечание – * – достоверно с предыдущими сутками при $P \leq 0,05$; ^{1,2,3,4} – достоверно при попарном сравнении высоты микропобегов на различных типах питательных сред при $P \leq 0,05$.

Все представленные сорта актинидии устойчиво развиваются в течение всего периода культивирования. При этом темпы роста различаются в зависимости от типа ПС. Стандартные отклонения указывают на вариабельность роста, особенно на 60-е сутки. Это может быть связано с индивидуальными особенностями растений или условиями выращивания.

Как видно из таблицы 2, статистически подтвержденный прирост верхушечных микрочеренков сорта Фигурная был отмечен в одном случае – при культивировании на первом типе ПС на 60-е сутки – и составил

5,23 см. У сорта Джамбо прирост по сравнению с предыдущими сутками был отмечен на средах с добавлением сахара как альтернативного углеводного компонента: на втором типе ПС (14-е и 60-е сутки) и четвертом типе ПС (на 30-е сутки). Достоверно значимых различий по критерию средней высоты микропочек у сорта Оригинальная не выявлено.

При анализе попарного сравнения различных типов ПС в отношении верхушечных микропочек актинидии на последние сутки культивирования в эксперименте № 2 выявлено, что наиболее подходящим для сорта Фигурная является первый тип ПС, а для сорта Джамбо – второй тип.

Таблица 3 – Динамика роста срединных микропочек сортов актинидии на различных типах питательных сред в эксперименте № 2

Сорт	Сутки	Высота, см			
		1-й тип ПС	2-й тип ПС	3-й тип ПС	4-й тип ПС
Фигурная	0-е	0,78 ± 0,07	2,10 ± 0,25	0,96 ± 0,14	1,27 ± 0,22
	7-е	0,93 ± 0,08	2,10 ± 0,22	1,02 ± 0,18	1,40 ± 0,21
	14-е	0,98 ± 0,08	2,12 ± 0,22	1,22 ± 0,23	1,47 ± 0,18
	21-е	1,08 ± 0,07	2,18 ± 0,21	1,44 ± 0,27	1,53 ± 0,26
	30-е	1,20 ± 0,08	2,18 ± 0,21	2,00 ± 0,38	1,73 ± 0,37
	60-е	1,95 ± 0,27 ^{*,2,3}	2,56 ± 0,22 ^{1,3}	3,72 ± 0,45 ^{*,1,2,4}	2,40 ± 0,60 ³
Джамбо	0-е	1,25 ± 0,23	1,33 ± 0,28	1,18 ± 0,20	1,08 ± 0,13
	7-е	1,25 ± 0,23	1,35 ± 0,29	1,25 ± 0,24	1,13 ± 0,15
	14-е	1,38 ± 0,30	1,43 ± 0,31	1,30 ± 0,25	1,55 ± 0,12
	21-е	1,45 ± 0,24	1,50 ± 0,30	1,30 ± 0,25	1,80 ± 0,15
	30-е	1,58 ± 0,34	1,75 ± 0,10	2,23 ± 0,66	2,80 ± 0,59
	60-е	3,75 ± 0,97	3,30 ± 1,05	4,03 ± 0,76	5,38 ± 0,55 [*]
Оригиналь- ная	0-е	0,93 ± 0,18	1,17 ± 0,22	1,33 ± 0,14	1,04 ± 0,11
	7-е	1,00 ± 0,23	1,23 ± 0,19	1,35 ± 0,13	1,08 ± 0,10
	14-е	1,20 ± 0,17	1,30 ± 0,21	1,43 ± 0,06	1,14 ± 0,10
	21-е	1,20 ± 0,17	1,30 ± 0,21	1,53 ± 0,06	1,14 ± 0,12
	30-е	1,30 ± 0,18	1,30 ± 0,29	1,58 ± 0,05	1,50 ± 0,19
	60-е	1,80 ± 0,17	1,97 ± 0,50	2,60 ± 0,60	1,76 ± 0,34

Примечание – * – достоверно с предыдущими сутками при $P \leq 0,05$; ^{1,2,3,4} – достоверно при попарном сравнении высоты микропочек на различных типах питательных сред при $P \leq 0,05$.

Изучение данных, полученных в ходе того же эксперимента в отношении срединных побегов, представленных в таблице 3, выявило следующие особенности. Так, микропочки актинидии сорта Фигурная отличались приростом на последние 60-е сутки культивирования на питательных средах первого и третьего типов. Активный рост эксплантов сорта Джамбо отмечен на 60-е сутки на питательной среде четвертого типа.

Попарное сравнение высоты срединных микропобегов для сортов Фигурная и Джамбо показало безгормональные питательные среды как наиболее оптимальные при сопоставлении с другими типами.

В ходе эксперимента № 4 было проведено исследование влияния различных типов питательных сред с добавлением фруктозы на верхушечные и срединные микропобеги исследуемых сортов актинидии, результаты которого отражены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Динамика роста верхушечных микропобегов сортов актинидии на различных типах питательных сред в эксперименте № 4

Сорт	Сутки	Высота, см			
		1-й тип ПС	2-й тип ПС	3-й тип ПС	4-й тип ПС
Фигурная	0-е	1,64 ± 0,13	1,57 ± 0,19	1,45 ± 0,09	1,45 ± 0,12
	7-е	1,7 ± 0,11	1,70 ± 0,15	1,53 ± 0,12	1,7 ± 0,15
	14-е	1,82 ± 0,19	1,70 ± 0,15	2,05 ± 0,09*	1,8 ± 0,16
	21-е	1,88 ± 0,19	1,80 ± 0,10	2,80 ± 0,47	2,65 ± 0,26*
	30-е	2,70 ± 0,33 ^{2,3}	3,30 ± 0,10 ^{*,1}	3,95 ± 0,69 ¹	3,75 ± 0,69
Оригинальная	0-е	0,69 ± 0,25	0,51 ± 0,13	0,88 ± 0,27	1,18 ± 0,26
	7-е	0,86 ± 0,17	0,84 ± 0,11	0,92 ± 0,26	1,28 ± 0,23
	14-е	1,31 ± 0,15	1,09 ± 0,14	1,36 ± 0,29	1,96 ± 0,28
	21-е	1,50 ± 0,16	1,34 ± 0,23	1,8 ± 0,30	2,54 ± 0,39
	30-е	2,10 ± 0,17 ^{*,2,3,4}	1,41 ± 0,24 ^{1,3,4}	2,42 ± 0,21 ^{1,2,4}	3,62 ± 0,58 ^{1,2,3}
Джамбо	0-е	1,08 ± 0,35	1,16 ± 0,17	1,23 ± 0,17	1,10 ± 0,29
	7-е	1,38 ± 0,33	1,32 ± 0,12	1,35 ± 0,12	1,27 ± 0,23
	14-е	1,38 ± 0,33	1,52 ± 0,17	1,98 ± 0,26	1,7 ± 0,23
	21-е	1,38 ± 0,33	1,88 ± 0,22	3,08 ± 0,38	2,8 ± 0,23*
	30-е	2,68 ± 0,55 ^{3,4}	3,70 ± 0,65	4,78 ± 0,65 ¹	4,13 ± 0,19 ^{*,1}

Примечание – * – достоверно с предыдущими сутками при $P \leq 0,05$; ^{1,2,3,4} – достоверно при попарном сравнении высоты микропобегов на различных типах питательных сред при $P \leq 0,05$.

На начальных этапах (0–7 суток) прирост верхушечных микропобегов является незначительным и статистически не подтвержден, что свидетельствует о периоде адаптации к новым условиям. Начиная с 14-х суток у эксплантов сорта Фигурная был отмечен прирост на всех типах среды, но в разный период. На третьем типе ПС наблюдалось достоверное увеличение высоты микропобегов на 14-е сутки, на четвертом типе ПС прирост зафиксирован на 21-е сутки, на втором типе ПС – на 30-е сутки. Наибольший прирост отмечен на первом типе ПС на 60-е сутки культивирования.

Для сорта Оригинальная достоверное увеличение длины побегов отмечено на первом типе ПС на 30-е сутки, а экспланты Джамбо показали наилучший прирост на средах с полным количеством фруктозы.

Таблица 5 – Динамика роста срединных микропобегов сортов актинидии на различных типах питательных сред в эксперименте № 4

Сорт	Сутки	Высота, см			
		1-й тип ПС	2-й тип ПС	3-й тип ПС	4-й тип ПС
Фигурная	0-е	$1,3 \pm 0,16$	$1,26 \pm 0,14$	$1,36 \pm 0,12$	$1,3 \pm 0,14$
	7-е	$1,4 \pm 0,15$	$1,38 \pm 0,09$	$1,58 \pm 0,18$	$1,33 \pm 0,16$
	14-е	$1,53 \pm 0,12$	$1,66 \pm 0,13$	$1,96 \pm 0,19$	$1,95 \pm 0,10^*$
	21-е	$1,73 \pm 0,08$	$1,96 \pm 0,25$	$2,68 \pm 0,46$	$2,62 \pm 0,14^*$
	30-е	$2,27 \pm 0,20^{*2,3,4}$	$2,72 \pm 0,35^{1,4}$	$3,44 \pm 0,67^1$	$3,22 \pm 0,22^{1,2}$
Оригинальная	0-е	$0,82 \pm 0,13$	$0,73 \pm 0,16$	$1,18 \pm 0,16$	$1,31 \pm 0,14$
	7-е	$0,97 \pm 0,12$	$0,85 \pm 0,16$	$1,26 \pm 0,19$	$1,49 \pm 0,13$
	14-е	$1,45 \pm 0,20$	$1,15 \pm 0,17$	$1,92 \pm 0,26$	$1,79 \pm 0,15$
	21-е	$1,65 \pm 0,25$	$1,5 \pm 0,28$	$2,76 \pm 0,36$	$2,17 \pm 0,17$
	30-е	$2,78 \pm 0,41^*$	$3,18 \pm 0,79$	$3,3 \pm 0,34$	$2,73 \pm 0,21$
Джамбо	0-е	$1,1 \pm 0,27$	$1,47 \pm 0,10$	$0,95 \pm 0,13$	$1,58 \pm 0,18$
	7-е	$1,35 \pm 0,26$	$1,62 \pm 0,12$	$1,23 \pm 0,22$	$1,58 \pm 0,18$
	14-е	$1,47 \pm 0,27$	$1,75 \pm 0,09$	$1,68 \pm 0,21$	$1,68 \pm 0,12$
	21-е	$1,68 \pm 0,21$	$2,05 \pm 0,21$	$2,55 \pm 0,30^*$	$2,23 \pm 0,17^*$
	30-е	$1,93 \pm 0,28^{2,3,4}$	$3,02 \pm 0,40^{1,3,4}$	$4,3 \pm 0,27^{*1,2,4}$	$3,95 \pm 0,51^{*1,2,3}$

Примечание – * – достоверно с предыдущими сутками при $P \leq 0,05$; ^{1,2,3,4} – достоверно при попарном сравнении высоты микропобегов на различных типах питательных сред при $P \leq 0,05$.

Исходя из данных таблицы 5, для сортов Оригинальная и Фигурная достоверный активный рост регенерантов наблюдался на первом типе ПС на 30-е сутки, а также на 14-е и 21-е сутки на четвертом типе ПС сорта Фигурная. В отношении срединных микропобегов сорта Джамбо отмечена регенерационная активность на безгормональных средах начиная с 21-х суток.

Таким образом, приросты микропобегов на различных типах ПС являются статистически значимыми, что позволяет поддерживать устойчивость выбора резервного углеводного компонента для получения микроклонального размножения актинидии. Это может быть полезно для удешевления и оптимизации условий культивирования актинидий и повышения эффективности микроклонального размножения данной культуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратова, С. А. Размножение садовых культур *in vitro* : метод. рекомендации / С. А. Муратова, Д. Г. Шорников, М. Б. Янковская ; РАСХН, ВНИИГиСПР им. И. В. Мичурина. – Мичуринск – наукоград РФ, 2008. – 68 с.
2. Крахмалева, И. Л. Особенности клонального микроразмножения разных форм перспективных сортов *Actinidia kolomikta* / И. Л. Крахмалева // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 133. – С. 80–86.

[К содержанию](#)

УДК 581.198

Е. А. ЖУК, Г. Г. ФИЛИПЦОВА

Минск, БГУ

МОДИФИКАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ПРАЙМИНГА СЕМЯН

Актуальность. Систематическое воздействие неблагоприятных факторов среды может негативно сказаться на энергии и равномерности прорастания семян в полевых условиях. Солевой стресс серьезно ограничивает продуктивность сельскохозяйственных культур по всему миру, а его воздействие усугубляется изменением климата. Одной из простых и доступных технологий повышения адаптации растений к стрессовым факторам является прайминг семян. Это метод предпосевной обработки семян различными соединениями (прайминг-агентами) с целью активизации метаболических процессов. Праймирование семян запускает каскад реакций в растительной клетке, способствуя их адаптации к негативным условиям окружающей среды. Общее следствие прайминга семян заключается в повышении их жизнеспособности, определяемой как совокупность свойств, обуславливающих высокое качество посевного материала и проростков в широком диапазоне условий окружающей среды. Индукция внутренних механизмов зависит не только от выбранного прайминг-агента, но и от вида и даже сорта растения [1; 2].

Вне зависимости от примененного метода прайминга и особенностей растения запуск механизмов устойчивости начинается с универсального ответа клетки на внешнее воздействие. Первая реакция растительной клетки на любой экзогенный фактор – повышение концентрации активных форм кислорода (далее – АФК), что, в свою очередь, приводит к изменению редокс-гомеостаза. Основную роль в нейтрализации АФК играет антиоксидантная система – совокупность высоко- и низкомолекулярных соединений, предотвращающих или замедляющих окисление биополимеров. В группу антиоксидантов входят специализированные соединения, такие как ферменты (супероксиддисмутаза (далее – СОД), каталаза, пероксидаза), низкомолекулярные молекулы (глутатион, аскорбиновая кислота) и вещества, антиоксидантная функция которых является второстепенной (пролин, сахара) [3; 4]. Увеличение активности компонентов антиоксидантной системы в ответ на повышение уровня АФК в условиях стресса является маркером адаптации организма, отражая его способность справляться с неблагоприятными условиями.

Цель – изучить влияние различных видов прайминга на активность ферментов пероксидазы и СОД, а также уровень продуктов перекисного окисления липидов (далее – ПОЛ) в проростках пшеницы в условиях засоления.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлась пшеница яровая сорта Славянка. В качестве прайминг-агентов использовали водные растворы KCl (0,1 М), NaCl (0,1 М), KNO₃ (0,1 М), ПЭГ (20 %). Семена замачивали в чашках Петри в вышеуказанных растворах в течение 8 часов, контроль – дистиллированная вода. Затем семена промывали, подсушивали, замачивали в 10 мл H₂O_{дист} (контроль), 10 мл 50 мМ NaCl или 10 мл 100 мМ NaCl (засоление). Для дальнейшего прорастания семена помещали в термостат, выращивали проростки в течение 4 или 7 суток при температуре 24 °С, с фотопериодом 16 часов – свет, 8 часов – темнота. Опыт проводился в трехкратной повторности. В ходе опыта определяли активность ферментов антиоксидантной системы пероксидазы и СОД, уровень продуктов ПОЛ.

Результаты исследований. Полученные результаты показали, что в условиях слабого засоления (50 мМ) содержание продуктов ПОЛ выше, чем при более высоком (100 мМ). Прайминг семян различными агентами по-разному повлиял на концентрацию продуктов ПОЛ в зависимости от агента и уровня стресса. При выращивании проростков, праймированных растворами KCl, KNO₃ и ПЭГ, в условиях засоления 50 мМ NaCl наблюдалось существенное уменьшение продуктов ПОЛ по сравнению с непраймированными семенами. При увеличении степени засоления до 100 мМ NaCl снижение данного параметра наблюдалось только при ПЭГ- и KNO₃-прайминге.

Эксперименты показали, что применение методов предпосевной обработки семян значительно модифицирует функционирование ферментов, ответственных за антиоксидантную защиту растений. Было выявлено, что активность пероксидазы в корнях примерно в три раза выше, чем в побегах. Следует подчеркнуть, что активность фермента в праймированных и непраймированных проростках, выращенных в условиях засоления 50 мМ NaCl, примерно в 25–30 раз больше, чем в выращенных в условиях засоления 100 мМ NaCl. Следовательно, степень засоления внешней среды оказывает существенное влияние на активность этого фермента.

Анализ влияния прайминг-агентов в условиях засоления показал, что их действие приводило к незначительному увеличению активности пероксидазы в побегах. При более высоком уровне засоления предварительная обработка семян ПЭГ способствовала увеличению активности пероксидазы в побегах, а при KCl-прайминге – увеличению указанного показателя в корнях.

Как показывают полученные результаты, активность фермента СОД в растениях также зависела от уровня засоления и типа праймирования. При засолении 50 мМ NaCl активность СОД в побегах и корнях 4-дневных проростков пшеницы существенно снижалась. Интересно отметить, что ПЭГ-прайминг способствовал восстановлению активности этого фермента до уровня, наблюдаемого в контрольной группе, что указывает на его способность смягчать последствия засоления. В условиях засоления 100 мМ NaCl праймирование KCl и NaCl увеличило активность СОД в побегах и корнях в сопоставлении с непраймированными образцами, тогда как обработка KNO₃ и ПЭГ привела к снижению этого показателя в побегах.

Закключение. Исследования показали, что связь между активностью антиоксидантных ферментов и уровнями продуктов ПОЛ не является однозначной. В некоторых случаях повышение активности антиоксидантных ферментов сопровождалось снижением содержания продуктов ПОЛ, что указывает на эффективную защиту от окислительного стресса, однако в других случаях корреляция отсутствовала.

Действие прайминг-агентов KCl, NaCl и ПЭГ положительно влияет на активность ферментов антиоксидантной системы растений в условиях засоления. Предпосевная обработка семян пшеницы KCl и NaCl приводила к увеличению активности пероксидазы в корнях при высоком засолении, в то время как ПЭГ-прайминг эффективен при более низком уровне засоления (50 мМ NaCl). Влияние прайминг-агентов на активность СОД также зависит от уровня засоления: ПЭГ поддерживает активность СОД при низком уровне засоления, а KCl и NaCl повышают ее при 100 мМ NaCl. Таким образом, разные прайминг-агенты по-разному влияют на антиоксидантную систему, помогая растениям адаптироваться к стрессовым условиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Seed priming: what's next? / I. Afzal // Seed Science and Technology. – 2023. – Vol. 51, № 3. – P. 379–405.
2. Seed priming: An overview of techniques, mechanisms, and applications / M. Amir, D. Prasad, F. A. Khan [et. al.] // Plant Science Today. – 2024. – Vol. 11, №1. – P. 553–563.
3. Reactive Oxygen Species, Lipid Peroxidation and Antioxidative Defense Mechanism / Hossam S. El-Beltagi, Heba I. Mohamed // Not Bot Horti Agrobi. – 2013. – Vol. 41, № 1. – P. 44–57.
4. Колупаев, Ю. Е. Антиоксидантная система растений: клеточная компартментация, защитные и сигнальные функции, механизмы регуляции (обзор) / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец, Л. Ф. Кабашникова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2019. – Vol. 55, № 5. – С. 419–440.

[К содержанию](#)

УДК 582.946.4:[581.132.1+581.174].043:628.9.04:069.029(476-25)

И. Н. КАБУШЕВА, Е. В. АТЕСЛЕНКО

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ ИСКУССТВЕННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ
ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
РОДА *JASMINUM* L.**

Свет оказывает важное влияние на рост и развитие растений. Применение светодиодных систем освещения позволяет оптимизировать световой режим выращивания промышленных культур и организовать высокотехнологичное тепличное производство. При этом следует учитывать такие параметры освещения, как интенсивность, спектральный состав и фотопериод.

Реакции на световые сигналы у растений опосредуются фоторецепторами (фитохромы, криптохромы, фототропины и др.), которые способны поглощать свет разных частей спектра. Красный свет играет значительную роль в развитии фотосинтетического аппарата и влияет на морфогенез растений. Синий спектр необходим для биосинтеза хлорофилла и развития хлоропластов, влияет на открытие устьиц, высоту растений. Зеленые длины волн регулируют устьичную проводимость, усиливают фиксацию углерода, способствуя увеличению продуктивности растений. Дальний красный свет опосредует процессы роста и развития растений, особенно при затенении растений, стимулирует цветение у растений длинного дня. Свет ультрафиолетового диапазона оказывает положительное влияние на накопление вторичных метаболитов [1].

Накопление фотосинтетических пигментов в листьях растений зависит как от светового режима культивирования, так и от видовых и сортовых особенностей, стадии роста растений. Так, увеличение интенсивности освещения с 100 до 150 мкмоль/м²/с повышало содержание фотосинтетических пигментов у проростков пяти видов (пшеница, ячмень, маш, соя, люцерна) [2]. Также экспериментально показано, что монохроматический свет может приводить к снижению содержания хлорофиллов и каротиноидов, скорости фотосинтеза и накопления биомассы, вызывать аномалии в росте и развитии растений. Поэтому чаще всего применяют смешанные или полноспектральные светильники [3]. На накопление хлорофиллов, каротиноидов и сухой массы у двух сортов салата *Lactuca sativa* с зелеными и красными листьями наилучший эффект оказывали светильники с разным составом и соотношением спектров [4].

Нами проведено изучение влияния дополнительного освещения на морфогенез и анатомическое строение листа у красивоцветущих представителей рода *Jasminum* L. в малообъемной оранжерейной культуре [5].

Целью данной работы явилось изучение влияния искусственного освещения на накопление фотосинтетических пигментов листа представителей рода *Jasminum* L. в условиях оранжерейной культуры Центрального ботанического сада НАН Беларуси (далее – ЦБС НАН Беларуси).

Исследования проводили на укорененных черенках жасмина крупноцветкового *J. grandiflorum* L. и жасмина душистого *J. odoratissimum* L., полученных от растений коллекционного фонда ЦБС НАН Беларуси, которые в течение шести месяцев выращивали в разных вариантах освещения: 1 – естественное освещение в оранжерее (контроль), 2 – люминесцентные лампы Osram FLUORA T8 36W/77 (FL Osram); 3 – люминесцентные лампы NARVA LT 30WT/760-010 (FL Narva); 4 – светодиодные фитолампы ULI-P11-35W/SPFR (LED Uniel). Ежедневная продолжительность освещения растений источниками искусственного света составляла 10 часов.

С помощью портативного спектрометра PG200N непосредственно над кроной опытных растений были определены спектральные характеристики излучаемых потоков света у ламп (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика источников искусственного освещения в экспериментах с представителями рода *Jasminum* L.

Спектральная характеристика	Контроль	Источники искусственного излучения		
		FL Osram	FL Narva	LED Uniel
PPFD, мкмоль/м ² /с	22,4	67,9	72,3	184
PFD, мкмоль/м ² /с	31,5	72,9	76,2	186
PFD, мкмоль/м ² /с				
PFD – UV	0,65	0,54	1,33	0,03
PFD – B	5,24	18,7	21,6	25,5
PFD – G	8,31	20,9	35,4	48,1
PFD – R	8,84	28,3	15,2	111
PFD – FR	8,42	4,51	2,64	2,03
PFD, %				
PFD – UV	2,06	0,74	1,7	0,01
PFD – B	16,6	25,7	28,3	13,7
PFD – G	26,4	28,7	46,5	25,8
PFD – R	28,1	38,7	20,0	59,3
PFD – FR	26,7	6,18	3,5	1,1
Величина соотношений частей спектра ламп				
Ratio: B : G	0,63	0,90	0,61	0,53
Ratio: R : G	1,06	1,35	0,43	2,30
Ratio: R : B	1,69	1,51	0,71	4,34
Ratio: R : FR	1,05	6,27	5,77	54,3

Примечание – PPFD (фотосинтетическая облученность) – количество фотонов, падающее на 1 м²/с в диапазоне длин волн 400–700 нм; PFD (фотонная облученность) – количество фотонов, падающее на 1 м²/с в диапазоне длин волн 380–780 нм; PFD-UV, PFD-B, PFD-R, PFD-G, PFD-FR – фотонная облученность в ультрафиолетовой

(380–400 нм), синей (400–500 нм), зеленой (500–600 нм), красной (600–700 нм), дальней красной (700–780 нм) областях спектра соответственно.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях определяли в ацетоновых вытяжках спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра СФ Agilent 8453. Концентрацию хлорофиллов и каротиноидов рассчитывали по Хольму – Веттштейну для 100 %-го ацетона [6] в пересчете на сухую массу. Повторность опыта трехкратная. Данные обработаны статистически в программе Excel.

Как следует из полученных данных (таблица 2), для *J. grandiflorum* характерен более высокий уровень количественного содержания как хлорофиллов (12,4–18,2 мг/г), так и каротиноидов (1,78–2,40 мг/г) по сравнению с теми же параметрами у *J. odoratissimum*, у которого сумма хлорофиллов находилась в пределах 5,18–6,74 мг/г, накопление каротиноидов отмечалось на уровне 0,87–1,16 мг/г. В то же время величина соотношения хлорофиллов у опытных растений *J. grandiflorum* имела более низкие значения, варьируя от 2,01 до 2,37, по сравнению с таковой у *J. odoratissimum* – 2,64–3,14. Соотношение суммарного содержания хлорофиллов к каротиноидам у опытных растений *J. grandiflorum* выше (6,91–7,57), чем у *J. odoratissimum* (4,76–6,53).

Таблица 2 – Содержание и соотношение фотосинтетических пигментов в листьях представителей рода *Jasminum* L. при культивировании с использованием источников искусственного света

Параметры	Контроль	FL Osram	FL Narva	LED Uniel
<i>Jasminum grandiflorum</i> L.				
<i>Chl a</i> , мг/г	9,15 ± 1,18	12,2 ± 0,33	11,1 ± 0,68	8,73 ± 0,05
<i>Chl b</i> , мг/г	4,63 ± 0,78	5,95 ± 0,31	5,02 ± 0,31	3,69 ± 0,11
<i>Chl (a+b)</i> , мг/г	13,8 ± 1,93	18,2 ± 0,59	16,1 ± 0,95	12,4 ± 0,07
<i>Car</i> , мг/г	1,95 ± 0,25	2,40 ± 0,10	2,34 ± 0,12	1,78 ± 0,04
<i>Chl a</i> / <i>Chl b</i>	2,01 ± 0,13	2,07 ± 0,08	2,22 ± 0,08	2,37 ± 0,08
<i>Chl (a+b)</i> / <i>Car</i>	7,04 ± 0,18	7,57 ± 0,13	6,91 ± 0,14	7,01 ± 0,20
АСВ, %	27,7 ± 0,09	34,8 ± 0,11	34,8 ± 0,31	39,9 ± 0,45
<i>Jasminum odoratissimum</i> L.				
<i>Chl a</i> , мг/г	3,75 ± 0,32	4,87 ± 0,05	4,26 ± 0,35	4,05 ± 0,03
<i>Chl b</i> , мг/г	1,43 ± 0,27	1,87 ± 0,16	1,45 ± 0,30	1,42 ± 0,03
<i>Chl (a+b)</i> , мг/г	5,18 ± 0,58	6,74 ± 0,20	5,71 ± 0,65	5,47 ± 0,04
<i>Car</i> , мг/г	1,08 ± 0,06	1,16 ± 0,04	0,87 ± 0,06	0,89 ± 0,03
<i>Chl a</i> / <i>Chl b</i>	2,75 ± 0,33	2,64 ± 0,21	3,14 ± 0,50	2,87 ± 0,07
<i>Chl (a+b)</i> / <i>Car</i>	4,76 ± 0,30	5,84 ± 0,13	6,53 ± 0,34	6,17 ± 0,21
АСВ, %	33,2 ± 7,61	34,3 ± 0,74	38,5 ± 1,58	42,4 ± 2,84

Примечание – В таблице приведены следующие сокращения: АСВ – абсолютно сухое вещество, *Chl* – хлорофилл, *Car* – каротиноиды.

Согласно полученным данным, при культивировании в оранжерее без дополнительного освещения в листьях контрольных растений *J. grandiflorum* накапливалось хлорофилла *a* 9,15 мг/г, хлорофилла *b* – 4,63 мг/г, так что суммарное содержание хлорофиллов составляло 13,8 мг/г, количество каротиноидов достигало 1,95 мг/г. У растений *J. odoratissimum* в контрольной группе отмечались наименьшие значения величины накопления хлорофиллов: *a* – 3,75 мг/г, *b* – 1,43 мг/г, их суммарного содержания – 5,18 мг/г, при этом величина соотношения хлорофиллов *a/b* составляла 2,75. У контрольных растений также отмечалась самая низкая величина соотношения суммарного содержания хлорофиллов и каротиноидов – 4,76.

Наибольшее количественное содержание хлорофиллов и каротиноидов отмечалось у изученных представителей рода *Jasminum* при культивировании их под лампами FL Osram и FL Narva, которые обеспечивали сходный уровень освещенности – 67,9–72,3 мкмоль/м²/с. При этом повышение в спектре излучения красной и синей областей у FL Osram (относительно контроля) оказалось более благоприятным по сравнению с добавлением излучения в синей и зеленой областях у FL Narva. Повышение интенсивности светового потока до 184 мкмоль/м²/с и увеличение доли спектра в красной области при выращивании изученных растений под светильниками LED Uniel оказали, наоборот, негативный эффект на накопление фотосинтетических пигментов у *J. grandiflorum*.

Ранее нами было показано [5], что применение источников искусственного освещения оказывало стимулирующее действие на рост декоративных горшечных растений *J. grandiflorum* и *J. odoratissimum* относительно естественного освещения, однако их влияние на морфометрические параметры носило видоспецифичный характер.

Установлено, что *J. grandiflorum* в условиях эксперимента проявлял себя как более светолюбивый вид, у которого применение ламп FL Osram, FL Narva, LED Uniel с интенсивностью освещения 72,9–186 мкмоль/м²/с оказывало значительное позитивное влияние на морфометрические параметры растений (длину и число побегов, количество междоузлий, число листьев и их размеры) относительно контрольных растений в условиях естественного освещения.

Для более теневыносливого вида *J. odoratissimum* могут быть рекомендованы люминесцентные лампы FL Osram и FL Narva, которые при средней интенсивности освещения 72,9–76,2 мкмоль/м²/с вызывали статистически достоверное увеличение длины и количества побегов, числа листьев и их ширины. Показано, что светодиодные светильники LED Uniel с преобладанием красного света в спектре и с высоким уровнем интенсивности светового потока – 186 мкмоль/м²/с – приводили к угнетению роста данного вида.

Таким образом, наилучший прирост биомассы у *J. grandiflorum* и *J. odoratissimum* на физиологическом уровне обуславливается за счет увеличения накопления фотосинтетических пигментов – хлорофиллов и каротиноидов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Light-emitting diodes: whether an efficient source of light for indoor plants? / Muzammal Rehman, Sana Ullah, Yaning Bao [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – Vol. 24 (32). – P. 24743–24752.
2. Investigating the effectiveness of LED lighting in the production of rich sprouts for food purposes / L.Wang, C. Sun, H. Luan, D. T. Semiroumi // Heliyon. – 2023. – Vol. 9, nr. 4. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14964> (date of access: 18.01.2025).
3. Plant Productivity in Response to LED Lighting / G. D. Massa, H.-H. Kim, R. M. Wheeler, C. A. Mitchell // HortScience. – 2008. – Vol. 43(7). – P. 1951–1956.
4. The Effect of LED Light Spectra on the Growth, Yield and Nutritional Value of Red and Green Lettuce (*Lactuca sativa*) / A. A. Alrajhi, A. S. Alsahli, I. M. Alhelal [et al.] // Plants. – 2023. – Vol. 12, nr. 463. – URL: <https://doi.org/10.3390/plants12030463> (date of access: 18.01.2025).
5. Кабушева, И. Н. Влияние искусственного освещения на рост декоративных представителей рода *Jasminum* L. / И. Н. Кабушева, Н. Л. Сак, М. И. Баркун // Ботанический сад. – 2024. – № 1. – С. 23–26.
6. Третьяков, Н. Н. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков. – М. : Агропромиздат, 1990. – 271 с.

[К содержанию](#)

УДК 57.054:0.84

О. В. КОРЗЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ С КИСЛОТАМИ НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АМАРАНТА ТРЕХЦВЕТНОГО СОРТА ИЛЛЮМИНАЦИЯ

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве все больше внимания уделяется проблемам экологии. В целях повышения продуктивности сельскохозяйственных культур применяются биологические

препараты, которые повышают устойчивость растений к болезням, улучшают фитосанитарное состояние почвы, повышают уровень ее плодородия, урожайность и качество сельскохозяйственных культур [1].

Брассиностероиды – это растительные гормоны, вовлеченные в физиологические и молекулярные процессы в растительных клетках, направленные на преодоление последствий различных биотических и абиотических стрессов, действующие как независимо, так и во взаимодействии с другими фитогормонами. К настоящему времени установлено, что брассиностероиды – это группа более чем из 70 веществ, отличающихся по структуре и физиологической активности. Они присутствуют в растениях как в свободной форме, так и в форме конъюгатов, во всех органах, в нано- и пикограммовых количествах на грамм сырой массы. Помимо этого, брассиностероиды являются эффективными стресс-протекторными соединениями, защитное действие которых во многом определяется их способностью к мобилизации или синтезу компонентов клеточной антиоксидантной системы [2]. Имеются сведения о том, что брассиностероиды повышают всхожесть семян, снизивших посевные качества в результате хранения.

Амарант трехцветный можно выращивать не только как декоративную, но и как овощную культуру. Трехцветный сорт Иллюминация – это не только декоративная культура. Его можно использовать для употребления в пищу, поскольку он является очень полезным. Амарант считается диетическим продуктом, в котором большое содержание белка, его употребление выводит тяжелые токсины, способствует укреплению иммунитета [3].

Плюсы сорта: невероятно яркий и необычный в плане расцветки, особенно впечатляют его листья. Хорошо растет, благодарно откликается на уход. Неприхотлив.

Минусы сорта: довольно теплолюбив, всем прочим предпочитает именно солнечные участки. Требователен к почве: расти будет в разных, но декоративностью удивит только в плодородной почве.

Наши исследования были связаны с анализом влияния 24-эпикастастерона (далее – ЭК) и его конъюгатов с кислотами: 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23) и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31) в отобранных концентрациях, оказывающих наибольшую активность на физиолого-биохимические параметры амаранта трехцветного сорта Иллюминация, выращенного в защищенном грунте в результате вегетационного лабораторного опыта [4]. Для изучения содержания фотосинтетических пигментов использовали спектрофотометрический метод [5]. Он, несмотря на свою простоту, позволяет в одной пробе определить концентрацию различных видов хлорофилла. Определение активности каталазы в побегах проводили по методу

М. А. Королук [6], основанному на способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс.

Проведенные исследования показали (таблица 1), что при использовании ЭК в концентрации 10^{-8} М наблюдалось повышение содержания Хл *b* и *Kar* на 18,9 и 59,1 % соответственно, но зафиксировано снижение содержания Хл *a* на 2,8 %. При использовании S23 в концентрации 10^{-11} М наблюдалось значительное повышение содержания Хл *a*, Хл *b* и *Kar* на 18,3, 42,1 и 81,7 %. Использование S31 в концентрации 10^{-11} М приводило к статистически достоверному повышению содержания пигментов: Хл *a* на 12,3 %, Хл *b* на 35,1 % и *Kar* на 74,7 %.

Таблица 1 – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на содержание фотосинтетических пигментов в листьях амаранта трехцветного сорта Иллюминация (вегетационный лабораторный опыт)

Вариант опыта	Содержание, мг/г		
	хлорофилла <i>a</i>	хлорофилла <i>b</i>	каротиноидов
Контроль	$5,28 \pm 0,65$	$1,26 \pm 0,46$	$1,54 \pm 0,37$
ЭК 10^{-8} М	$5,13 \pm 0,98$	$1,49 \pm 0,32$	$1,73 \pm 0,27$
S23 10^{-11} М	$6,28 \pm 0,68$	$1,79 \pm 0,16^*$	$2,08 \pm 0,17^*$
S31 10^{-11} М	$8,40 \pm 0,55^*$	$2,29 \pm 0,13^{**}$	$2,69 \pm 0,21^{**}$

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

Исследования активности каталазы в листьях амаранта трехцветного сорта Иллюминация показали, что предварительная обработка семян ЭК и его конъюгатами не оказывала значительного статистически достоверного влияния на активность каталазы в листьях (таблица 2). Обработка ЭК в 10^{-8} М приводила к снижению активности каталазы на 24,4 %, а его конъюгатами S23 в 10^{-11} М и S31 в 10^{-11} М приводила к незначительному увеличению активности каталазы. Так, активность каталазы увеличивалась на 4,5 % и 2,1 % соответственно.

Таблица 2 – Влияние эпикастастерона и его конъюгатов на активность каталазы в листьях амаранта трехцветного сорта Иллюминация (вегетационный лабораторный опыт)

Вариант опыта	Активность каталазы	
	мкат/л	% к контролю
Контроль	$1402,7 \pm 12,3$	100,0
ЭК, 10^{-8} М	$1061,0 \pm 40,0^{**}$	75,6
S23, 10^{-11} М	$1466,2 \pm 18,09^*$	104,5
S31, 10^{-11} М	$1432,3 \pm 44,8$	102,1

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

Таким образом, по результатам исследования видно, что ЭК и его конъюгаты с кислотами S23 и S31 оказывают наибольшее влияние на повышение содержания фотосинтетических пигментов в листьях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прусакова, Л. Д. Роль brassinosteroidов в росте, устойчивости и продуктивности растений / Л. Д. Прусакова, С. И. Чижова // Агрохимия. – 1996. – № 11. – С. 137–150.
2. Такимацу, Т. Биологические основы и практическое применение эпибрасинолида / Т. Такимацу. – М., 1988. – 19 с.
3. Никулин, П. В. Особенности растений амаранта как C4-растения / П. В. Никулин // Естествознание и гуманизм : сб. науч. работ. – Томск, 2007. – Т. 4, № 1. – С. 46–48.
4. Семена цветочных культур. Правила приемки и методы отбора проб. Межгосударственный стандарт: ГОСТ 24933.0-81. – Введ. 01.10.86. – М. : Стандартиформ, 2011. – 23 с.
5. Шульгин, И. А. Расчет содержания пигментов с помощью номограмм / И. А. Шульгин, А. А. Ничипорович // Хлорофилл : сб. науч. ст. / ред. А. А. Шлыка. – Минск : Наука и техника, 1974. – С. 121–136.
6. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк, Л. И. Иванова, И. Г. Майорова, В. Е. Токарев // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.

[К содержанию](#)

УДК 58.04

А. Д. КУПРИЕНКО, А. О. ЛОГВИНА
Минск, БГУ

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ *DAUCUS CAROTA SUBSP. SATIVUS* (HOFFM.)

В последние годы большое значение отводится изучению роли и механизмов протекторного действия микроэлементов, в том числе и селена в процессе роста и развития сельскохозяйственных растений. Основное предпочтение исследователей отдается применению неорганических соединений селена, в связи с их распространенностью, хорошей растворимостью в воде и высокими показателями эффективности применения. Данный микроэлемент участвует в реакциях образования хлорофилла, синтеза трикарбоновых кислот, в метаболизме длинноцепочных

жирных кислот. Оказывает антагонистическое действие на поглощение и транспорт тяжелых металлов, повышает устойчивость к водному стрессу, соле- и засухоустойчивости. Избыток и недостаток селена в питательной среде отрицательно сказываются на росте и развитии растений. При избытке селена отмечается накопление свободных растворимых аминокислот и торможение синтеза белка. Выполняя антиоксидантную функцию, селен способствует повышению устойчивости к внешним факторам [1].

Морковь посевная является важным объектом для исследований в области физиологии растений, обладая высокой всхожестью, неприхотливостью в выращивании и быстрой скоростью роста. Кроме того, она имеет ряд ценных свойств и богатый биохимический состав, который обуславливает ее широкое применение в кулинарии, фармацевтике и других областях. Морковь является высокопитательным корнеплодом. Как лечебное растение используется уже около 4 тыс. лет. Корнеплоды посевной моркови богаты витаминами, минеральными элементами. содержат сахара, органические кислоты, флавоноиды, кумарины, стероиды [2].

Целью работы являлось изучение влияния селенита натрия в различных концентрациях на некоторые физиолого-биохимические показатели нативных проростков моркови посевной.

Объектом изучения служили нативные 14-дневные проростки моркови посевной (сорт Вита Лонга). В экспериментах по изучению влияния селенита натрия на физиолого-биохимические показатели моркови была проведена посадка семян в универсальный грунт (фото).



Фото – Общий вид проростков моркови посевной

Осуществлялся полив водными растворами селенита натрия в концентрациях 10^{-7} М, 10^{-6} М, 10^{-5} М, 10^{-4} М и 10^{-3} М (растворителем служила фильтрованная артезианская вода). Контрольный вариант поливался той же водой. Полив проводился каждые два дня объемом жидкости, равным 50 мл. Грунт и семена перед посадкой были обработаны 0,5 %-м раствором биофунгицида «Фитоспорин» (5 мл/1 л) в течение получаса. Выращивали проростки при комнатной температуре в условиях естественного освещения.

В процессе исследования проводили оценку физиологических параметров проростков: измеряли длину побегов и корней в каждом опытном образце и контроле. Экстракцию осуществляли 70 %-м этанолом, путем растирания растительного материала и настаивания смеси в течение 24 часов при непрерывном помешивании при комнатной температуре. Экстракты фильтровали через бумажный фильтр. Использовали метод Фолина – Чокальтеу с небольшими модификациями для определения общего содержания фенольных соединений [3] и фосфорно-молибденовый метод для определения восстановительной активности экстрактов [4].

Основными статистическими характеристиками служили средняя арифметическая величина и ошибка средней величины.

Селенит натрия в концентрации 10^{-3} М проявил токсическое действие: рост проростков не наблюдался. Проростки в присутствии селенита натрия в наибольшей из тестируемых концентраций погибали сразу после появления.

Длина побегов у опытных образцов под влиянием селенита натрия в концентрациях 10^{-7} и 10^{-5} М была сопоставима с таковой для контроля (рисунок 1). Угнетающее действие было характерно для селенита натрия в концентрации 10^{-4} М.

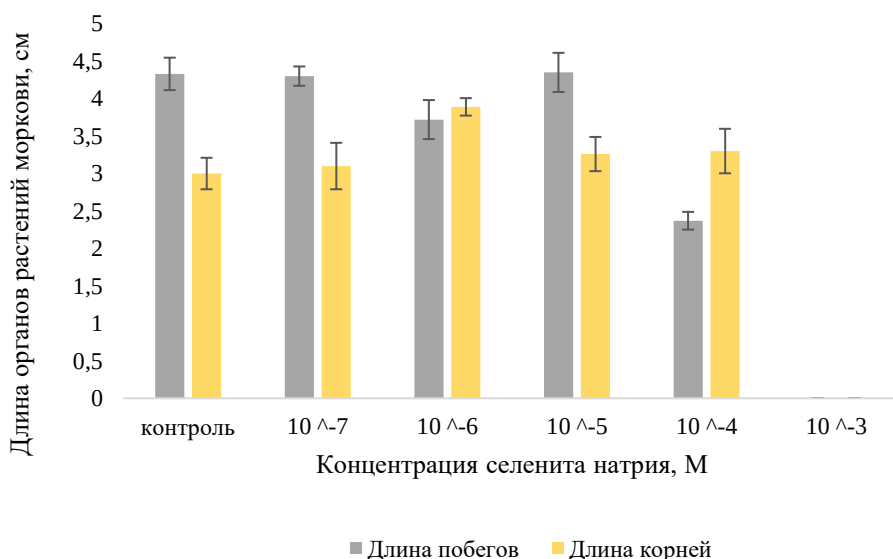


Рисунок 1 – Влияние селенита натрия в разных концентрациях на длину побегов и корней проростков моркови посевной

Положительное влияние на рост корней моркови посевной оказала обработка почвы раствором селенита натрия с концентрацией 10^{-6} М по сравнению с другими опытными образцами и контролем (рисунок 1). Длина корней в этом опытном образце составила 3,9 см, в контроле – 3 см.

В дальнейшем определяли суммарное содержание фенольных соединений под воздействием селенита натрия. Именно фенольные соединения часто определяют выраженность антиоксидантного потенциала растения, повышают защитные свойства по отношению к стрессорам. Содержание фенольных соединений в опытных образцах выражали в эквиваленте галловой кислоты (мг ЭГК/г сух. м.). Полученные данные представлены на рисунке 2.

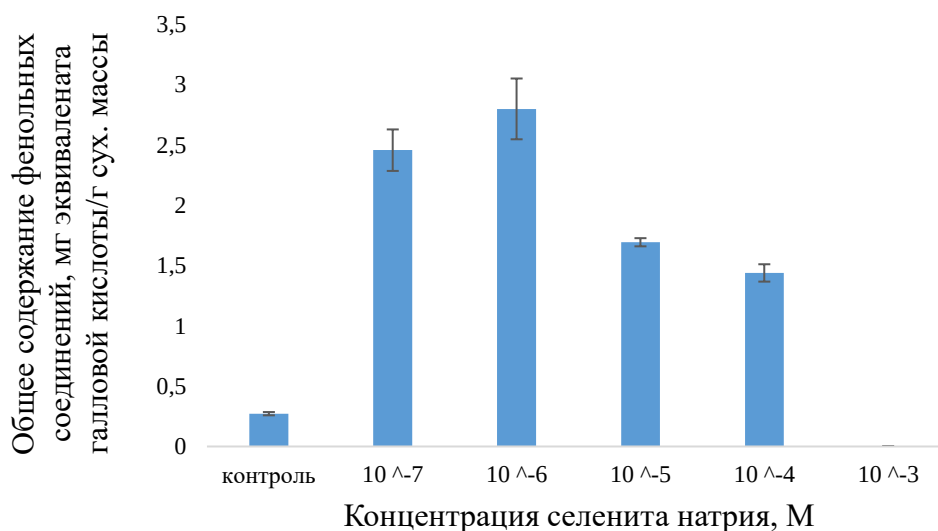


Рисунок 2 – Общее содержание фенольных соединений в нативных проростках моркови посевной при варьировании концентрации селенита натрия в питательной среде

Анализ результатов позволяет заключить, что содержание фенольных соединений в опытных образцах значительно выше в сравнении с контролем. Наиболее высокое содержание фенольных соединений наблюдается при использовании селенита натрия в концентрации 10^{-6} М (2,8 мг ЭГК/г сух. м.) и 10^{-7} М (2,5 мг ЭГК/г сух. м.), тогда как в контроле – 0,27 мг ЭГК/г сух. м.

Восстановительную активность исследуемых объектов выражали в мг/г сухой массы в эквиваленте аскорбиновой кислоты (мг ЭАК/г сух. м.). Полученные данные приведены на рисунке 3. При изучении восстановительной активности было выявлено, что максимальное ее значение приходится на контроль – 5,2 мг ЭАК/г сух. м. Довольно высоких значений

восстановительная активность в моркови достигает в присутствии селенита натрия в концентрациях 10^{-5} и 10^{-4} М (до 85 % от контрольного значения). Четкой зависимости восстановительной активности от концентрации селенита натрия обнаружено не было.

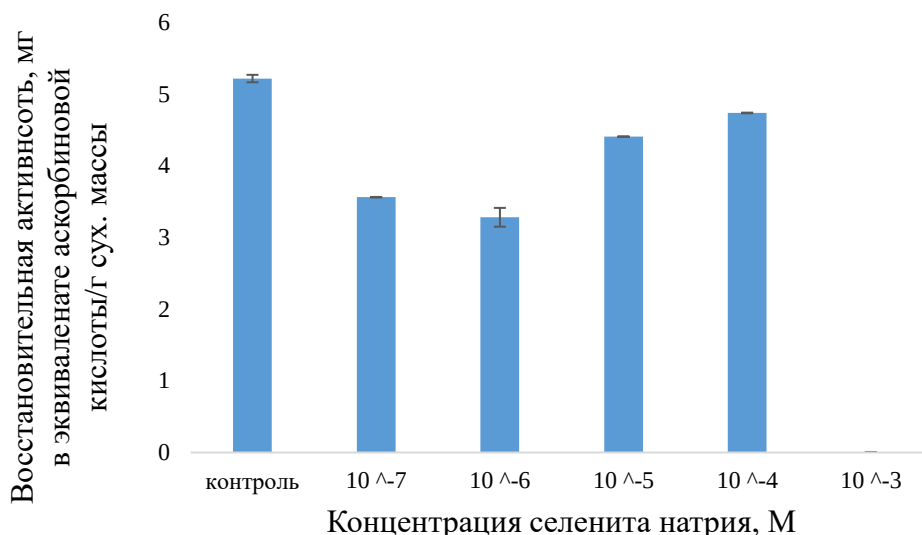


Рисунок 3 – Восстановительная активность экстрактов проростков моркови посевной при варьировании содержания селенита натрия в питательной среде

В ходе проведенных экспериментов было установлено, что обработка почвы селенитом натрия в концентрации 10^{-3} М вызывала полное ингибирование ростовых процессов моркови посевной. При изучении морфометрических параметров показано, что на длину корней положительно влияет селенит натрия в концентрации 10^{-6} М, а длина побегов сопоставима с контролем. Общее содержание фенольных соединений наиболее высоким было в образцах, обрабатываемых раствором исследуемого вещества в концентрации 10^{-6} М, а восстановительная активность была достаточно высокой и соизмеримой с контролем в опытных вариантах при внесении селенита натрия в концентрации 10^{-4} М.

Таким образом, на данный момент показано, что селенит натрия проявляет неоднозначное действие на различные показатели нативных проростков моркови посевной. При этом очевидно, что наибольший положительный эффект селенит натрия оказывает в концентрациях 10^{-7} и 10^{-6} М. В дальнейшем планируем провести аналогичный эксперимент, но уже в условиях *in vitro*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pilon-Smith, E. A. H. Selenium metabolism in plants / E. A. H. Pilon-Smith, C. F. Quinn // Cell Biology of Metals and Nutrients. Plant Cell Monographs. – 2010. – Vol. 17. – P. 225–241.
2. Кароматов, И. Дж. Морковь дикая, посевная / И. Дж. Кароматов, К. Т. Тагбоев // Биология и интегративная медицина – 2017. – № 5. – С. 204–215.
3. Prieto, P. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E / P. Prieto, M. Pineda, M. Aguilar // Analytical Biochemistry. – 1999. – Vol. 269, № 2. – P. 337–341.
4. Slinkard, K. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods / K. Slinkard, V. L. Singleton // American journal of enology and viticulture. – 1977. – Vol. 28. – P. 49–55.

[К содержанию](#)

УДК 581.14.6

**Е. Н. КУТАС, В. Л. ФИЛИПЕНЯ, О. И. МАХОНИНА,
А. В. НЕХВЯДОВИЧ, О. Н. ПЕТРАЛАЙ, И. И. ЛАСТЕНКО,
К. С. АРАНОВИЧ**

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**ВЫХОД ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ ЭКСПЛАНТОВ
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ СУРФИНИИ
И КАЛИБРАХОА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ
СТЕРИЛИЗАЦИИ**

Общеизвестно, что процесс клонального микроразмножения начинается с выбора растения, изолирования экспланта, его стерилизации и посадки на питательную среду. Одна из основополагающих ролей в этом процессе принадлежит подбору способов стерилизации, включающих различные стерилизующие соединения, эффективность их концентраций, продолжительность времени обработки с целью освобождения материала от инфекции и получения высокого выхода жизнеспособных эксплантов.

Как свидетельствуют литературные источники, для стерилизации используют различные стерилизующие соединения с разной концентрацией и временем экспозиции [1–11].

Для каждого вида растения или сорта оптимальный режим (способ) стерилизации, способствующий высокому выходу жизнеспособных

эксплантов, определяется экспериментальным путем. Не являются исключением интродуцированные сорта сурфинии и калибрахоа.

Объектами исследования служили шесть интродуцированных сортов сурфинии: *Surfinia x hybrida hort* «Purple», *Surfinia x hybrida hort* «Black prince», *Surfinia x hybrida hort* «Blue Vein», *Surfinia x hybrida hort* «Double Red», *Surfinia x hybrida hort* «Star Yellow», *Surfinia x hybrida hort* «Blue» и два сорта калибрахоа: *Calibrachoa x hybrida hort* «Kabloom deep blue», *Calibrachoa x hybrida hort* «Kabloom white».

В качестве эксплантов использовали почки с кусочком стебля длиной 5–6 мм, вычлененные с побегов вышеперечисленных сортов. Для освобождения эксплантов от инфекции (во избежание разрушения в эксплантах хлорофилла) использовали разработанные нами четыре щадящих способа стерилизации, включающие следующие этапы обработки.

Способ 1. Промывание побегов мыльным раствором с последующим споласкиванием их проточной водопроводной водой в течение 10 минут; обработка побегов 3 %-м раствором фунгицида («Топаз») в течение 15 минут с шестикратным промыванием водопроводной водой на протяжении 12 минут; стерилизация эксплантов 5 %-м коммерческим препаратом гипохлорида натрия «Белизна» с добавлением 2–3 капель детергента Tween 80 при экспозиции 15 минут с последующим их промыванием в трех сменах стерильной бидистиллированной воды по 10–15 минут в каждой.

Способ 2. Промывание побегов мыльным раствором с последующим их споласкиванием проточной водопроводной водой в течение 10 минут; обработка эксплантов 70 %-м этиловым спиртом (экспозиция 30 секунд) с последующим их промыванием в трех сменах стерильной бидистиллированной воды по 10–15 минут в каждой; стерилизация эксплантов 3 %-м коммерческим препаратом гипохлорида натрия «Белизна» с добавлением 2–3 капель детергента Tween 80 при экспозиции 15 минут с последующим их промыванием в трех сменах стерильной бидистиллированной воды по 10–15 минут в каждой.

Способ 3. Промывание побегов мыльным раствором с последующим их споласкиванием проточной водопроводной водой в течение 10 минут; обработка эксплантов 70 %-м этиловым спиртом (экспозиция 15 секунд) с последующим их промыванием в трех сменах стерильной бидистиллированной воды по 10–15 минут в каждой; стерилизация эксплантов 5 %-м коммерческим препаратом гипохлорида натрия «Белизна» с добавлением 2–3 капель детергента Tween 80 при экспозиции 30 минут с последующим их промыванием в трех сменах стерильной бидистиллированной воды по 10–15 минут в каждой.

Способ 4. Промывание побегов мыльным раствором с последующим их споласкиванием проточной водопроводной водой в течение 10 минут; обработка эксплантов 70 %-м этиловым спиртом (экспозиция 10 секунд) с последующим их промыванием в трех сменах стерильной бидистиллированной воды по 10–15 минут в каждой; стерилизация эксплантов 1 %-м раствором азотнокислого серебра при экспозиции 10 минут с последующим их промыванием в шести сменах стерильной бидистиллированной воды по 15–20 минут в каждой.

После стерилизации материал высаживали на модифицированную агаризованную среду MS. Пробирки с высаженными эксплантами помещали на стеллажи, где температура воздуха составляла 24 °С, освещенность – 4000 лк, относительная влажность воздуха – 70 %, фотопериод – 16 часов. Учет инфицированных, окисленных и жизнеспособных эксплантов проводили ежедневно в течение двух недель. Экспериментальные данные приведены в таблице.

Результаты исследований. Цифры в таблице свидетельствуют о зависимости выхода жизнеспособных почек интродуцированных сортов сурфинии и калибрахоа от способа стерилизации, концентрации стерилизующего соединения, времени экспозиции.

Высокий выход (70–90 %) жизнеспособных почек отмечен у интродуцированных сортов сурфинии и калибрахоа при использовании способа стерилизации 1, включающего обработку почек мыльным раствором, 3 %-м раствором фунгицида («Топаз») в течение 15 минут, 5 %-м раствором гипохлорида натрия «Белизна» при экспозиции 15 минут.

Практически аналогичный выход (70–90 %) жизнеспособных эксплантов интродуцированных сортов сурфинии наблюдали при стерилизации 5 %-м раствором «Белизна» с экспозицией 30 минут, используя способ 3. Несколько ниже (60–65 %) этот показатель был отмечен у интродуцированных сортов калибрахоа *Calibrachoa x hybrida hort* «Kabloom white», *Calibrachoa x hybrida hort* «Kabloom deep blue» при этом же способе стерилизации.

Низкий выход (20–40 %) жизнеспособных эксплантов характерен для всех исследованных интродуцированных сортов сурфинии и калибрахоа без исключения с применением способа стерилизации 4, состоящего из обработки почек мыльным раствором, обработки эксплантов 70 %-м этиловым спиртом (экспозиция 10 секунд), стерилизации эксплантов 1 %-м раствором азотнокислого серебра при экспозиции 10 минут.

При использовании способа стерилизации 2 исследованные сорта калибрахоа и сурфинии заняли промежуточное положение по показателю выхода жизнеспособных эксплантов, который составил 50–60 % соответственно.

Таблица – Жизнеспособность эксплантов, интродуцированных сортов сурфинии и калибрахоа в зависимости от способа их стерилизации

Сорт	Эксплант	Способ стерилизации											
		1-й			2-й			3-й			4-й		
		Ж	О	И	Ж	О	И	Ж	О	И	Ж	О	И
1. Surfinia x hybrida hort «Purple»	Почки	18/90	0/0	2/10	11/55	7/35	2/10	14/70	4/20	2/10	6/30	14/70	0/0
2. Surfinia x hybrida hort «Black prince»	Почки	17/85	3/15	0/0	12/60	8/40	0/0	18/90	0/0	2/10	4/20	16/80	0/0
3. Surfinia x hybrida hort «Blue Vein»	Почки	14/70	4/20	2/10	11/55	5/25	4/20	14/70	3/15	3/15	6/30	12/60	2/10
4. Surfinia x hybrida hort «Double Red»	Почки	17/85	2/10	1/5	10/50	6/30	4/20	16/80	2/10	2/10	4/20	15/75	1/5
5. Surfinia x hybrida hort «Star Yellow»	Почки	16/80	2/10	2/10	12/60	6/30	2/10	14/70	4/20	2/10	6/30	13/65	1/5
6. Surfinia x hybrida hort «Blue»	Почки	16/80	2/10	2/10	12/60	6/30	2/10	15/75	2/10	3/15	8/40	12/60	0/0
7. Calibrachoa x hybrida hort «Kabloom deep blue»	Почки	16/80	3/15	1/5	10/50	6/30	4/20	13/65	4/20	3/15	4/20	12/60	3/15
8. Calibrachoa x hybrida hort «Kabloom white»	Почки	15/75	2/10	3/15	10/50	7/35	3/15	12/60	3/15	5/25	5/25	12/60	3/15

Примечание – Ж – жизнеспособные экспланты, О – окисленные, И – инфицированные. В числителе количество эксплантов, шт., в знаменателе – %. Расчет производили исходя из 20 эксплантов для каждого сорта.

На основании анализа результатов экспериментальных исследований, полученных по изучению выхода жизнеспособных эксплантов у интродуцированных сортов сурфинии и калибрахоа в зависимости от способов стерилизации, можно констатировать, что выход зависит как от способа стерилизации, включающего тип стерилизующего соединения, его концентрацию, так и от сортовой принадлежности растения. Высокий выход (75–90 % жизнеспособных эксплантов интродуцированных сортов сурфинии и калибрахоа) получен при использовании способа 1, включающего обработку эксплантов 3 %-м раствором фунгицида «Топаз» и 5 %-м раствором гипохлорида натрия «Белизна» при экспозиции 15 минут для обоих соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шумихин, С. А. Оптимизация отдельных этапов микроклонального размножения георгины культурной: стерилизация эксплантов / С. А. Шумихин // Вестник Пермского университета. – 2004. – № 2. – С. 61–63.
2. Рокитянская, Л. С. Поиск эффективных методов стерилизации зрелых зародышей ячменя / Л. С. Рокитянская // Биология – наука XXI века : материалы 9-й Междунар. Пущинской школы-конф. молодых ученых. – Пущино, 2005. – С. 190.
3. Badoni, A. In vitro sterilization protocol for micropropagation of Solanum tuberosum cv. 'Kufri Himalini' / A. Badoni, J. S. Chauhan // Academia Arena. – 2010. – Vol. 2, № 4. – P. 24–27.
4. In vitro sterilization procedures for micropropagation of 'Oblačinska' sour cherry / I. Mihaljević, V. T. Dugalic, M. Viljevac [et al.] // Journal of Agricultural Sciences. – 2013. – Vol. 58, № 2. – P. 117–126.
5. Жумагулова, Ж. Б. Способы стерилизации эксплантов груши при введении в асептическую культуру / Ж. Б. Жумагулова, С. Н. Фролов // Исследования, результаты. – Алматы, 2014. – С. 114–118.
6. Wegayehu, F. Optimization of explants surface sterilization condition for field grown peach (Prunus persica L. Batsch. cv. 'Garnem') intended for in vitro culture / F. Wegayehu, M. Firew, A. Belayneh // African Journal of Biotechnology. – 2015. – Vol. 14, № 8. – P. 657–660.
7. A commercial Micropropagation protocol for virupakshi (AAB) banana via apical meristem / P. Karule, V. Dalvi, A. Kadu [et al.] // African Journal of Biotechnology. – 2016. – Vol. 15, № 11. – P. 401–407.
8. Способ стерилизации эксплантов земляники (Fragaria L.) на этапе введения в культуру in vitro / К. И. Жатько, Н. В. Водчиц, Е. М. Волкова, А. А. Волотович // Биотехнология: достижения и перспективы развития : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 7–8 дек. 2017 г. – Пинск : ПолесГУ, 2017. – С. 8–10.

9. Исследование эффективности различных способов стерилизации эксплантов картофеля при микроклональном размножении / М. Б. Лебедь, Ю. В. Берестнева, И. В. Волков [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 9. – С. 26–30.

10. Влияние способа стерилизации и срока введения в культуру *in vitro* на жизнеспособность эксплантов клонового подвоя яблони 54-118 / А. В. Никитина, Т. Г. Леконцева, А. В. Федоров, А. М. Ленточкин // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2020. – № 4. – С. 411–416.

11. Бондарева, Н. И. Разработка методики дезинфекции эксплантов как технологического этапа микроклонального размножения фиалки обыкновенной / Н. И. Бондарева, Д. Г. Маглакелидзе // BIOAsia-Altai. – 2024. – Т. 4, № 4. – С. 15–17.

[К содержанию](#)

УДК 635.92.05

Т. И. ЛЕНКОВЕЦ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ «БИОПОН» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РОДОДЕНДРОНОВ (*RHODODENDRON* L.)

Рододендроны (*Rhododendron* L.) являются одной из самых интересных групп растений, которая завоевывает в последнее время все большую популярность в зеленом строительстве и пользуется огромным спросом у населения. Поскольку рододендроны относятся к медленно растущим растениям с поверхностной корневой системой, следовательно, при их посадке и выращивании агротехнические приемы (подготовка субстрата, орошение, подкормка и др.) должны быть направлены на создание благоприятных условий в зоне ризогенеза, в связи с чем определение правильной стратегии минеральных подкормок в конкретных экологических условиях во многом обеспечивает хорошие параметры развития выращиваемых растений.

Анализ литературных источников показал, что в условиях культуры растения рододендронов отзывчивы на подкормки минеральными удобрениями, основные из которых – азотные, фосфорные и калийные [1–5]. При дефиците питательных элементов происходит осветление листьев с потерей блеска, изменение окраски побегов на желтовато-зеленую и резкое снижение темпов роста, ингибирование процесса закладки цветочных бутонов и усиленное опадение старых листьев в августе и в начале сентября [6].

Целью настоящих исследований являлась оценка биологической эффективности применения минерального удобрения «Биопон» при выращивании рододендронов.

Исследования проводились в лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси в г. Минске. Объектом исследований являлись трехлетние саженцы рододендронов с закрытой корневой системой двух сортов: рододендрон вечнозеленый сорта *Karoline Allbrook* и рододендрон листопадный сорта *Windsor Sunbeam*.

Растения получены путем микрклонального размножения, были высажены в мае 2021 г. в 2-литровые контейнеры. В качестве субстрата использовали верховой торф (pH_{H_2O} – 4,0–4,5) с содержанием подвижного фосфора (P_2O_5) – 246 мг/кг почвы, обменного калия (K_2O) – 224 мг/кг почвы. В одинаковых условиях освещенности (затенение 40 %) размещали в четырехкратной повторности по пять растений каждого сорта.

Подкормку растений проводили минеральным удобрением «Биопон для рододендронов и азалий». Состав: N – 3–8 %; P_2O_5 – 5–10 %; K_2O – 8–15 %; SO_3 – 10–22 %; Cu – 0,01–0,1 %; Zn – 0,01–0,1 %. В качестве эталона использовали удобрение «Флоровит для рододендронов, вересковых растений и гортензии». Состав: $N_{общ}$ – 12 %; P_2O_5 – 8 %; K_2O – 15 %; MgO – 4 %; SO_3 – 34 %; B – 0,1 %; Cu – 0,1 %; Fe – 0,14 %; Mn – 0,75 %; Mo – 0,005 %; Zn – 0,1 %. Подкормку проводили путем разбрасывания (россыпью) в фазу активного роста растений в два приема, норма расхода 50 г/м².

Гидротермические условия вегетационного периода несущественно отличались от средних многолетних данных и в целом были благоприятны для роста и развития растений. На протяжении сезона осадки выпадали неравномерно. В бездождевые периоды проводили полив исследуемых растений.

В качестве оценочного критерия эффективности корневой подкормки минеральным удобрением использовали морфометрические параметры растений – прирост надземной части растений, а именно длины каждого побега и их числа. Замеры параметров растений проводили перед закладкой опыта и после его завершения – в конце вегетационного сезона. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на уровне значимости 95 %.

Сравнительный анализ морфометрических параметров растений в конце вегетационного сезона показал, что применение минерального удобрения «Биопон для рододендронов и азалий» в виде корневой подкормки стимулировало рост и развитие вегетативной сферы саженцев (таблица 1).

Таблица 1 – Морфометрические параметры растений рододендронов в зависимости от подкормок минеральными удобрениями

Сорт	Вариант опыта	Морфометрические параметры растений					
		перед закладкой опыта			после проведения опыта		
		число побегов, шт.	суммарная длина побегов, см	средняя длина побега, см	число побегов, шт.	суммарная длина побегов, см	средняя длина побега, см
Karoline Allbrook	Контроль	$3,2 \pm 0,6$	$26,8 \pm 4,6$	$8,9 \pm 1,7$	$3,5 \pm 0,5$	$49,4 \pm 2,3$	$14,5 \pm 1,8$
	Флоровит	$3,7 \pm 0,6$	$31,2 \pm 3,8$	$8,8 \pm 1,0$	$4,5 \pm 0,8^*$	$63,5 \pm 5,2^*$	$14,7 \pm 1,9$
	Биопон	$3,5 \pm 1,0$	$29,3 \pm 5,0$	$10,2 \pm 3,4$	$4,0 \pm 0,5$	$58,5 \pm 3,9^*$	$15,0 \pm 1,8$
	НСП	0,93	5,52	2,78	0,74	4,91	2,32
Windsor Sunbeam	Контроль	$4,0 \pm 0,8$	$52,0 \pm 6,7$	$14,7 \pm 4,4$	$4,3 \pm 0,5$	$73,4 \pm 4,8$	$17,6 \pm 2,4$
	Флоровит	$3,3 \pm 0,7$	$46,3 \pm 7,7$	$14,7 \pm 1,8$	$5,0 \pm 0,6^*$	$89,9 \pm 8,8^*$	$18,2 \pm 1,7$
	Биопон	$3,8 \pm 0,6$	$49,6 \pm 4,0$	$13,7 \pm 2,6$	$4,5 \pm 0,5$	$82,3 \pm 6,8^*$	$18,6 \pm 1,3$
	НСП	0,89	7,75	3,89	0,67	8,58	2,37

Примечание – * – статистически значимые различия с контролем.

Так, у сорта Karoline Allbrook суммарная длина побегов растений увеличилась за вегетационный период по сравнению с контрольным вариантом опыта в 1,2 раза, а у сорта Windsor Sunbeam – в 1,1 раза. Число побегов при подкормке удобрением «Биопон» в среднем составило у сорта Karoline Allbrook 4,0 шт., а у сорта Windsor Sunbeam – 4,5 шт., что в 1,1 раза выше контроля.

Как видно из таблицы 2, стимулирующее действие удобрения «Флоровит для рододендронов, вересковых растений и гортензии» на ростовые процессы растений сортов Karoline Allbrook и Windsor Sunbeam превышало эффект от применения удобрения «Биопон», при этом содержание азота и микроэлементов в эталонном удобрении больше, чем в тестируемом.

Таблица 2 – Прирост надземной части растений рододендронов в зависимости от подкормок минеральными удобрениями

Сорт	Вариант опыта	Прирост			
		число побегов, шт.		суммарная длина побегов, см	
		среднее	отклонение от контроля	среднее	отклонение от контроля
Karoline Allbrook	Контроль	$0,4 \pm 0,5$		$22,6 \pm 4,6$	
	Флоровит	$0,8 \pm 0,6$	+0,4	$32,3 \pm 6,7$	+9,7
	Биопон	$0,6 \pm 0,5$	+0,2	$29,2 \pm 5,5$	+6,6
Windsor Sunbeam	Контроль	$0,3 \pm 0,3$		$21,4 \pm 5,8$	
	Флоровит	$1,7 \pm 0,6$	+1,4	$43,7 \pm 12,9$	+22,3
	Биопон	$0,8 \pm 0,6$	+0,5	$32,7 \pm 8,5$	+11,3

Таким образом, применение минерального удобрения «Биопон для рододендронов и азалий» способствовало увеличению линейного прироста побегов растений рододендронов и в целом способствовало повышению их декоративного вида. На основании полученных экспериментальных данных удобрение «Биопон для рододендронов и азалий» включено в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь для розничной продажи населению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ботяновский, И. Е. Культура рододендронов в Беларуси / И. Е. Ботяновский. – Минск : Наука и техника, 1981. – 96 с.
2. Петухова, И. П. Рододендроны на юге Приморья: интродукция, культура / И. П. Петухова. – Владивосток : БСИ ДВО РАН, 2006. – 131 с.
3. Вегера, Л. В. Біоекологічні особливості та культура рододендронів в умовах Правобережного Лісостепу України / Л. В. Вегера ; за ред. М. А. Кохна. – Умань : АЛМІ, 2006. – 196 с.
4. Кандратович, Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР: биологические особенности культуры / Р. Я. Кондратович. – Рига : Зинатне, 1981. – 332 с.
5. Grzeszczak-Nowak, H. Rozaneczniki i azalie / H. Grzeszczak-Nowak, P. Muras. – Kraków : Officina Botanica, 2014. – 371 s.
6. Володько, И. К. Эколого-биологические основы интродукции рододендронов (*Rhododendron* L.) в условиях Беларуси / И. К. Володько, Ж. А. Рупасова, В. В. Титок ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2015. – 269 с.

[К содержанию](#)

УДК 631.8:582.998.2

С. В. ЦЕХАНОВИЧ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ PETERS PROFESSIONAL PLANT FINISHER НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ХРИЗАНТЕМЫ КОРЕЙСКОЙ

Введение. При культивировании сортов цветочных культур предполагается внесение в почву минеральных удобрений (веществ неорганического происхождения) в течение вегетационного периода

для поддержания декоративных особенностей растений, повышения устойчивости их к грибным заболеваниям и дальнейшей адаптации к климатическим условиям в осенне-зимний период.

Выбор минерального питания для хризантемы корейской определяется содержанием доступных форм основных элементов, таких как азот, калий и фосфор. Азот необходим на всех этапах развития, особенно в начале вегетативного роста хризантемы, обеспечивая хорошо развитый габитус куста, окраску и размер листовой пластинки, диаметр соцветий и их количество. Для формирования цветоносных побегов хризантемы нуждаются в фосфоре и калии, действие которых сказывается на обилии цветения, его продолжительности, повышает устойчивость к грибным болезням. Также для нормального развития растениям необходимы и другие микроэлементы: магний, натрий, сера, железо, марганец, бор, цинк, медь и др.

Целью настоящих исследований являлась оценка биологической и хозяйственной эффективности применения удобрения Peters Professional Plant Finisher («Петерс профессионал плант финишер») на хризантеме корейской (*Chrysanthemum coreanum* (H.Lév.&Vaniot) Nakai ex T.Mori).

Методы исследования. Полевые испытания проводились в весенне-летний период на базе лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Объектом исследований являлись два сорта хризантемы корейской группы «мультифлора» – Розовая Фея и Brandindio. Закладку опытов и оценку биометрических параметров проводили по общепринятым методикам. На опытный участок растения были высажены в первой декаде июля в трех повторностях по 10 растений в каждой. При этом сорт Розовая Фея высадили по восемь растений на 1 м² в грунт, сорт Brandindio – по одному растению в контейнеры диаметром 20 см. Подкормки растений проводили удобрением Peters Professional Plant Finisher («Петерс профессионал плант финишер») (состав: N – 9 %; P₂O₅ – 9 %; K₂O – 36 %; MgO – 3 %; SO₃ – 6,3 %; B – 0,02 %; Cu – 0,015 %; Fe – 0,25 %; Mn – 0,06 %; Mo – 0,010 %; Zn – 0,015 %), путем еженедельного внекорневого опрыскивания куста из расчета 2 г/л.

В качестве эталона использовали удобрение универсальное «Фертика Кристалон, КРП (Цветочный)» (состав: N – 19 %; P₂O₅ – 6 %; K₂O – 20 %; MgO – 3 %; SO₃ – 7,5 %; B – 0,025 %; Cu – 0,01 %; Fe – 0,07 %; Mn – 0,04 %; Zn – 0,025 %; Mo – 0,004 %).

Биометрические параметры отмечали в начале опыта, в стадии бутонизации и цветения. Статистическая обработка была выполнена с применением пакета анализа данных программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. В период исследований был отмечен высокий температурный режим. Средняя температура воздуха во второй половине июня превышала климатическую норму. В июле средняя температура воздуха превысила климатическую норму на 4,4 и 6,0 °С соответственно. В первой и второй декадах отмечался период с аномально жаркой погодой, на протяжении которого температура воздуха днем находилась преимущественно в пределах +30–34 °С, а в отдельные сутки местами превышала 35-градусную отметку, достигнув критерия опасного явления. В августе в первой половине месяца средняя температура воздуха составила +23 °С.

Эффективность влияния минерального удобрения на рост и развитие растений определяли на основании следующих биометрических параметров: высота и диаметр куста в начале посадки и во время цветения, число цветоносных побегов в начале и конце опыта, общее количество соцветий на одном растении, число и размер листьев. Также были отмечены такие основные фенологические фазы, как бутонизация и цветение (начало, массовое). Данные по влиянию удобрения Peters Professional Plant Finisher на развитие вегетативной и генеративной сферы у хризантемы корейской сорта Розовая Фея и сорта Brandindio представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Влияние минерального удобрения Peters Professional Plant Finisher на биометрические параметры опытных растений – хризантемы корейской сорта Розовая Фея

Биометрические параметры растений и основные фенологические показатели	Варианты опыта		
	Контроль	Эталон	Опыт
	вода H ₂ O	удобрение комплексное минеральное с микроэлементами «Фертика Кристалон, КРП (Цветочный)»	удобрение «Петерс профессионал плант финишер»
Высота растений, см			
начало опыта – 26.05.	7,15 ± 0,65	7,15 ± 0,65	7,15 ± 0,65
конец опыта – 01.10.	18 ± 0,63	29,5 ± 0,79	30,4 ± 1,15
прирост растений по высоте, см / % к контролю	10,85/100	22,35/206	23,25/215
НСР₀₅	–	2,75*	2,12*
Диаметр куста, см			
начало опыта – 26.05.	6,6 ± 0,50	6,6 ± 0,50	6,6 ± 0,50
конец опыта – 01.10.	18,7 ± 0,75	35,4 ± 0,80	35,6 ± 2
прирост растений по ширине, см / % к контролю	12,1/100	28,8/23,8	29/24,0
НСР₀₅	–	4,48*	2,30*

Продолжение таблицы 1

Число цветonoсных побегов, шт.			
начало опыта – 26.05.	1,45 ± 0,55	1,45 ± 0,55	1,45 ± 0,55
конец опыта – 01.10.	3,1 ± 0,35	5,7 ± 1	6 ± 0,27
прирост числа побегов, шт. / % к контролю	1,65/100	4,25/25,8	4,55/27,6
НСР₀₅	–	0,93*	2,22*
Число листьев, шт.			
начало опыта – 26.05.	7,6 ± 0,22	7,6 ± 0,22	7,6 ± 0,22
конец опыта – 01.10.	107 ± 8,37	170 ± 8,46	170 ± 8,82
прирост числа листьев, шт. / % к контролю	99,4/100	162,4/16,3	162,4/16,3
НСР₀₅	–	25,53*	24,99*
Размер листовой пластинки, см			
длина:			
начало опыта – 26.05.	3 ± 0,45	3 ± 0,45	3 ± 0,45
конец опыта – 01.10.	4,4 ± 0,12	5 ± 0,20	5 ± 0,18
прирост листовой пластинки по длине, см / % к контролю	1,4/100	2/14,3	2/14,3
НСР₀₅	–	0,45*	0,49*
ширина:			
начало опыта – 26.05.	2,25 ± 0,11	2,25 ± 0,11	2,25 ± 0,11
конец опыта – 01.10.	2,45 ± 0,16	2,8 ± 0,13	2,8 ± 0,17
прирост листовой пластинки по ширине, см / % к контролю	0,20/100	0,55/27,5	0,55/27,5
НСР₀₅	–	0,49	0,43
Бутонизация (число, месяц):			
начало	01.08	01.08	01.08
массовая	29.08	25.08	25.08
Цветение (число, месяц):			
начало	30.08	26.08	26.08
массовое	10.09	05.09	05.09
Количество соцветий, шт.			
58 ± 3,18	127 ± 8,38	128 ± 7,11	
% к контролю	100	21,9	22,1
НСР₀₅	–	16,37*	18,82*
Устойчивость к заболеваниям (по 9-балльной шкале)			
7	9	9	

Примечание – знаком * обозначены параметры, по которым различия с контролем существенны при $t_{0,05}$ по величине НСР.

Таблица 2 – Влияние минерального удобрения Peters Professional Plant Finisher на биометрические параметры опытных растений – хризантемы корейской сорта Brandindio

Биометрические параметры растений и основные фенологические показатели	Варианты опыта		
	Контроль	Эталон	Опыт
	вода H ₂ O	удобрение комплексное минеральное с микроэлементами «Фертিকা Кристалон, КРП (Цветочный)»	удобрение «Петерс профессионал плант финишер»
Высота растений, см			
начало опыта – 26.05.	8,6 ± 0,4	8,6 ± 0,4	8,6 ± 0,4
конец опыта – 01.10.	13,3 ± 0,42	22 ± 1,04	21,7 ± 0,45
прирост растений по высоте, см /% к контролю	4,7/100	13,4/28,5	13,1/27,9
НСР₀₅	–	1,29*	2,35*
Диаметр куста, см			
начало опыта – 26.05.	9 ± 0,82	9 ± 0,82	9 ± 0,82
конец опыта – 01.10.	18 ± 0,70	27,5 ± 0,75	28,5 ± 0,79
прирост растений по ширине, см / % к контролю	9/100	18,5/20,6	19,5/21,7
НСР₀₅	–	2,21*	2,15*
Число цветonoсных побегов, шт.			
начало опыта – 26.05.	2,15 ± 0,20	2,15 ± 0,20	2,15 ± 0,20
конец опыта – 01.10.	7,1 ± 0,22	12 ± 0,76	12,5 ± 0,70
прирост числа побегов, шт./ % к контролю	4,95/100	9,85/19,9	10,35/20,9
НСР₀₅	–	1,54*	1,66*
Число листьев, шт.			
начало опыта – 26.05.	7,69 ± 0,30	7,69 ± 0,30	7,69 ± 0,30
конец опыта – 01.10.	106,5 ± 3,08	270 ± 10,45	274 ± 11,17
прирост числа листьев, шт./ % к контролю	98,81/100	262,31/26,5	266,31/27,0
НСР₀₅	–	24,33*	22,88*
Размер листовой пластинки, см			
длина:			
начало опыта – 26.05.	2,17 ± 0,45	2,17 ± 0,45	2,17 ± 0,45
конец опыта – 01.10.	3,25 ± 0,10	4,60 ± 0,15	4,63 ± 0,10
прирост листовой пластинки по длине, см / % к контролю	1,08/100	2,43/22,5	2,46/22,8
НСР₀₅	–	0,30*	0,38*
ширина:			
начало опыта – 26.05.	2,5 ± 0,15	2,5 ± 0,15	2,5 ± 0,15
конец опыта – 01.10.	2,50 ± 0,11	3,5 ± 0,05	3,3 ± 0,11
прирост листовой пластинки по ширине, см / % к контролю	0,45/100	1/22,2	0,8/17,8
НСР₀₅	–	0,33*	0,25*

Продолжение таблицы 2

Бутонизация (число, месяц):			
начало	10.08	01.08	01.08
массовая	30.08	25.08	25.08
Цветение (число, месяц):			
начало	25.08	30.08	28.08
массовое	05.09	05.09	05.09
Количество соцветий, шт.	75 ± 3,05	185 ± 10,15	187 ± 7,75
% к контролю	100	24,7	25,0
НСР₀₅	—	17,49*	22,26*
Устойчивость к заболеваниям (по 9-балльной шкале)	7	9	9

Примечание – знаком * обозначены параметры, по которым различия с контролем существенны при $t_{0,05}$ по величине НСР.

Из приведенных в таблицах 1, 2 данных видно, что использование минерального удобрения Peters Professional Plant Finisher оказало положительное влияние на рост и развитие растений. Отмечены значимые относительно контроля различия по высоте и диаметру куста, а также числу побегов, а приросты этих показателей в процентном выражении составили: у сорта Розовая Фея 21,5, 24,0 и 27,6 % соответственно, у сорта Brandindio 27,9, 21,7 и 20,9 % соответственно. Число листьев по сравнению с контрольными составило у сорта Розовая Фея 16,3 % и у сорта Brandindio 27,0 %. У опытных растений куст имел компактную форму, высокую облиственность, признаков заболевания (фузариоз) не наблюдалось. Листья характеризовались более насыщенным темно-зеленым цветом, а размер листовой пластинки был больше, чем у контрольных.

Применение удобрения Peters Professional Plant Finisher оказало положительное влияние и на развитие генеративных органов: у опытных растений в отличие от контрольных количество заложённых бутонов было больше и в процентном выражении составило у сорта Розовая Фея 22,1 % и у сорта Brandindio 25,0 %. Наблюдалась более насыщенная и устойчивая окраска соцветий.

Выводы. Таким образом, применение удобрения Peters Professional Plant Finisher («Петерс профессионал плант финишер») оказывает достоверный положительный эффект на рост и развитие растений, способствует образованию компактного куста с большим количеством листьев, увеличивает количество соцветий и продолжительность цветения растений, а также повышает устойчивость к грибным заболеваниям.

[К содержанию](#)

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

УДК 502.17(47+57)

В. Н. БОСАК, А. В. ШПИГУН

Брест, БрГТУ

БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА: ЕЕ ПРИРОДНЫЕ И РУКОТВОРНЫЕ ПАМЯТНИКИ

Беловежская пуца, расположенная ныне на территории двух государств – Республики Беларусь и Республики Польша, – уникальный, неповторимый уголок природы в центре Европы. При упоминании об исторических событиях, которые в той или иной степени коснулись Беловежской пуцы в последнем столетии, обращают на себя внимание природные и рукотворные памятники, которыми так богат этот обросший легендами лес. Главными достопримечательностями являются, естественно, природные памятники пуцы. Именно они принесли ей известность, впечатляя тех, кто посещает этот лесной край.

В ряду наиболее древних природных памятников Беловежской пуцы выделяются камни-валуны, попавшие в пуцу из Скандинавии во времена великих оледенений. Среди них наиболее известным в Беловежской пуце является плоский валун размером $2 \times 1,5$ м, расположенный в Королево-Мостовском лесничестве. Над поверхностью земли возвышается лишь небольшая его часть, до 50 см, в то время как его основание уходит в почву на глубину около 2 м [1].

Валуны, на поверхности которых в результате природных процессов, выветривания и эрозии, образуются различного рода углубления, нередко напоминающие след животного или человека, называют следовиками. Зачастую эти «следы» порождают в народе немало поэтических легенд и преданий. Не является исключением и упомянутый валун. Небольшие углубления на его поверхности можно представить следами человека, причем одно напоминает отпечаток босой, а другое – обутой ноги. Легенда гласит, что, когда Божья Матерь шла через пуцу, ей в башмачок попала соринка. Она стала на валун, чтобы вытряхнуть ее. Поэтому и появились два разных следа на камне.

Из других природных феноменов пуцы обращают на себя внимание изредка встречающиеся на ее территории глубокие воронковидные впадины диаметром около 20 м. Наиболее известными являются правильной формы воронки в Ясенском, Бровском и Королево-Мостовском лесничествах.

С ними связаны легенды, что некогда на этих местах стояли церкви (костелы), которые вдруг провалились под землю. Вряд ли это было на самом деле, так как карстовых явлений, которые приводят к образованию подземных пустот и в дальнейшем на их месте провалов, в районе пуши не обнаруживается. Возможно, что в старину подобные аномалии в ландшафте использовались для проведения различных обрядов, собиравших немало народа. Возможно, что такая форма рельефа могла образоваться во время таяния ледника. Некоторые также высказывают предположение, что воронки могут быть и метеоритными кратерами, образовавшимися на месте падения крупных небесных тел. Но достоверных подтверждений эта версия также пока не получила, как и ряд совсем уж фантастических версий и гипотез по этому поводу.

Среди природных памятников Беловежской пуши, конечно же, следует отметить ее многовековые деревья-гиганты. В таком лесу чувствуешь себя попавшим в доисторическое время, в другую эпоху, ощущается скоротечность человеческой жизни. Но даже в этих вековых лесах поражают своими размерами деревья-великаны. В Беловежской пуще в настоящее время взято на учет более 850 деревьев в возрасте 200–600 лет. Самым долговечным деревом в средней полосе является дуб. Старейшине пушанских лесов, доступному для посещения туристов, сейчас уже более 600 лет, диаметр его ствола 220 см, высота – 32 м. Кроме него, в Беловежской пуще известны еще два дуба такого же возраста и десять старше 500 лет. Самая старая пушанская сосна дожила до 450 лет, липа возрастом около 400 лет, ясень – 330, ель – около 300 лет. Наиболее высокие деревья – ели, пихты, сосны – выносят кроны на высоту более 40 м [2; 3].

Не меньший интерес представляют и сохранившиеся в некоторых местах пуши так называемые бортные деревья, несущие на себе следы прежних промыслов, связанных с добычей меда диких лесных пчел. В таком дереве (обычно в сосне) на высоте 8–15 м выдалбливалось продолговатое дупло, в которое привлекалась пчелиная семья путем закладки приманки из меда. Расположение дупла на значительной высоте было необходимо, чтобы пчелы охотнее заселяли его, а также как мера спасения пчел от медведей, некогда водившихся в беловежских лесах.

Беловежская пуца по праву считается «узлом» концентрации биоразнообразия. Ее растительный мир задает загадки не одному поколению ботаников. Здесь встречается около 1000 видов высших сосудистых растений, причем некоторые из них найдены в республике только в пуще. К числу таких раритетов относится пихта белая, местообитание которой оторвано от основного ареала не на одну сотню километров. Достоверно неизвестно, аборигенный ли это вид, существующий во флоре с давних времен, или он занесен человеком

Несмотря на то что пуца не обделена вниманием ботаников самого высокого ранга, только недавно в местах, находящихся буквально у всех на виду, обнаружен папоротник страусопер. А ведь это отнюдь не низкорослое растение – около 1 м высотой. Вряд ли его можно было нечаянно пропустить, не заметить. Каким образом и когда папоротник появился в пуце, из каких далей воздушные потоки принесли невесомую пылинку-спору – не знает никто.

Небезосновательно Беловежскую пуцу называют также нерукотворным памятником природы. Это одно из немногих мест на Земле, где буквально за считанные часы можно увидеть и древнейшего обитателя планеты зубра, и 600-летние дубы-великаны, и зримые следы былых оледенений. Но мало кто знает, что пуца сохранила под сенью вековых деревьев и некоторые рукотворные памятники, древнейшими из которых являются ритуальные захоронения ятвягов – языческого племени, обитавшего здесь в древности. Выполнены они в виде невысоких земляных курганов, расположенных, как правило, группами. Очень редко встречаются одиночные захоронения. Наиболее сохранившаяся группа курганов находится недалеко от р. Наревки в Никорском лесничестве. Археологи относят их к XIII в. Поэтому не удивительно, что на многих курганах уже появились довольно крупные деревья, причем отнюдь не первопоселенцы.

При раскопках в курганах обычно находили остатки угля и керамики, но крайне редко кости. Это позволило сделать предположение, что некоторые захоронения носили чисто символический характер, ибо кремация умерших осуществлялась совсем в другом месте. Обилие же мест захоронения говорит о том, что в средневековый период пуца была уже достаточно обжитой. Подтверждением тому являются и обнаруженные вдоль берегов рек Нарев, Белая и Немержанка стоянки древних людей, обитавших в этих местах еще в каменном веке (эпоха мезолита).

Можно отметить, что крупных строений в пуце никогда не было. Исключение составляет бывший царский охотничий дворец, построенный в 1894 г. в поселке Беловежа (ныне польская часть пуцы) и разрушенный во время Второй мировой войны. Из других сооружений того периода можно отметить проложенное через пуцу стратегическое шоссе Гайновка – Пружаны, открытое в августе 1903 г. лично императрицей Александрой Федоровной. По тому времени дорога считалась достаточно обустроенной. Дорожное полотно было вымощено булыжником, а во влажных местах построены мостики с чугунными перилами, отлитыми в польском городе Ченстохово. Они и по сей день сохранились как напоминание о былых временах.

С царских времен остались и две деревянные кормушки для зубров. Одна из них, построенная в 1907 г., находится в Ясенском лесничестве.

К ней, как и почти сто лет назад, все еще приходят на подкормку в голодное время лесные обитатели. На одном из ее столбов отчетливо видна дата ее сооружения, вырезанная ножом. При этом сделавший надпись мастер донес до наших дней существовавшие в ту пору правила правописания, когда вверх вела тонкая линия, а вниз – толстая [1].

Аналогичная кормушка, правда без надписей на столбах, имеется и в Королево-Мостовском лесничестве. И хотя она требует капитального ремонта, сооружение еще достаточно крепкое – построено было действительно на века.

Нельзя обойти вниманием и такое место среди рукотворных объектов пуши, как старинное имение генерала и сенатора Польши Тадеуша Тышкевича. Находится оно в Свислочском лесничестве на территории бывшей Свислочской лесной дачи, конфискованной и присоединенной к пуше в 1832 г. в знак наказания бывшего ее владельца за участие в восстании против царской России. До наших дней в хорошем состоянии сохранился деревянный особняк, небольшой парк и установленный в нем мраморный постамент с надгробия бывшего хозяина [4].

Надпись на надгробии генерала сделана на французском языке, что вполне объяснимо. Известно, что Тышкевич был похоронен в Париже, однако, так как поддержание могилы в надлежащем состоянии стоило немалых денег, родственники усопшего перевезли останки вместе с надгробием в его бывшее имение. Точное место, где был перезахоронен опальный генерал, неизвестно. В годы Второй мировой войны могила была разрушена, а упомянутый постамент оказался в лесу неподалеку от имения. В период реставрационных работ, проводившихся в 1988–1989 гг., бывший директор Беловежской пуши Сергей Балюк распорядился установить его на территории усадьбы рядом с особняком. Место оказалось весьма удачным, и теперь уже трудно представить, что останки генерала могут покоиться в другом месте.

Само здание не такое уж и старое, поскольку построено в 1936 г. после возвращения дачи родственникам Тышкевича. Но архитектурный стиль его свойственен именно тем временам, когда подобными дачами обзаводились многие сановные особы. Помещения здания выполнены в разных стилях, не повторяя, а лишь дополняя друг друга. Много интересного можно увидеть и внутри особняка. Так, например, помимо традиционного каминного зала, расположенного на первом этаже, имеется широкая парадная лестница, ведущая на второй этаж.

Самым известным сооружением на территории национального парка «Беловежская Пуша» является центральный павильон гостиничного комплекса «Вискули». Об этом здании, равно как и событиях, происходивших в нем, много и подробно было рассказано в средствах массовой информации.

Немногим позже строительства в Вискулях, началось сооружение и еще одного довольно известного в пуще здания – музея природы. Постройка его совпала с тем периодом в истории СССР, когда на смену монументальному архитектурному стилю пришла его противоположность – стиль модерн. Поэтому здание и все экспозиции внутри него оказались выполненными в виде углов и трапеций, чего практически не наблюдается в живой природе. Но уже сегодня с определенной долей уверенности можно сказать, что в модернистском стиле этого здания есть и положительные черты. Так, обилие света в помещениях построенного музея резко контрастирует с расхожим представлением о подобных учреждениях, а огромное чучело зубра, установленное прямо в фойе, делает эффект от увиденного еще более впечатляющим.

Находясь в залах музея, каждый как бы переносится в мир природы, полной сложностей и противоречий. Использование разнообразных композиционных и световых решений в оформлении экспонатов, а также богатый фоновый фотографический материал воссоздают обстановку, подобную природной, создавая представление о наиболее типичных уголках этого древнейшего леса [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карцов, Г. Беловежская пуща / Г. Карцов. – СПб., 1903. – 295 с.
2. Босак, В. Н. Структурно-фитоценоотические особенности дубовых лесов Беловежской пущи / В. Н. Босак // Материалы I (IX) Международной конференции молодых ботаников в Санкт-Петербурге (21–26 мая 2006 г.). – СПб. : Изд-во ГЭТУ, 2006. – С. 70.
3. Толкач, В. Н. Мониторинг типов леса сосновых лесов Национального парка «Беловежская Пуща» / В. Н. Толкач, В. Г. Кравчук // Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету : матэрыялы Міжнар. навук. канф., прысвеч. 80-годдзю Нац. акад. навук Беларусі, Мінск – Нарач, 22–26 верас. 2008 г. – Мінск : Права і эканоміка, 2008. – С. 219–221.
4. Природные и рукотворные памятники Беловежской пущи. – URL: <https://bp21.org.by/ru/art/a070418.html> (дата обращения: 18.04.2024).

[К содержанию](#)

УДК 581.93

М. М. ВАБИЩЕВИЧ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМЫ
INATURALIST.ORG ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФЛОРЫ
ГОРОДА ПИНСКА**

В условиях современного научного прогресса все более широкое применение цифровые технологии находят и в ботанических исследованиях, становясь ключевым фактором успешного завершения научных работ. Это особенно актуально при необходимости сбора и анализа значительных объемов полевых и экспериментальных данных, а также при применении сложных статистических методов и ресурсоемких вычислений. Важную роль в этом процессе играют интернет-платформы, предоставляющие информацию о распространении живых организмов [1; 7].

Одним из важных этапов при изучении флористического разнообразия является систематизация имеющихся разрозненных сведений о различных таксонах, включая оригинальные материалы авторов, с целью всесторонней характеристики [2]. Это предполагает создание своего рода энциклопедического справочника о видах растений. Поэтому важно сформировать единое обобщение результатов исследований, посвященных изучению прежде всего состава, а также структуры флоры в пределах конкретного региона.

С целью изучения современного состава и структуры флоры г. Пинска, а также выявления ее характерных особенностей, обусловленных антропогенным прессингом, на базе интернет-платформы inaturalist.org в ноябре 2024 г. был создан проект «Флора Пинска» (рисунок 1).

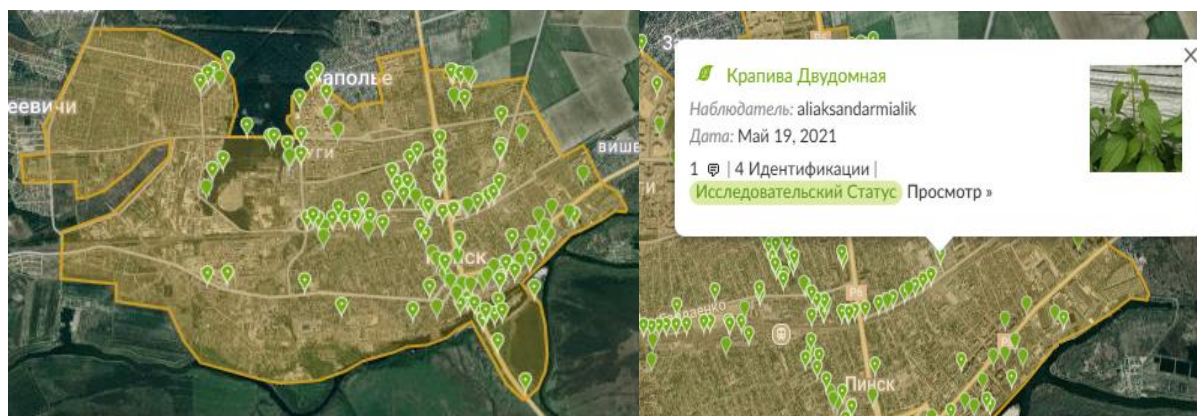


Рисунок 1 – Пример пространственного распределения данных на платформе inaturalist.org в проекте «Флора Пинска»

На момент создания проект «Флора Пинска» объединил 553 наблюдения 283 видов сосудистых растений, которые были зарегистрированы на платформе inaturalist.org (рисунок 2) и отвечали минимальным требованиям.

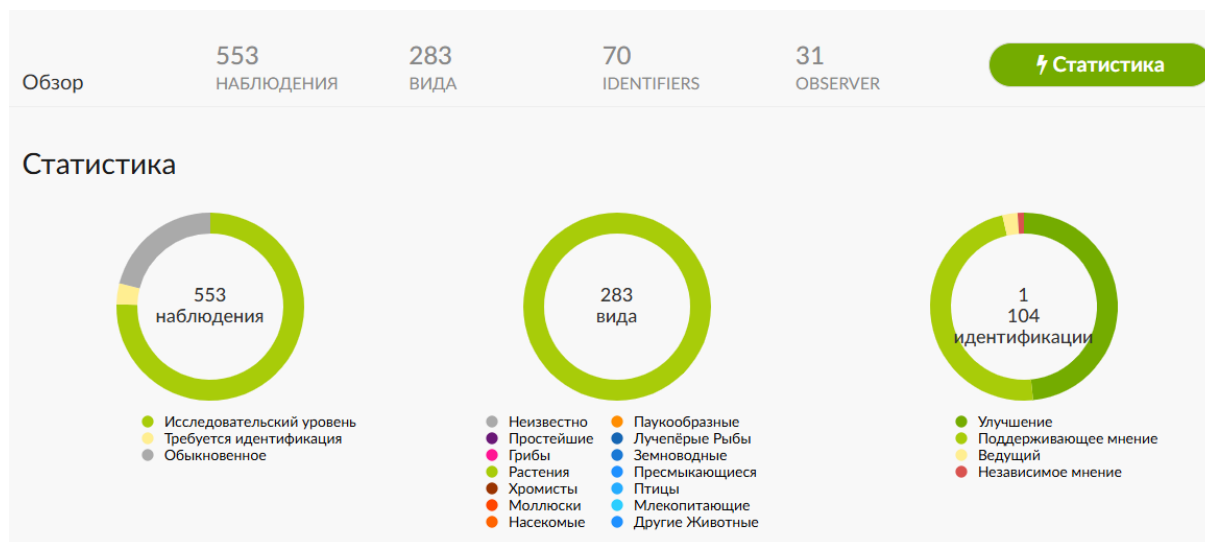


Рисунок 2 – Общая статистика проекта «Флора Пинска»

Минимальные требования к наблюдениям были следующими: 1) содержание даты наблюдения; 2) наличие географической привязки с указанием координат; 3) наличие фотографии, сделанной автором наблюдения; 4) объект должен быть зафиксирован в диком состоянии (виды, отмеченные в неволе, маркируются соответствующей отметкой). Все наблюдения, соответствующие данным требованиям, изначально попадают в категорию неопределенных. Для присвоения им «исследовательского уровня» наблюдение должно быть подтверждено как минимум двумя экспертами (одним из которых может быть автор), определившими объект до уровня вида (в отдельных случаях – рода). Только после этого наблюдение переходит в категорию верифицированных данных. Однако дальнейшие определения/переопределения могут вывести наблюдение из этой категории. В большинстве случаев наблюдения с низким качеством фотографий, а также таксоны, для определения которых необходимы микроморфологические или анатомические признаки, не достигают «исследовательского уровня» [7].

Анализируя полученные данные с портала inaturalist.org [6] и дополняя их сведениями из литературных источников [8–11], а также материалами гербарных коллекций Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH), Белорусского государственного университета (MSKU), Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича

НАН Беларуси (MSK), Ботанического института имени В. Л. Комарова РАН (LE) и Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (MW), провели предварительную оценку видового богатства флоры и определили ее таксономический состав. Для обеспечения полного учета флористического разнообразия г. Пинска в общий список включались также виды растений, культивируемые в условиях открытого грунта. Однако, согласно Б. А. Юрцеву, при проведении общего анализа флоры эти виды рассматривались отдельно (культурный компонент), поскольку смешение аборигенных, адвентивных и культивируемых видов может значительно исказить исторически и экологически обусловленные соотношения в местной флоре [3].

Полученные данные демонстрируют, что флора сосудистых растений г. Пинска насчитывает 412 видов, которые относятся к 267 родам, 81 семейству, 42 порядкам. В этот список включены все дикорастущие, дичающие и выращиваемые в открытом грунте растения. Аборигенная часть флоры составляет 132 вида из 94 родов и 46 семейств. В свою очередь, 280 видов имеют адвентивное происхождение. Из них только 176 видов (132 родов, 44 семейств) спонтанно произрастают в городских условиях, а оставшиеся 104 вида известны исключительно в культуре.

Рассмотрение головной части спектров ведущих по числу видов семейств аборигенной флоры (рисунок 3) показало, что характерной ее особенностью являются бореально-температные черты. Об этом свидетельствует высокая видовая насыщенность семейств *Poaceae* (26 видов), *Asteraceae* (8), *Fabaceae* (7), *Ranunculaceae* (7), *Caryophyllaceae* (6) и нек. др.

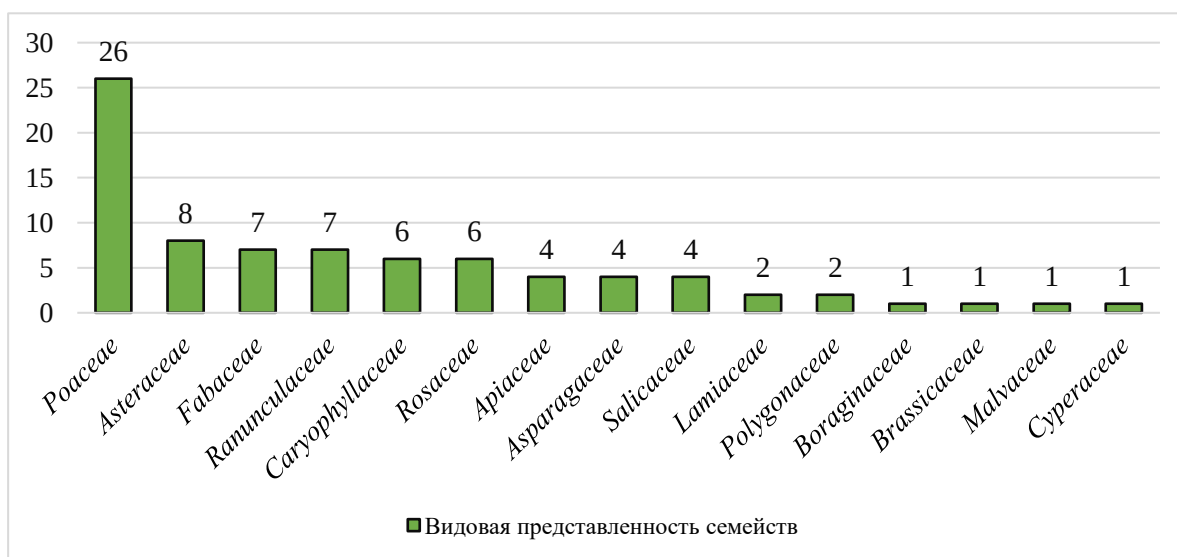


Рисунок 3 – Спектр ведущих по числу видов семейств аборигенной фракции урбанofлоры Пинска

Адвентивный компонент флоры (рисунок 4) характеризуется теми же ведущими семействами, разница заключается лишь в их видовом богатстве и, соответственно, положении в спектре. К особенностям данной фракции флоры относится также более высокая представленность теплолюбивых семейств *Brassicaceae* (13), *Amaranthaceae* (5), *Polygonaceae* (5) и *Boraginaceae* (5), большинство представителей которых являются сорными и рудеральными растениями чужеродного происхождения.

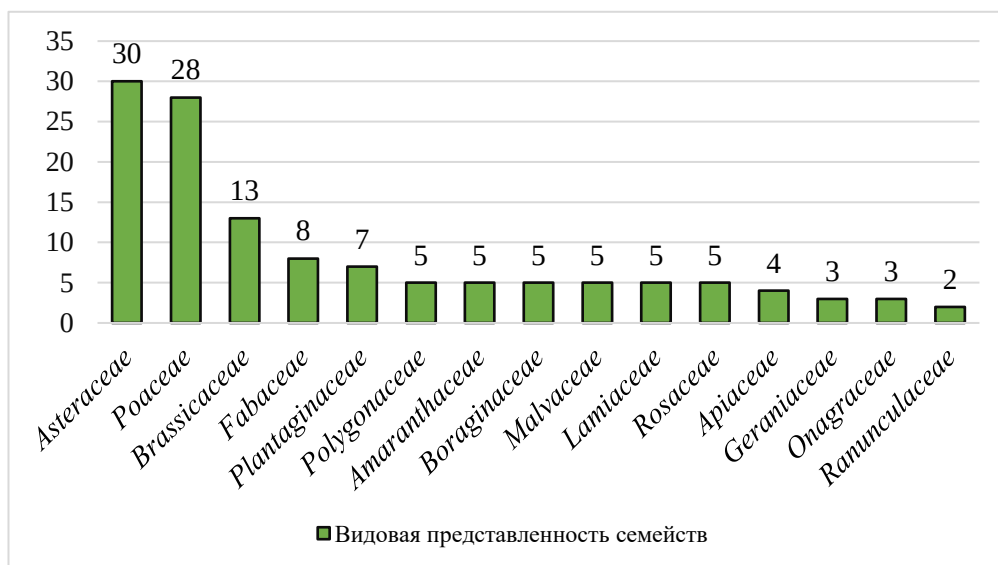


Рисунок 4 – Спектр ведущих по числу видов семейств адвентивной фракции урбанофлоры Пинска

Характерные черты таксономического спектра культурной флоры заключаются в том, что на ведущих позициях находятся такие семейства, как *Amaryllidaceae* (11), *Liliaceae* (9), *Iridaceae* (4), *Crassulaceae* (2) и нек. др., представители которых в Беларуси являются в основном культивируемыми растениями.

Подводя итоги и принимая во внимание, что в будущем планируется дополнение вышеизложенных данных собственными флористическими материалами, можно предварительно отметить, что современной структуре урбанофлоры Пинска присуще преобладание адвентивной фракции. Динамика всех рассматриваемых семейств в условиях урбанизации в целом согласуется с их экологическими предпочтениями: значение термоксерофильных семейств (*Fabaceae*, *Amaranthaceae*, *Apiaceae*) и семейств, тяготеющих к экстремальным условиям обитания (*Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*), в городской флоре возрастает. В то же время роль гигрофильных и термофобных семейств (*Caryophyllaceae*, *Onagraceae*) падает. Отдельные показатели, не согласующиеся с общей тенденцией,

можно объяснить или значительным процентом одичавших интродуцентов данных семейств (например, *Lamiaceae*), или малым числом видов «теряющихся» на фоне других крупных семейств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зверев, А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова : учеб. пособие / А. А. Зверев. – Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. – 304 с.
2. Биологическая флора России: прошлое, настоящее и перспективы / Н. Г. Уланова, В. Г. Онипченко, М. И. Хомутовский, Д. Д. Соколов // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2021. – Т. 126, вып. 6. – С. 23–37.
3. Мялик, А. Н. Видовое разнообразие и особенности таксономического состава флоры Припятского Полесья / А. Н. Мялик // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2022. – № 2. – С. 29–39.
4. Серегин, А. П. «Флора России» на inaturalist: вклад в документацию флоры степных регионов России / А. П. Серегин // Степи Северной Евразии : материалы IX Междунар. симп., Оренбург, 7–11 июня 2021 г. – Оренбург : Оренбург. гос. ун-т, 2021. – С. 740–746.
5. Ильминских, Н. Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды / Н. Г. Ильминских. – Екатеринбург : Изд-во УрО РАН, 2014. – 470 с.
6. Flora of Pinsk. – URL: <https://www.inaturalist.org/projects/flora-of-pinsk?tab=observations> (дата обращения: 26.01.2025).
7. «Флора России» на платформе iNaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны / А. П. Серегин, Д. А. Бочков, Ю. В. Шнер [и др.] // Журнал общей биологии. – 2020. – Т. 81, № 3. – С. 223–233.
8. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 1 / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 199 с.
9. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 2 / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 447 с.
10. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 3 / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2017. – 573 с.
11. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 4 / под общ. ред. В. И. Парфенова, Д. В. Дубовика. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 573 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.524.2

Д. К. ГАРБАРУК, А. В. УГЛЯНЕЦ, А. Н. ВОРОНЕЦКАЯ

Хойники, Полесский государственный радиационно-экологический заповедник

РАСПРОСТРАНЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ЗАПОВЕДНИКА В ГРАНИЦАХ НАРОВЛЯНСКОГО РАЙОНА

Введение. Проблема неконтролируемых биологических инвазий и внедрения чужеродных видов в природные экосистемы новых регионов чрезвычайно актуальна. В настоящее время она является второй по значимости экологической проблемой глобального уровня после разрушения местообитаний. Инвазивные виды, попадая на новую территорию, могут вести себя агрессивно по отношению к местной флоре и фауне, создавать угрозы здоровью или жизни людей, сохранению биологического разнообразия и даже причинять вред отдельным отраслям экономики [1].

Расширение экспансии инвазионных видов растений в природу наблюдается и в Беларуси. В стране этой проблеме уделяется серьезное внимание. Определен перечень чужеродных агрессивных видов растений. Создана нормативно-правовая база, позволяющая проводить мероприятия по регулированию их распространения и численности. Составлен реестр мест произрастания и занимаемой площади инвазионными растениями [2]. Уточняющие данные по их распространению приводятся в Черной книге флоры Беларуси [3]. Однако в указанных источниках практически не приводятся сведения по распространению данного компонента флоры на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее – Полесский заповедник), где протекают процессы естественного развития природы с минимальным антропогенным влиянием. Поэтому актуальным вопросом для заповедника является инвентаризация мест произрастания инвазионных видов растений, борьба с которыми является одним из разрешенных видов деятельности на его территории.

Цель исследований – выявить места произрастания наиболее опасных инвазионных видов растений на территории Полесского заповедника в границах Наровлянского района, оценить их распространение и степень негативного воздействия на аборигенные растительные сообщества.

Объекты и методика исследований. Объектами исследований являлись шесть особо опасных инвазионных видов растений: клен ясенелистный, робиния лжеакация, эхиноцистис лопастной, борщевик

Сосновского, золотарники канадский и гигантский – на территории Полесского заповедника в пределах Наровлянского района.

Выявление и инвентаризация мест произрастания инвазионных видов растений производилось на линейных (дороги, берега каналов) и площадных объектах. К последним относятся отселенные населенные пункты (далее – о.н.п.), их окрестности, заброшенный кирпичный завод.

Минимальной площадной единицей учета являлся таксационный выдел, линейной – точка. Для площадных единиц определялся вид инвазионного растения, устанавливались площадь выдела, тип лесорастительных условий по [4], характер распространения по ТКП 17.05-03-2020 (33140) и негативное воздействие (угрозы) на естественные экосистемы. Отдельные растения и небольшие их группы учитывались в точках с определением географических координат, характера распространения растений, степени фактического или предполагаемого воздействия на экосистемы.

Характер распространения инвазионных растений устанавливали в зависимости от их количества: единично – отдельные растения на значительном удалении друг от друга, группа растений – до десяти экземпляров, куртина – группа растений площадью до 0,1 га, насаждение – сомкнутая куртина площадью более 0,1 га.

Степень негативного воздействия (угрозы) инвазионных видов растений оценивалась по приведенной в работе [5] шкале, измененной и адаптированной для заповедника: 0 – угрозы нет, 1 – угроза возможного расселения вида (когда растение начнет плодоносить), 2 – вид расселяется на открытые пространства, 3 – вид внедряется в лесной фитоценоз, 4 – вид вытесняет (угнетает) местные виды, 5 – существует угроза, или произошло сокращение или потеря биоразнообразия аборигенных видов, или местные древесные виды вытеснены с занимаемого участка.

Результаты исследований. При инвентаризации мест произрастания инвазионных растений на территории Наровлянского участка Полесского заповедника в 2024 г. обследовано около 54 тыс. га (24,9 % от площади заповедника). По результатам исследований их произрастание учтено на 26 площадных объектах, в том числе в 25 о.н.п., в 273 лесотаксационных выделах и 85 точках вдоль линейных объектов.

Выявлено произрастание шести наиболее опасных инвазионных видов растений на площади 1425,6 га. С учетом того, что в одном выделе часто произрастало по два вида, условная суммарная площадь распространения всех видов составила 2019,4 га (таблица). Основными местами концентрации инвазионных видов являются о.н.п. и их окрестности. Преобладающими и наиболее опасными чужеродными видами являются клен ясенелистный, произрастающий на 1122,3 га, и робиния лжеакация –

на 852,0 га. Меньшее распространение получили золотарники гигантский и канадский – 45,1 га.

Таблица – Распределение инвазионных растений по местам произрастания и степени угроз

Вид растения	Угроза						Итого
	0	1	2	3	4	5	
Площадные объекты, га							
Клен ясенелистный	2,8	100,6	435,2	237,8	110,9	235,0	1122,3
Робиния лжеакация	–	4,9	292,7	107,9	240,9	205,6	852,0
Золотарники гигантский и канадский	–	3,4	41,7	–	–	–	45,1
Всего	2,8	108,9	769,6	345,7	351,8	440,6	2019,4
Линейные объекты, шт.							
Клен ясенелистный	4	39	2	5	–	–	50
Робиния лжеакация	–	6	5	18	1	–	30
Эхиноцистис лопастной	–	1	–	–	–	–	1
Борщевик Сосновского	–	1	–	–	–	–	1
Золотарник канадский	1	2	–	–	–	–	3
Всего	5	49	7	23	1	–	85

Клен ясенелистный расселяется преимущественно на открытые пространства (538,6 га, или 48,0 % занятой им площади). На 237,8 га (24,4 %) он внедряется в лесные фитоценозы, на 345,9 га (30,8 %) – вытесняет местные виды и вызывает сокращение разнообразия аборигенной флоры. Робиния лжеакация – более агрессивный вид, так как она чаще всего образует монодоминантные сомкнутые насаждения, под пологом которых произрастают бедные в видовом отношении подрост, подлесок и живой напочвенный покров с минимальным количеством аборигенных видов. Ее насаждения с наиболее высокими степенями угроз произрастают на 446,5 га, что составляет 52,4 % от занимаемой ими площади на Наровлянском участке Полесского заповедника. Золотарники гигантский и канадский встречаются на открытых пространствах, обычно вдоль дорог, и покрывают довольно внушительную площадь. При этом золотарник канадский активно распространяется.

Вдоль линейных объектов общей протяженностью 139,9 км (рисунок) учтено 85 мест произрастания инвазионных видов растений (таблица). В основном они сконцентрированы вдоль наиболее часто используемых дорог и вблизи о.н.п. Растения в большинстве точек представлены в основном молодыми особями, поэтому степень их воздействия на местную флору выражается преимущественно угрозой возможного расселения вида с незначительным распространением на открытые пространства

и внедрением в лесные фитоценозы. Эхиноцистис лопастной (4 локуса) и борщевик Сосновского (9 локусов) зарегистрированы в о.н.п. Тешков. Они представлены малым количеством растений и на данный момент не являются существенной угрозой для аборигенной флоры.

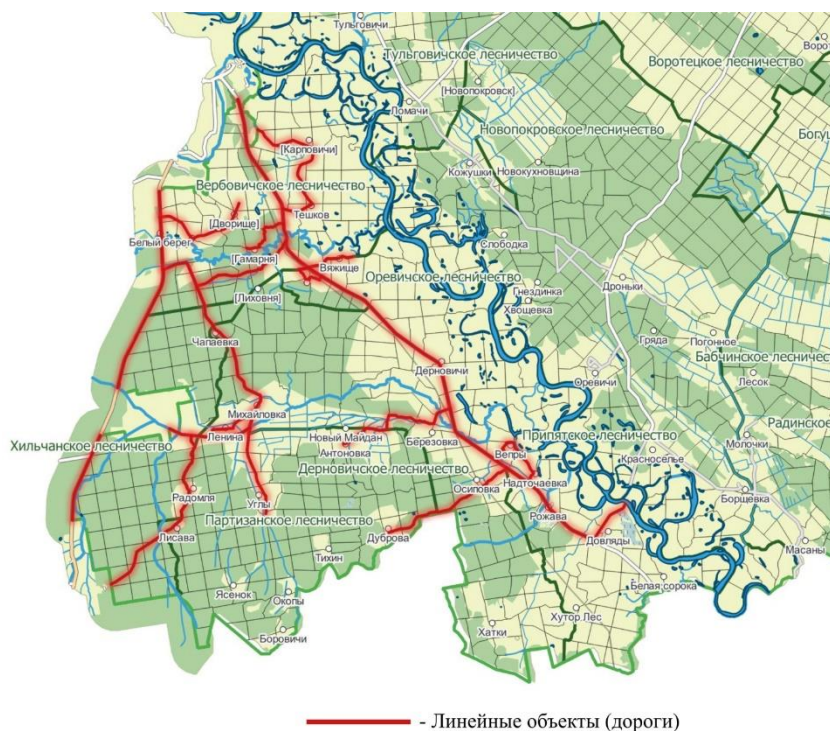


Рисунок – Схема линейных объектов с наличием инвазионных растений

Выполненные исследования подтвердили ранее сделанные выводы и прогнозы о широком распространении по югу Беларуси клена ясенелистного и робинии лжеакалии [2; 6; 7] и тот факт, что наиболее значительное негативное влияние от них в ближайшее время следует ожидать в отселенных после аварии на ЧАЭС районах Могилевской и Гомельской областей. Основное расселение эхиноцистиса лопастного ожидается в поймах р. Припяти и ее притоков [8], в том числе по пойменным землям заповедника.

Результаты инвентаризации внесены в электронную базу данных мест произрастания инвазионных видов растений.

Заключение. На территории Наровлянского участка Полесского заповедника установлено произрастание шести наиболее опасных инвазионных видов растений (клена ясенелистного, робинии лжеакалии, эхиноцистиса лопастного, золотарников гигантского и канадского, борщевика Сосновского) в 273 таксационных выделах на площади 1425,6 га и в 85 точках вдоль дорог на протяжении 139,9 км. Часто в одном таксационном выделе произрастает два вида. Преобладает клен ясенелистный,

широко распространена робиния лжеакация, активно расселяется на открытых пространствах золотарник канадский. Эти виды в местах своего произрастания представляют наибольшую угрозу для существования аборигенной флоры. Эхиноцистис лопастной и борщевик Сосновского встречаются редко и в настоящее время существенной угрозы для местных видов не представляют.

Результаты инвентаризации добавлены в электронную базу данных мест произрастания инвазионных видов растений заповедника и будут использованы для их картирования на основе GIS-технологий и выработки мер по регулированию дальнейшего их распространения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколова, А. В. Инвазивные виды растений на территории Беларуси (на примере ГС «Западная Березина») / А. В. Соколова, Я. А. Макарова // Современные направления развития физической географии: научные и образовательные аспекты в целях устойчивого развития : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию фак. географии и геоинформатики Белорус. гос. ун-та и 65-летию Белорус. геогр. о-ва, Минск, 13–15 нояб. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – С. 438–442.
2. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. М. Масловский, А. В. Левкович, И. П. Сысой [и др.] ; науч. ред. А. В. Пугачевский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 599 с.
3. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / НАН Беларуси ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 407 с.
4. Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 120 с.
5. Ивкович, Е. Н. Инвазионные виды растений в Березинском биосферном заповеднике: видовой состав, особенности распространения и угроза экосистем / Е. Н. Ивкович, С. А. Автушко, В. С. Ивкович // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования : сб. науч. ст. / Упр. делами Президента Респ. Беларусь, Березин. биосфер. заповедник. – Минск : Белорус. Дом печати, 2019. – Вып. 14. – С. 140–148.
6. Экспансия и особенности пространственного распределения наиболее опасных видов инвазивных растений на территории Республики Беларусь / О. М. Масловский, Л. С. Чумаков, Ю. С. Подрез [и др.] // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Ин-т радиологии, 2016. – Вып. 45. – С. 129–144.

7. Распространение некоторых инвазивных растений в Белорусском Полесье / О. М. Масловский, И. П. Сысой, А. В. Шевкунова [и др.] // Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 8–11 июня 2015 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси [и др.] ; редкол.: В. С. Хомич (отв. ред.) [и др.]. – Пинск : Полес. гос. ун-т, 2015. – Ч. 2. – С. 11–14.

8. Мониторинг растительного мира // ГИАЦ НСМОС : [сайт]. – Минск, 2024. – URL: <http://nsmos.by/content/177.html> (дата обращения: 29.11.2024).

[К содержанию](#)

УДК 577.29

Н. В. ГУДНАЯ

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ПОДБОР iPBS-МАРКЕРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ *DRACOCERPHALUM RUYSCHIANA* L.

Dracocerphalum ruyschiana L. (змееголовник Руйша) – это редкий исчезающий опушечно-луговой вид во флоре Беларуси, который, согласно Красной книге Республики Беларусь, имеет II охранную категорию [1]. В последние годы отмечается снижение численности особей в ранее известных местообитаниях или их полная утрата, в связи с чем актуальными являются исследования генетических особенностей данного вида с целью поиска оптимальных способов проведения восстановительных природоохранных мероприятий.

Генетическое разнообразие, являющееся продуктом длительной эволюции, – основа выживания, адаптации и развития видов. Соответственно, его защита и сохранение гарантирует способность видов адаптироваться к изменениям окружающей среды. В настоящее время оценка генетического разнообразия внутри и между популяциями выполняется на молекулярном уровне с использованием различных лабораторных методов, в том числе и с помощью молекулярных маркеров, основанных на ретротранспозонах. Хотя вставки транспозонов могут оказывать пагубное воздействие на геномы видов, они считаются важными для адаптивной эволюции и могут играть весомую роль в приобретении ими новых признаков [2]. На LTR-ретротранспозонах основан доминантный ДНК-маркер iPBS (inter-primer binding site), который нередко используется для оценки генетической гетерогенности популяций. Как общая структура

LTR-ретротранспозонов, так и домены, ответственные за различные фазы их репликации, высоко консервативны у всех эукариот, поэтому iPBS-маркеры могут быть применены ко всем видам эукариотических организмов. Для этого метода используются достаточно простые и дешевые аналитические системы (ПЦР-амплификация, гель-электрофорез), что увеличивает его преимущества при оценке такого важного параметра, как генетическое разнообразие популяций и их структура [3].

Для оценки генетической структуры исследуемых популяций *Dracosephalum ruyschiana* L. выделяли ДНК из высушенных в силикагеле листьев, собранных из четырех изучаемых популяций (по пять образцов из популяций ЦБС (СВГ), Хатынь (Нт), Микулишки (Мк), Ляцкие (Лс)). Выделение проводили с помощью набора реагентов «ДНК-Экстрен-3» («Синтол»). Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью NanoPhotometer Pearl Implen GmbH (Мюнхен, Германия). Для подбора подходящих маркеров использовали 30 iPBS-праймеров [3] (таблица 1). ПЦР проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 25–50 нг ДНК, 5 мкл готовой смеси для ПЦР ScreenMix (Евроген), 1 мМ праймера для 12–13 п.н. праймеров или 0,6 мМ для 18 п.н. праймеров и воду.

Таблица 1 – Праймеры, используемые в исследовании

Праймер	Оптимальная температура отжига T_a (°C)	Последовательность (5'–3')
2074	49.6	GCTCTGATACCA
2389	50.0	ACATCCTTCCCA
2373	51.0	GAACCTGCTCCGATGCCA
2277	52.0	GGCGATGATACCA
2376	52.0	TAGATGGCACCA
2375	52.5	TCGCATCAACCA
2377	53.0	ACGAAGGGACCA
2378	53.0	GGTCCTCATCCA
2383	53.0	GCATGGCCTCCA
2374	53.5	CCCAGCAAACCA
2095	53.7	GCTCGGATACCA
2083	54.6	CTTCTAGCGCCA
2237	55.0	CCCCTACCTGGCGTGCCA
2239	55.0	ACCTAGGCTCGGATGCCA
2272	55.0	GGCTCAGATGCCA
2077	55.1	CTCACGATGCCA
2232	55.4	AGAGAGGCTCGGATACCA
2390	56.4	GCAACAACCCCA
2273	56.5	GCTCATCATGCCA
2394	56.5	GAGCCTAGGCCA
2220	57.0	ACCTGGCTCATGATGCCA
2242	57.0	GCCCCATGGTGGGCGCCA

Продолжение таблицы 1

2076	59.2	GCTCCGATGCCA
2271	60.0	GGCTCGGATGCCA
2415	61.0	CATCGTAGGTGGGCGCCA
2078	62.8	GCGGAGTCGCCA
2080	63.3	CAGACGGCGCCA
2081	65.0	GCAACGGCGCCA
2270	65.0	ACCTGGCGTGCCA
2079	65.2	AGGTGGGCGCCA

Программа ПЦР состояла из одного цикла при 95 °С в течение 5 минут; 34 циклов при 95 °С в течение 15 секунд, отжиг проводили при температуре 49,6–65,2 °С (в зависимости от праймера) в течение 60 секунд, элонгацию при 68 °С в течение 90 секунд. Финальная элонгация проводилась при 72 °С в течение 8 минут. Амплификацию проводили в программируемом терморегуляторе C1000 Touch Thermal Cycler (MJ Research Inc., Bio-Rad Laboratories, США). Электрофорез проводили при напряжении в 65 V на протяжении 5 часов в 2 %-м агарозном геле. Для окрашивания геля использовали бромид этидия в течение 30 минут, а визуализировали с использованием системы UV Imager Gel Doc XR+ (Bio-Rad, США).

В результате было установлено, что подходящими маркерами для оценки генетического разнообразия и структуры популяций *Dracosephalum ruyschiana* L. оказались семь из 30 используемых (2074, 2277, 2239, 2232, 2080, 2081, 2383).

Для установки оптимальных температур отжига была проведена градиентная ПЦР с семью отобранными маркерами. Полученные значения оптимальных температур отжига указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимальные температуры отжига праймеров, отобранных для дальнейших исследований

Праймер	Оптимальная температура отжига T _a (°C)	Последовательность (5'–3')
2074	48.5	GCTCTGATACCA
2277	50.0	GGCGATGATACCA
2239	55.5	ACCTAGGCTCGGATGCCA
2232	53.9	AGAGAGGCTCGGATACCA
2080	63.0	CAGACGGCGCCA
2081	63.0	GCAACGGCGCCA
2383	53.0	GCATGGCCTCCA

Изображение электрофореза исследованных популяций *Dracosephalum ruyschiana* L., полученное с использованием маркера 2232, представлено на рисунке. Популяция «ЦБС» является искусственной

и расположена на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси (коллекция редких и охраняемых видов), популяция «Хатынь» находится возле одноименной деревни Логойского района Минской области, популяция «Ляцкие» расположена на территории национального парка «Беловежская Пуща» (Каменецкий район), а популяция «Микулишки» – рядом с одноименной деревней Ошмянского района Гродненской области.

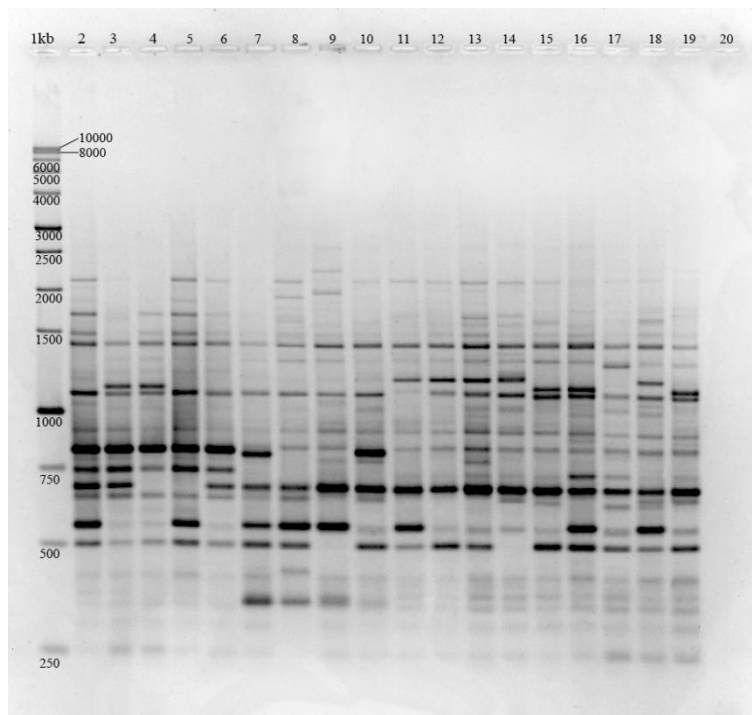


Рисунок – Результаты ПЦР с использованием 2232 iPBS-праймера для популяций «ЦБС» (дорожки 2–6), «Хатынь» (дорожки 7–10), «Микулишки» (дорожки 11–15), «Ляцкие» (дорожки 16–19). Первая дорожка – маркер молекулярного веса 1Кб. 20-я дорожка – отрицательный контроль

Завершение молекулярно-генетических исследований и дальнейший анализ генетической структуры изученных популяций позволят выявить генетическое разнообразие регрессивных популяций *Dracoscephalum ruyschiana* L. и оценить перспективы его сохранения во флоре Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природ. ресурсов и охраны окружающ. среды Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 445 с.

2. Consequences of in-situ strategies for the conservation of plant genetic diversity / R. Whitlock, H. Hipperson, Des B. A. Thompson [et al.] // Biological Conservation. – 2016. – Vol. 203. – P. 134–142.

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

[К содержанию](#)

УДК 574.24; 631.8

А. С. ДОМАСЬ, Е. В. ЧИПУРНЫХ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

РЕАКЦИЯ *FESTUCA RUBRA* L. НА ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ СВИНЦОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Введение. Свинец является одним из наиболее распространенных токсикантов почвенного покрова урбанизированных территорий. Среди факторов, определяющих условия произрастания растительности урбанизированных территорий, выделяют придорожные почвы, способные удерживать загрязняющие вещества от поступления в воздух и грунтовые воды. В отличие от многих иных тяжелых металлов свинец не связан с выполнением каких-либо физиолого-биохимических процессов или реакций. При этом повышенное содержание этого металла в среде приводит к появлению наблюдаемых человеком эффектов, в первую очередь у растений, морфологического, физиологического и биохимического характера [7], что отражается на качестве газонов на придорожных территориях, особенно при загрязнениях Pb в концентрациях выше ПДК. Поиск экологически безопасных путей преодоления свинцового стресса у растений является актуальным до настоящего времени.

Материалы и методы исследования. В качестве почвенных добавок использовали дрожжевой препарат «Ростмомент» и субстрат для почв на основе цеолита, обогащенного композицией грибов рода *Trichoderma* sp., «Profit триходерма». Возможность использования триходермы в качестве ремедиационного агента обусловлена повышенной устойчивостью гриба к загрязнению почв тяжелыми металлами [4; 6], а также положительными свойствами в отношении стимулирования ростовых процессов и развития растительных организмов. Применение дрожжевого препарата также оказывало положительный эффект для сельскохозяйственных культур [3].

Содержание действующего вещества в препаратах, приготовленных согласно прилагаемой инструкции в варианте для полива растений, принимали за исходную дозу (1,0). Также использовали сниженную и повышенную дозу препаратов от рекомендуемой (0,5 и 1,5).

Для оценки эффективности почвенных добавок в качестве протекторов при свинцовом загрязнении использовалась почва, относящаяся к агрозему культурному, загрязненная свинцовой золой (5 % по массе). В качестве тест-культуры использовали овсяницу красную (*Festuca rubra* L.).

Навеску загрязненной почвы (100 г) помещали в пластиковые емкости (кюветы) размером $22 \times 15 \times 5$ см. К навеске приливали соответствующий раствор или отстоявшуюся водопроводную воду для формирования равной увлажненности образцов. На поверхность почвенной пластинки помещали слой фильтровальной бумаги и равномерно распределяли семена тест-культуры в количестве 50 штук. По истечении 7 суток определяли энергию прорастания (далее – ЭП) семян, через 14 суток определяли всхожесть (далее – ВС). На 14-е сутки у проростков также определяли среднюю длину корней (далее – Кор) и стеблей (далее – Ст), а также среднюю массу корня (далее – $M_{\text{ср}}$) и отношение средней массы корня к его длине ($M/1\text{мм}$). Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы MS Excel.

Результаты и обсуждение. Использование в качестве почвенной добавки дрожжевого препарата «Ростмомент» способствовало формированию более длинных проростков вне зависимости от применяемой дозы. В среднем прирост стеблей тест-культуры составил около +8 % от значения в загрязненном контроле (рисунок). Реакция корня на использование дрожжевого препарата была более неоднозначной. Если минимальная доза препарата не оказывала видимого эффекта на прирост корня в длину, то применение препарата в исходной дозе способствовало ингибированию ростовых процессов корня. При этом выявлен положительный эффект на рост в длину корня при использовании наиболее высокой дозы препарата – +9,2 %.

Внесение в почву композиции на основе *Trichoderma* вызывало выраженное ингибирование процесса нарастания корня в длину. Так, уже при использовании минимальной дозы снижение составило почти 5 %, а увеличение дозы препарата до 1,5 от исходной в целом сопровождалось усилением фитотоксического эффекта (рисунок). О негативных последствиях внесения высоких доз препаратов на основе триходермы также указывается и в работе А. А. Калинина [2].

Реакция надземной части *Festuca rubra* L. на присутствие в почве триходермы была более неоднозначной. Незначительное увеличение длины проростка отмечено под влиянием как наименьшей, так и наибольшей

используемой дозы препарата, тогда как исходная доза (Tr 1,0) оказывала слабый ингибирующий эффект. Следует отметить более значительное варьирование регистрируемых признаков относительно среднего значения в контрольном загрязненном варианте в сравнении с использованием дрожжевого препарата. При этом полученные данные по морфометрическим показателям не подтверждаются статистически.

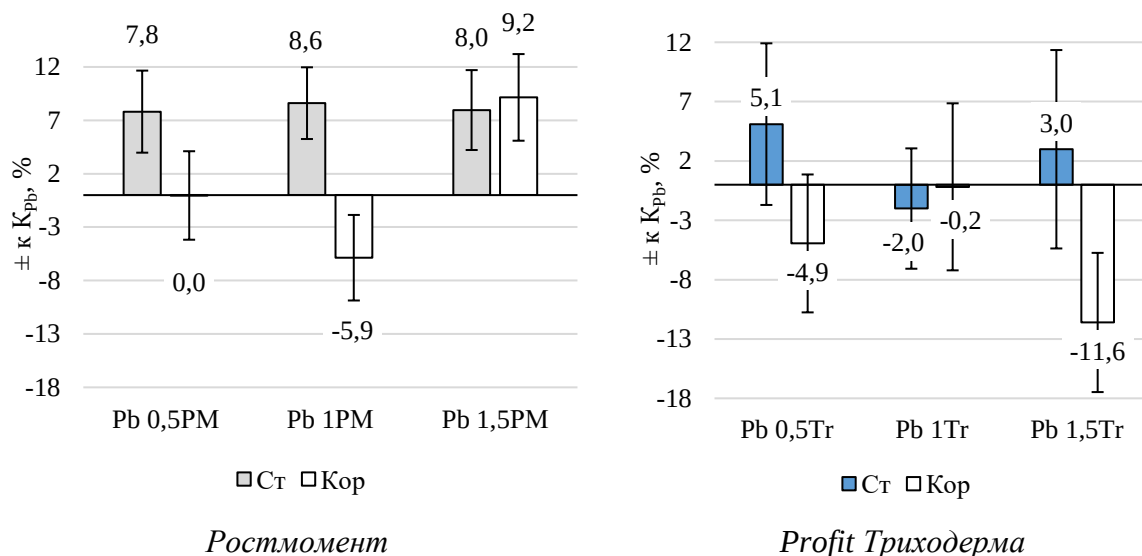


Рисунок – Изменение морфометрических показателей *Festuca rubra* L. в условиях свинцового загрязнения при применении почвенных добавок

Всхожесть семян тест-культуры вне зависимости от внесенного препарата существенно превышала таковую в K_{рб}. Наиболее значительный прирост нормально проросших семян выявлен при использовании дрожжевого препарата в исходной дозе (1 PM), когда и энергия прорастания, и всхожесть семян превышала 20 % от значений в контроле. При этом отмечается, что повышение дозы биопрепаратов сопровождалось снижением количества проросших семян (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение посевных качеств семян *Festuca rubra* L. в условиях свинцового загрязнения при применении почвенных добавок, ± % к K_{рб}

Показатель	Препарат, доза					
	Ростмомент			Profit Триходерма		
	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5
ЭП	8,1	24,3	2,7	13,5	10,8	10,8
ВС	13,2	23,7	5,3	13,2	18,4	7,9

Биомассовые характеристики испытывали выраженный ингибирующий эффект от воздействия грибных препаратов, что в целом согласуется с исследованиями зарубежных исследователей [5]. Таким образом, выявлено, что увеличение длины проростков под влиянием препарата «Ростмомент» сопровождалось снижением их массы, обуславливая появление эффекта этиолирования проростков, что особенно сильно проявилось в варианте 1,5 РМ (таблица 2). Снижение массы проростков в варианте с использованием триходермы в целом коррелировало со снижением длины проростков, за исключением варианта 1,5.

Таблица 2 – Изменение массы проростков *Festuca rubra* L. в условиях свинцового загрязнения при применении почвенных добавок, $\pm$ % к K_{pb}

Показатель	Препарат, доза					
	Ростмомент			Profit Триходерма		
	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5
M_{cp}	–3,6	–4,4	–5,0	–11,6	–15,6	–7,3
M_{1mm}	–3,6	1,5	–13,5	–7,0	–15,4	4,8

Выводы. Тестируемые биопрепараты преимущественно способствовали прорастанию семян злаковой культуры. Выявлено положительное влияние дрожжевого препарата на морфометрические показатели тест-культуры в условиях свинцового стресса. В отношении биомассовых показателей тест-культуры отмечается отрицательный эффект вне зависимости от применяемого биопрепарата.

Исследование выполнено в рамках НИР «Оценка гумусового состояния и биологической активности почв урбанизированных территорий с различной техногенной нагрузкой» (№ ГР 20211453 от 20.05.2021).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимова, Ф. К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma* / Ф. К. Алимова. – Казань : КГУ им. В. И. Ульянова-Ленина, 2006. – 209 с.
2. Влияние нового биокомпозита на основе грибов рода триходерма на почвенные микроорганизмы и растения разных таксонов / А. А. Калинин, Д. С. Давидюк, Н. А. Боков [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 2. – С. 115–121.
3. Скорина, С. С. Использование регулятора роста Ростмомент при выращивании овощных культур / В. В. Скорина, М. И. Орлов, И. Г. Берговина // Земледелие и растениеводство. – 2017. – № 3. – С. 30–32.
4. Устойчивость почвенных микромикетов *Trichoderma viride* и *Alternaria alternata* к тяжелым металлам Cu и Pb / Е. В. Федосеева,

А. П. Кирюшина, Д. И. Стом, В. А. Терехова // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 118–127.

5. Bailey, B. A. Direct effects of *Trichoderma* and *Gliocladium* on plant growth and resistance to pathogens / B. A. Bailey, R. D. Lumsden // *Enzymes, biological control and commercial application*. Vol. 2 / eds. G. E. Harman, C. P. Kubicek. – London : Taylor and Francis Ltd., 1998. – P. 185–204.

6. Efficient recovery of metal tolerant fungi from the soil of industrial area and determination of their biosorption capacity / F. Liaquat, U. Haroon, M. F. Hussain Munis // *Environmental Technology & Innovation*. – 2020. – Vol. 21, № 76. – Art. 101237.

7. Nas, F. S. The effect of lead on plants in terms of growing and biochemical parameters / F. S. Nas, M. Ali // *MOJ Ecology & Environmental Sciences*. – 2018. – Vol. 3, № 4. – P. 265–268.

[К содержанию](#)

УДК 581.192:582.734:613.262

**Н. Ю. КОЛБАС^{1,2}, А. П. КОЛБАС^{1,3}, М. О. КАЙДАЛОВА^{1,2},
О. Н. ФРАНЧУК²**

¹Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

²Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

³Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КУЛЬТУРНЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *ROSACEAE* JUSS.)

Растения способны поглощать из окружающей среды в том или ином количестве практически все известные на данный момент химические элементы. Формирование химического состава растений обусловлено двумя аспектами – экологическим и генетическим. Экологический аспект становится главенствующим при техногенном загрязнении среды обитания.

Согласно литературным данным, токсичность химических элементов для живых организмов обусловлена целым рядом их физических и химических особенностей: электронной конфигурацией, электроотрицательностью, ионизацией, величиной окислительно-восстановительного потенциала, сродством к отдельным химическим группам, а также способностью проникать через клеточную мембрану и образовывать прочные соединения на поверхности и внутри клетки [1, с. 9].

В растениях потенциально токсичные элементы (далее – ПТЭ) накапливаются в виде хелатных комплексов, лигандами которых выступают: органические кислоты (в первую очередь лимонная, а также яблочная и щавелевая [2]), аминокислота гистидин, никотинамид, непротеиновые тиолы (глутатион и фитохелатины), низкомолекулярные металлопротеины [1] и флавоноиды [3]. Отметим, что органические кислоты – важный компонент биохимического состава плодов пищевого назначения, их содержание может достигать до 8 %, при этом снижается по мере созревания. Эффективность хелатирования органическими кислотами и связанное с этим повышение металлоустойчивости растений зависят от токсичности металла, а также от биологических особенностей вида. Кроме того, органические кислоты участвуют в дальнейшем транспорте ионов металлов по растению, что важно для видов-гипераккумуляторов [1; 4].

Гистидин, благодаря наличию карбоксильных, amino- и имидозольных групп, является хелатором многих двух- и трехвалентных катионов (выявлены комплексы с Ni, Zn, Cd) и участвует в повышении устойчивости к этим металлам растений-гипераккумуляторов [4].

Глутатион, фитохелатины и металлопротеины хелатируют ПТЭ за счет сульфгидрильных групп ($-SH$) аминокислотных остатков. Формирование комплексов глутатиона с ТМ может приводить к заметному снижению его пула, что сопровождается усилением окислительного стресса. Однако при отсутствии сильных повреждений в клетке синтез глутатиона относительно быстро запускается, восстанавливая его содержание [5].

Хелатирование ПТЭ флавоноидами может происходить с участием кислорода кетогрупп (флавонов, флавонолов [3] и дигидрофлавонолов) и (или) ОН-групп [6]. Также отмечено, что в хелатировании металлов одновременно может участвовать не одна, а несколько молекул флавоноидов.

Одним из показателей, отражающих способность избирательно поглощать химические элементы, является коэффициент биологического накопления (далее – КБН), который рассчитывают как отношение средней концентрации элемента в конкретном органе растения к его валовому содержанию в соответствующей почве. Считается, что если $КБН > 1$, то живой объект является накопителем исследуемого элемента (аккумулятор или концентратор). Растения-аккумуляторы накапливают конкретный элемент в надземных органах как при низких, так и при высоких уровнях содержания его в почве. Некоторые авторы вводят понятие макроконцентраторов ($КБН > 2$) и гипераккумуляторов ($КБН > 10$). Если $КБН < 1$, то вид не концентрирует химический элемент в своем организме (эксклюдер или деконцентратор), несмотря на высокую концентрацию в окружающей среде. При этом у растений существуют различные барьерные механизмы, в том числе предотвращающие поглощение и перенос ионов, а накопление

элементов происходит преимущественно в корнях. Кроме того, выделяют индикаторы – растения, в которых концентрация химического элемента отражает его содержание в окружающей среде. В растениях-индикаторах содержание металлов повышается с ростом его концентрации в почве в пределах ограниченного интервала, при дальнейшем увеличении содержания металлов в почве концентрация его в растении не повышается. Растения-индикаторы обладают физиолого-биохимическими механизмами уменьшения токсического эффекта накопленных ПТЭ. Среди растений-индикаторов выделяются универсальные, связанные исключительно с повышенным содержанием какого-либо элемента, и локальные – растения, обычно широко распространенные и только в отдельных регионах [7].

Нами были рассчитаны КБН десяти ПТЭ (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Co, Cr, Mo) для листьев и плодов семи представителей семейства *Rosaceae* Juss., произрастающих как в естественных фитоценозах, – земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), ежевика сизая (*Rubus caesius* L.), ежевика несская (*Rubus nessensis* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), так и в агроценозах – яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh., сорт Имант), вишня обыкновенная (*Prunus cerasus* L., сорт Облачинска), *R. idaeus* (сорт Метеор), *F. vesca* var. *alpina* (сорт Руяна).

Наибольшие коэффициенты характерны для Mn, Cu и Zn в плодах и листьях, для Mo, Ni, Cr и Cd – в листьях изученных растений естественных фитоценозов (рисунок).

Для цинка средний КБН в листьях снижался в последовательности: *R. idaeus* (2,15) > *R. nessensis* ≈ *R. caesius* (2,2) > *F. vesca* (1,09), в плодах – *R. saxatilis* (2,17) > *R. idaeus* (1,74) > *R. nessensis* ≈ *R. caesius* (1,46), у остальных объектов был ниже 1,0.

В листьях исследованных видов КБН_{Cr} был довольно высок, подтверждая для трех первых представителей в рейтинге стратегии концентрации данного элемента: *F. vesca* (2,48) > *R. idaeus* (1,62) > *R. nessensis* ≈ *R. caesius* (0,76) > *R. saxatilis* (0,08) > *P. cerasus* (0,07) > *M. domestica* (0,04). КБН_{Cr} в плодах был гораздо ниже, подтверждая эксклюдерную стратегию для данного элемента у генеративных органов.

КБН_{Ni} для листьев снижался в последовательности: *R. idaeus* (2,7) > *R. nessensis* ≈ *R. caesius* (1,71) > *F. vesca* (1,6) > *R. saxatilis* (0,75) > *M. domestica* (0,22) > *P. cerasus* (0,13). Таким образом, в большинстве случаев листья выступали концентраторами данного металла. В то же время в плодах всех представителей КБН_{Ni} был ниже 1, и это подтверждает эксклюдерную стратегию для генеративных органов по отношению к данному элементу.

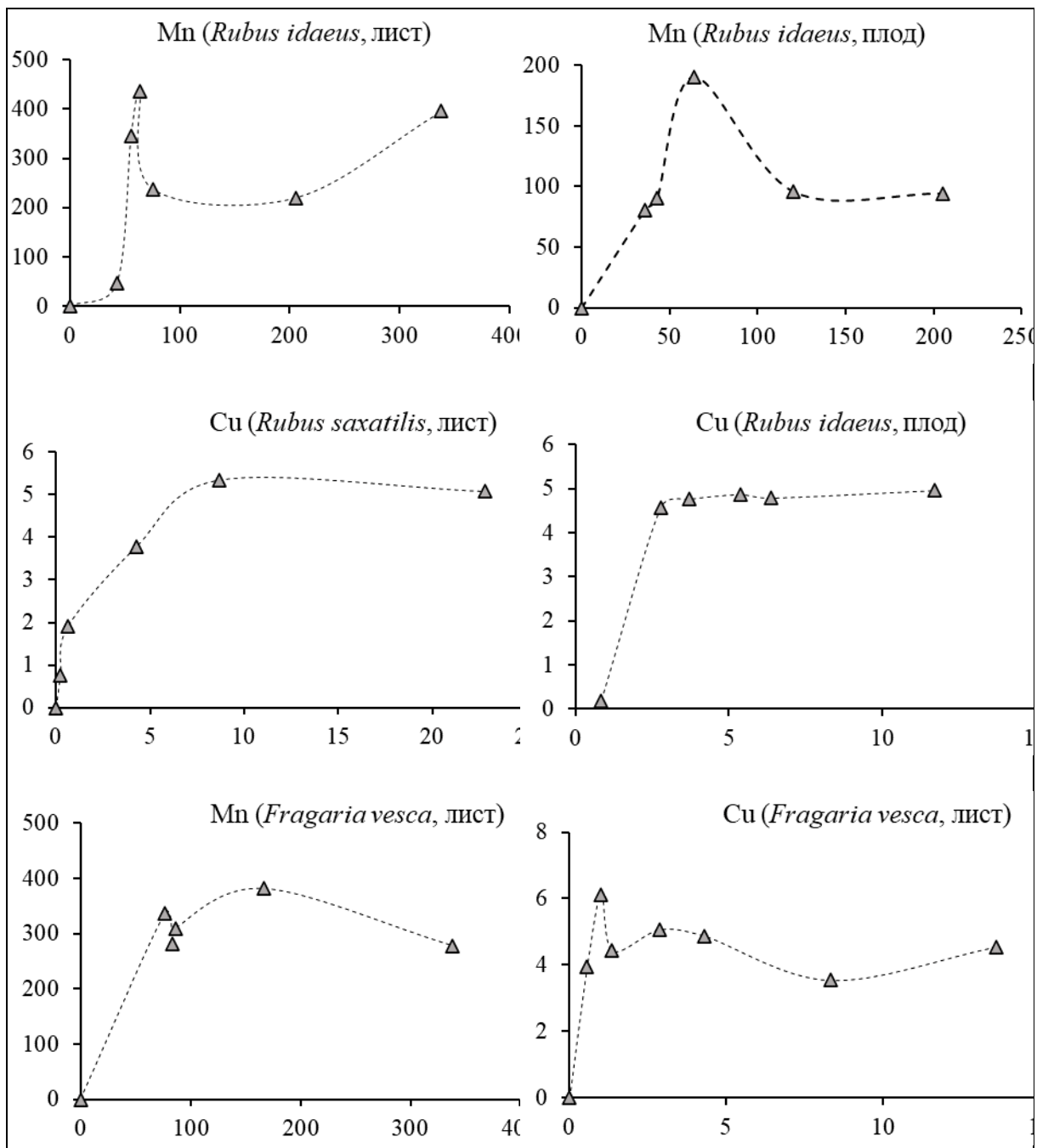


Рисунок – Графики зависимостей содержания химических элементов в почвах и растениях *Rosaceae*:

по оси абсцисс – валовое содержание элемента в почве (мг/кг),
по оси ординат – содержание элемента в растении (мг/кг)

Молибден нами были выявлен только в листьях изученных объектов. Для листьев вишни, яблони и малины сорта Метеор установлены высокие значения КБН молибдена (11,7), что в большей степени связано с его низким содержанием в почве.

Средний КБН_{Cd} для листьев уменьшался в ряду: *R. nessensis* (1,96) > *R. idaeus* (1,56) > *F. vesca* (1,29) > *R. saxatilis* (1,2) > *M. domestica* (0,96) > *P. cerasus* (0,71) > *R. caesius* (0,47). При этом КБН_{Cd} для листьев *F. vesca* варьировал от 0,6 до 5,1, для плодов – от 1,1 до 6,2, а для *F. vesca* var. *alpina* был значительно меньше и составил соответственно 0,08 и 0,14. КБН_{Cd} для листьев *R. idaeus* варьировал от 0,14 до 5,58, а для сорта Метеор составил 0,058.

В целом КБН_{Рb} в листьях был минимальным среди других ПТЭ, а среди изученных представителей – у *R. idaeus*, что подтверждает литературные данные о низкой аккумуляции этого элемента. КБН железа и КБН кобальта для изученных объектов были менее 1.

Таким образом, листья вишни являются гипераккумуляторами молибдена, тогда как три остальные культуры – макроконцентраторы по данному элементу. Листья *F. vesca* являются аккумуляторами Cd, Cu (КБН от 1,013 до 7,03) и Mn (КБН от 2,3 до 4,4), листья *R. saxatilis* – аккумулятором Cu, Mn и Zn. Листья *R. idaeus* являются эксклюдером Co и Cr, листья и плоды аккумулируют Cu (КБН от 1,0 до 22,8) и Mn (КБН от 1,1 до 6,8).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титов, А. Ф. Тяжелые металлы и растения / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2014. – 194 с.
2. Haydon, M. J. Transporters of ligands for essential metal ions in plants / M. J. Haydon, C. S. Cobbett // *New Phytol.* – 2007. – Vol. 174. – P. 499–506.
3. Shiono, M. Structure of commelinin, a blue complex pigment from the blue flowers of *Commelina communis* / M. Shiono, N. Matsugaki, K. Takeda // *Proceedings of the Japan Academy. Series B.* – 2008. – Vol. 84, № 10. – P. 452–456.
4. Metal ion ligands in hyperaccumulating plants / D. L. Callahan, A. J. M. Baker, S. D. Kolev, A. G. Wedd // *IC Journal of Biological Inorganic Chemistry.* – 2006. – Vol. 11. – P. 2–12.
5. Effects of abiotic stresses on glutathione peroxidase and glutathione S-transferase activity in barley roots tips / L. Halušková, K. Valentovicová, J. Huttová [et al.] // *Plant Physiology and Biochemistry.* – 2009. – Vol. 47. – P. 1069–1074.
6. Мельникова, Н. Б. Взаимодействие дигидрокверцетина с ионами металлов в водных растворах их солей и в изотонических медицинских средах / Н. Б. Мельникова, И. Д. Иоффе // *Химия растительного сырья.* – 2001. – № 4. – С. 25–33.

7. Metal hyperaccumulator plants: A review of the ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal-polluted soils / A. J. M. Baker, S. P. McGrath, Roger D. Reeves, J. A. C. Smith // *Phytoremediation of Contaminated Soil and Water* / ed. N. Terry, G. S. Banuelos. – Boca Raton : CRC Press, 2000. – Ch. 5. – P. 85–107.

[К содержанию](#)

УДК 628.1

С. С. КУКИШ, О. Е. СИТДИКОВА

Брест, лицей № 1 имени А. С. Пушкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ СМОДЕЛИРОВАННОГО ЛОКАЛЬНОГО ОЧИСТНОГО СООРУЖЕНИЯ

Загрязнение рек и водоемов сточными водами является серьезной проблемой в настоящее время. Отходы центральной канализации больших городов и других населенных пунктов нуждаются в постоянной очистке, поэтому применение фильтрующих систем и биологических методов очистки является необходимостью. Ил, проявляющий активность в отношении загрязняющих веществ, применяется в домашних септиках, на промышленных предприятиях и в городских канализационных системах.

Что такое автономная канализация загородного дома, знают не все. Городским жителям эта информация ни к чему, поэтому при переезде в сельскую местность многие удивляются отсутствию привычных инженерных систем и обслуживаемых ими коммунальных удобств. Самые современные, а также расположенные в ближайшем пригороде поселки уже подключены к централизованной системе канализации, но если таковой нет, то придется заниматься организацией водоотведения самостоятельно. И здесь на помощь жителям дач, коттеджей приходят автономные системы канализации: выгребные ямы, септики и станции биологической очистки.

Жителям загородных домов приходится решать одну важную задачу – организовать безопасную утилизацию отходов жизнедеятельности. От эффективности решения этой задачи во многом зависит комфорт и санитарная безопасность не только жильцов, но и окружающей среды.

Актуальность проекта заключается в формировании целостного представления о микроорганизмах, в возможности внедрения биологических очистных мероприятий в каждый дом, который оснащен автономной

канализацией, возможности вторичного использования очищенных сточных вод на приусадебном участке, а также в сокращении расходов на содержание автономной канализации путем создания очистного сооружения своими руками [1].

В данном исследовании был изучен процесс биологической очистки сточных вод, а также способы использования данного метода на локальных очистных сооружениях с целью вторичного использования очищенных сточных вод. Использовались такие методы исследования, как моделирование, наблюдение, описание, сравнение. Объектом исследования являлся активный ил из самостоятельно смоделированного локального очистного сооружения, расположенного по адресу: Республика Беларусь, Брестская область, Брестский район, садовое товарищество «Сябры», ул. Васильковая, 22. Предмет исследования – видовой состав активного ила и очищенных сточных вод объекта исследования.

Биологическая очистка сточных вод является одним из самых распространенных способов обезвреживания бытовых и производственных вод при подготовке их к спуску в водоемы. В его основе лежит процесс биологического окисления органических соединений, содержащихся в сточных водах. Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов, включающим множество различных бактерий, простейших и ряд более высокоорганизованных организмов (водорослей, грибов и т. д.), связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антагонизма) [2].

В результате проведенного эксперимента по созданию модели очистного сооружения с аэрацией и микроскопического анализа образовавшегося активного ила удалось визуализировать процесс работы очистного сооружения в части биологической очистки сточных вод путем создания условий для развития экосистемы. За шесть месяцев непрерывной аэрации, ежедневного обновления в дозированном количестве сточных вод, поддержания необходимой температуры удалось «вырастить» некоторые звенья микроорганизмов, входящие в состав активного ила. Основу этой системы как по массе, так и по значимости в процессе очистки составляют бактерии, главным образом в виде хлопьевидных скоплений – зооглей. Обычно присутствуют нитчатые бактерии, гифы водных грибов, дрожжи, бесцветные жгутиконосцы, саркодовые и инфузории. При продленной аэрации, когда осуществляется глубокая очистка, появляются коловратки, водные черви и в небольших количествах другие многоклеточные беспозвоночные (тихоходки, водные клещи, гастротрихи). В результате микроскопического исследования были определены следующие микроорганизмы и составляющие активного ила: хлопья активного ила, *cinetochilum*, *amoeba proteus*, *cryptomonas erosa*, *strobilidium gyrans*, *philodina*, *opercularia coarctata* [3].

Процессы биологической очистки во многом аналогичны процессам самоочищения в природных водоемах, интенсифицированных применением систем инженерных сооружений, таких как аэротенки, биологические фильтры, биологические пруды, поля орошения, поля аэрации и пр.

Сегодня аэробные септики являются самыми эффективными средствами очистки и утилизации сточных вод. Они совершенно безопасны для экологии и жизнедеятельности людей. Не требуют какого-либо особого ухода, легко монтируются, способны к длительной и бесперебойной эксплуатации. После аэробной очистки получается чистая техническая вода, на 95–98 % очищенная от сточных загрязнений.

Принцип работы аэробного септика заключается в следующем. Сточные воды из дома попадают в резервуар по присоединенным к нему трубам. Внутри резервуара содержатся многочисленные колонии микроорганизмов, называемых активным илом. В результате жизнедеятельности аэробных бактерий, которая возможна лишь с присутствием воздуха, происходит очистка сточных вод внутри септика на специальных поверхностях, покрытых ворсистой тканью. Для подачи необходимого бактериям кислорода используется компрессор (фото).



1



2



3

Фото – Процесс образования активного ила:

1, 2 – емкость (аэротенк); 3 – емкость (вторичный отстойник)

Данное исследование проведено с целью изучения возможности проведения очистки сточных вод на примере локальной канализации, описания и апробации метода создания модели очистного сооружения своими руками и внедрения полученного результата в жизнь с целью сохранения водных ресурсов, а также возможности их повторного использования в ведении сельского хозяйства.

В данной исследовательской работе мы определили важность биологической очистки сточных вод с целью сохранения и возможности ее вторичного использования.

Определили, что биологическая очистка сточных вод является одним из самых распространенных способов обезвреживания бытовых и производственных вод при подготовке их к спуску в водоемы. Узнали, что в его основе лежит процесс биологического окисления органических соединений, содержащихся в сточных водах. Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов, включающим множество различных бактерий, простейших и ряд более высокоорганизованных организмов (водорослей, грибов и т. д.), связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антагонизма). Наглядно воспроизвели и убедились на примере смоделированного сооружения, что процессы биологической очистки во многом аналогичны процессам самоочищения в природных водоемах, интенсифицированных применением систем инженерных сооружений, таких как аэротенки, биологические фильтры, биологические пруды, поля орошения, поля аэрации и пр.

Значимость изученного в данной исследовательской работе материала и проделанного опыта заключается в том, что мы здесь и сейчас можем повлиять на то, что будет завтра. Сегодня мы можем не только сократить расход воды путем ее вторичного использования на своих приусадебных участках при отсутствии центральной канализации, но и внести хоть небольшой, на первый взгляд, но очень важный вклад в сохранение природных ресурсов для тех, кто будет жить на планете Земля после нас.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубовская, Э. К. Биологические основы очистки воды / Э. К. Голубовская. – М. : Высш. шк., 1978. – 268 с.
2. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
3. Захватаева, Н. В. Активный ил как управляемая экологическая система / Н. В. Захватаева, А. С. Шеломков ; под ред. Е. И. Пупырева. – М. : Экспо-Медиа-Пресс, 2013. – 288 с.

[К содержанию](#)

УДК 91:504

И. В. ОКОРОНКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА
РЕКИ ПИНЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

В результате интенсивного освоения территории Белорусского Полесья происходит усиление антропогенной нагрузки на окружающую природную среду, что приводит в некоторых случаях к ухудшению состояния земельных ресурсов.

Цель исследований заключается в оценке земельных ресурсов бассейна р. Пины. Бассейн р. Пины расположен в границах Полесской низменности, относится к бассейну Черного моря. Площадь водосборного бассейна составляет 2010 км². Пина – левый приток Припяти, протекает по территории Дрогичинского, Ивановского и Пинского районов Брестской области. Длина реки составляет 40 км, ширина русла – 35–55 м. Исток реки находится южнее д. Переруб Ивановского района, однако некоторые исследователи считают, что исток реки расположен южнее д. Дубое Пинского района. В литературных источниках XIX–XX вв. указывается, что р. Пина является правым притоком р. Ясельды [1, с. 54]. В 1960 г. участок русла реки ниже по течению от г. Пинска был перекрыт дамбой, и р. Пина стала левым притоком р. Припяти. Река считается частью Днепровско-Бугского канала. Берега низкие, частично заболоченные. Русло реки претерпело значительные изменения во время строительства и реконструкции Днепровско-Бугского канала.

Основными притоками являются канал Завищанский, р. Ленушка и Нивка (правые), Неслуха, Филипповка, Струга, Саморувка и Ляховичский канал (левые). В тектоническом строении водосбор р. Пины расположен в пределах Полесской седловины [2, с. 47]. В северной части бассейна р. Пины преобладают волнистые, покатоволнистые флювиогляциальные низины и равнины сожского возраста [2, с. 63, 66–67]. Южная часть представлена аллювиальной низменностью.

В границах бассейна р. Пины преобладают водно-ледниковые (45,7 %) ландшафты, представленные волнистыми с камами, эоловыми грядами, сосновыми, широколиственно-сосновыми, черноольховыми лесами ландшафтами. Водно-ледниковые ландшафты расположены в левобережье бассейна (р. Филипповка, Неслуха, Струга, Саморувка, Ляховичский канал). Аллювиальные террасированные ландшафты занимают 34,6 % площади бассейна, среди которых 17,5 % волнисто-ложбинные с дюнами, черно-

ольховыми лесами, внепойменными лугами, болотами, 17,0 % – холмисто-грядово-бугристые с сосновыми, широколиственно-сосновыми, пушисто-березовыми лесами, болотами ландшафты, которые расположены в южной (Вытинский канал, р. Ленишка, Нивка, канал Окунинский) и юго-восточной части водосбора. Пойменные ландшафты (7,5 %) представлены плоскими с черноольховыми лесами, пойменными лугами, болотами ландшафтами.

Моренно-зандровые ландшафты (7,3 %) расположены в северо-восточной части водосбора, и среди них выделяют холмисто-волнистые с сосновыми, широколиственно-сосново-еловыми, дубовыми лесами, внепойменными лугами ландшафты. Озерно-аллювиальные ландшафты (4,7 %) представлены плоскими сосновыми, широколиственно-сосновыми, пушистоберезовыми лесами и болотами ландшафтами (исток р. Пины). Менее всего распространены озерно-болотные ландшафты, среди которых 0,2 % занимают плоские с минеральными останцами, сосновыми и пушисто-березовыми лесами, внепойменными лугами, болотами ландшафты.

Анализ ландшафтного строения показал, что в границах бассейна распространены средневысотные и низменные ландшафты, причем на долю средневысотных ландшафтов приходится 53,0 % территории водосбора.

Природные биотопы характерны для правобережья р. Пины (рисунок 1). Левобережье характеризуется большей антропогенной и селитебной освоенностью территории.

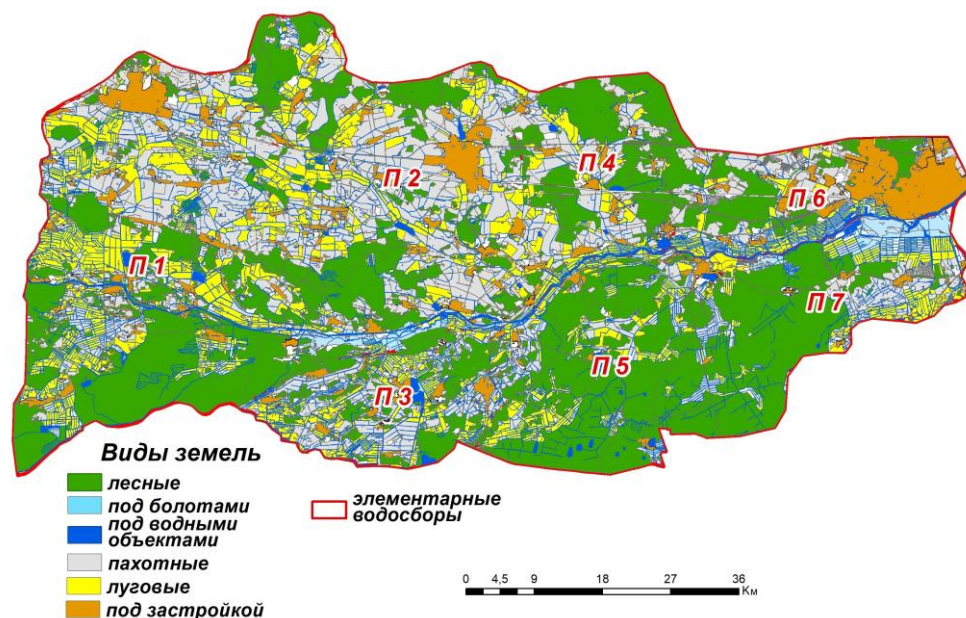


Рисунок 1 – Виды земель бассейна р. Пины

Лесные земли занимают 38,9 % (781,9 км²) территории бассейна, луговые - 18,2 % (366,0 км²), на долю пашни приходится 25,7 %, или 517,4 км², 11,9 % территории (216,4 км²) занимают населенные пункты, 2,9 % (49,6 км²) составляют болотные угодья, 2,4 % (43,8 км²) водосбора расположено под водными объектами, а 0,5 % (14,6 км²) под транспортной инфраструктурой (рисунок 2).

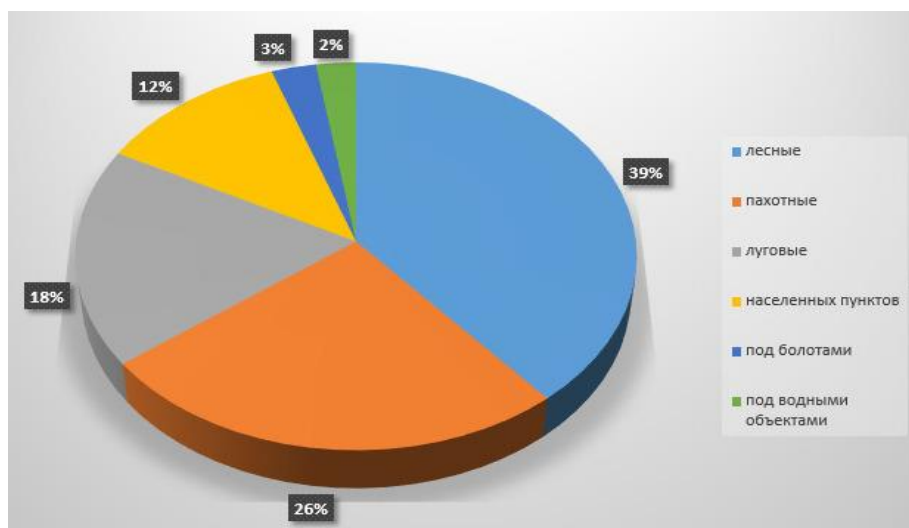


Рисунок 2 – Структура землепользования водосбора р. Пины

В почвенном покрове бассейна р. Пины доминируют автоморфные почвы. Они представлены дерново-подзолистыми на суглинках (северо-восточная часть бассейна), а также дерново-подзолистыми глееватыми почвами, расположенными в юго-восточной части водосбора. Полугидроморфные почвы представлены дерновыми заболоченными почвами (значительный участок, расположенный в западной части бассейна) и аллювиальными дерновыми заболоченными почвами (небольшой участок на востоке). Гидроморфные почвы занимают прирусловую пойму и надпойменные террасы долины р. Пины и представлены торфяно-болотными аллювиальными почвами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Военно-статистическое обозрение Российской империи, изданное по высочайшему повелению при 1-м отделении Департамента Генерального штаба. Т. IX. Ч. 3. Гродненская губерния. – СПб., 1849. – 161 с.
2. Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск : Белкартаграфія, 2002. – 292 с.

[К содержанию](#)

УДК 556.5(476.2-25):502.175

В. И. ПИНЧУК, М. В. ЛЕВКОВСКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
В УСЛОВИЯХ ПРОМЗОНЫ Г. ГОМЕЛЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *LEPIDIUM SATIVUM* L.**

В условиях загрязнения биосферы наблюдается увеличение количества токсинов, поступающих в водную среду, среди которых тяжелые металлы, нефтепродукты и другие химические соединения. Биотестирование является одним из методов исследования водных объектов для выявления токсинов, который позволяет осуществить интегральную оценку качества воды [3]. В настоящее время для оценки токсичности различных поллютантов в объектах окружающей среды широко используется тест на прорастание семян *Lepidium sativum*. Биоиндикатор обладает повышенной чувствительностью к загрязнению природных объектов, сточных вод и твердых промышленных отходов. Побеги и корни растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям [5, с. 63–64].

Цель работы – оценить токсичность воды обводного канала в условиях западной части промышленной зоны г. Гомеля по изменению морфометрических параметров кресс-салата (*Lepidium sativum* L.).

Для проведения фитотестирования в 2024 г. с использованием в качестве тест-объекта *Lepidium sativum* L. раскладывали по 10 семян культуры в 10 чашек Петри, приливали в каждую по 15 мл исследуемого образца воды. Пробы воды были отобраны на территории промышленной зоны г. Гомеля в трех точках с поверхности (на глубине до 50 см) обводного канала, расположенного в 700–800 м в западном направлении от Гомельского химического завода. Контрольный вариант опыта – дистиллированная вода. Чашки Петри помещали в термостат на четверо суток при температуре 26 °С. После экспозиции регистрировали значения длины главного корня, общей длины боковых корней, длины надземной части проростков *Lepidium sativum* в десятикратной повторности в трех исследованных и контрольном вариантах эксперимента [2, с. 295]. Фитотоксичность водной среды оценивали по морфометрическим показателям развития кресс-салата, проценту всхожести семян тест-культуры в сравнении с контролем [2, с. 295–296; 4]. Фитотоксический эффект для каждого среднего арифметического значения тест-параметра рассчитывали по общепринятой формуле [4, с. 32].

Доля проросших семян кресс-салата от числа посеянных в среднем равна в первом образце воды $89 \pm 2,3 \%$, в образцах 2 и 3 – $91 \pm 2,3 \%$ и $93 \pm 2,1 \%$, в контрольном образце – $98 \pm 1,3 \%$. Фитотоксический эффект тестируемых проб воды по исследованному тест-параметру составил $-9,18 \%$, $-7,14 \%$ и $-5,1 \%$ соответственно.

Снижение всхожести семян *Lepidium sativum* по сравнению с контрольным вариантом в период проведения исследований зафиксировано до 10% , фитотоксический эффект не является значимым [4]. Однако по шкале, предложенной Т. В. Бардиной и В. И. Бардиной [1], полученные данные с учетом ростовых реакций корней проростков характеризуют опытные пробы как малотоксичные.

Средняя длина главного корня проростков тест-объекта в трех вариантах опыта равна $41,3 \pm 0,21$ мм, $42,93 \pm 0,63$ мм, $45,04 \pm 0,28$ мм, в контрольной пробе воды – $53,37 \pm 0,13$ мм (рисунок). Длина главного корня изменялась в первом образце воды в пределах от 38 до 49 мм, в образце 2 – от 37 до 47 мм, в образце 3 – от 42 до 47,5 мм, в контрольном образце – от 51 до 56 мм. Фитотоксический эффект в среднем составил $-22,62 \%$, $-19,56 \%$ и $-15,61 \%$, что соответствует низкому уровню фитотоксичности среды.

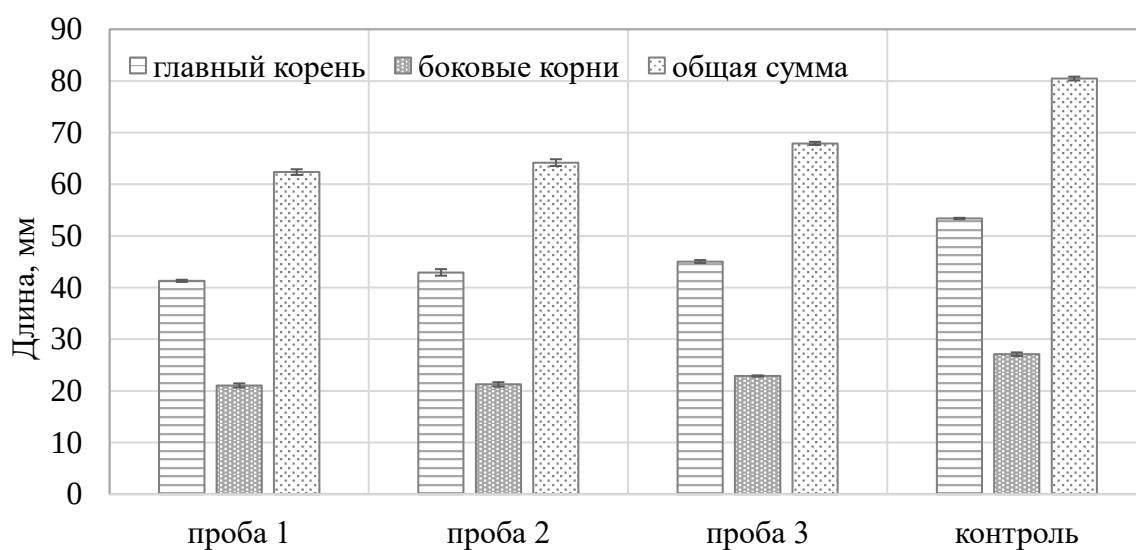


Рисунок – Морфометрические показатели проростков *Lepidium sativum* в тестируемых пробах воды

Общая длина боковых корней проростков *Lepidium sativum* в среднем равна в первой пробе воды $21,05 \pm 0,39$ мм, во второй пробе – $21,25 \pm 0,42$ мм, в третьей пробе – $22,87 \pm 0,12$ мм, в контрольной пробе – $27,09 \pm 0,35$ мм. Снижение роста зоны боковых корней проростков кресс-салата в опытных образцах тестируемых вод зарегистрировано на $22,30 \%$, $21,56 \%$, $15,58 \%$ относительно контроля, что позволяет токсический эффект

проб воды определить как слабый, так как санитарно-токсикологически значимым воздействием является степень ингибирования более 30 % [2].

Сумма корней проростков *Lepidium sativum* в среднем составила в опытных образцах $62,35 \pm 0,55$ мм, $64,18 \pm 0,66$ мм, $67,91 \pm 0,30$ мм, в дистиллированной воде – $80,46 \pm 0,37$ мм. Степень ингибирования развития корневых систем проростков тест-культуры в трех вариантах опыта оценивалась в 22,51 %, 20,23 %, 15,60 % в сравнении с контрольным образцом воды.

Средняя длина надземной части проростков *Lepidium sativum* в первой опытной пробе воды равна $26,60 \pm 0,16$ мм, во второй пробе – $26,99 \pm 0,33$ мм, в третьей пробе – $28,59 \pm 0,18$ мм, в контрольной пробе – $33,89 \pm 0,29$ мм. Длина надземной части в тестируемых образцах воды варьировала в диапазоне от 23 до 31,5 мм, в контрольном образце – от 30,5 до 38 мм. Эффект ингибирования роста стеблей проростков тест-культуры в пробах воды равен 21,51 %, 20,36 % и 15,64 % относительно контроля.

Таким образом, степень ингибирования тест-реакций *Lepidium sativum*, таких как изменение длины главного и боковых корней, стеблей проростков, в пробах воды из обводного канала в условиях западной части промышленной зоны г. Гомеля соответствует слабому уровню фитотоксичности исследованных образцов воды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бардина, Т. В. Экологический контроль почвогрунтов карьеров на территории водосбора р. Невы методами фитотестирования / Т. В. Бардина, В. И. Бардина // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2019. – № 54. – С. 91–99.
2. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие / О. Н. Артаев, Д. И. Башмаков, О. В. Безина [и др.] ; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 412 с.
3. Петровых, В. Д. Биотестирование токсичности воды / В. Д. Петровых, Ю. В. Пластинина, А. В. Трушников // Система управления экологической безопасностью : сб. тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 20–21 мая 2020 г. – Екатеринбург : УрФУ, 2020. – С. 191–195. – URL: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/82616> (дата обращения: 04.02.2025).
4. Стандартный алгоритм измерений фитозффектов : учеб. пособие / В. А. Терехова, Л. П. Воронина, А. П. Кирюшина [и др.]. – М., 2021. – 58 с.
5. Чеснокова, С. М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды : учеб. пособие : в 2 ч. / С. М. Чеснокова, Н. В. Чугай. – Владимир : Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2008. – Ч. 2 : Методы биотестирования. – 92 с.

[К содержанию](#)

УДК 574.583

Н. С. ПРИБЫЛОВСКАЯ, Н. Ю. ЛЕТКО

Гродно, ГрГУ имени Янки Купалы

СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ИВЬЕ

Проблемы загрязнения и эвтрофирования поверхностных вод признаны ООН важнейшими экологическими проблемами XXI в., которые непосредственно влияют на трансформацию экосистем в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Исследования фитопланктона, ключевого звена трофической цепи, позволяют оценить состояние водных экосистем, так как состав и обилие фитопланктона являются индикаторами экологического состояния водоемов. Искусственные водоемы, такие как пруды и водохранилища, играют важную роль в управлении водными ресурсами, включая орошение, регулирование стока и рекреацию. Понимание структуры фитопланктона в таких водоемах является критически важным для разработки эффективных природоохранных мероприятий и устойчивого управления экосистемами [1].

Исследовался фитопланктон пруда Ивье и Ивьевского водохранилища, расположенных в Ивьевском районе Гродненской области. Пруд Ивье находится в самом центре г. Ивье. Длина водоема составляет 508 м, ширина – 88 м. Максимальная глубина 4 м. Площадь водоема составляет 23 га. Берега пологие. Дно илистое. Пруд на севере и на юге сообщается с р. Ивьянкой. На северо-восточном берегу располагается общественный пляж. Пруд слабопроточный. Зимой водоем полностью замерзает на 3–4 месяца [2]. Водоохранилище расположено в черте г. Ивье. Длина водоема составляет 1,34 км, ширина – 255 м. Максимальная глубина – 5 м. Площадь водохранилища составляет 42,5 га. Берега пологие. Дно илистое. На юге и на севере сообщается с р. Ивьянкой. Зимой водохранилище замерзает на 2–3 месяца [2].

В исследовании использовались классические гидробиологические методики: фиксации проб с помощью реактива Уотермеля, осадочный способ для концентрирования проб фитопланктона, микроскопическое изучение проб. Систематическая принадлежность водорослей указана в соответствии с «Таксономическим каталогом» Т. М. Михеевой [3].

Материалом для исследований послужили 14 проб фитопланктона, отобранных из двух водных объектов (один раз в месяц с июня по декабрь 2023 г.). В ходе исследования было выявлено 38 видов водорослей. Наиболее разнообразны отделы Chlorophyta (19 видов) и Bacillariophyta

(12 видов). Из-за близости водоемов и их сообщения через р. Ивьянку 26 видов водорослей оказались общими.

Результаты проведения таксономического анализа водорослей планктона пруда Ивье представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Таксономический спектр фитопланктона пруда Ивье (июнь – декабрь 2023 г.)

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
Chlorophyta	Protococcophyceae	1	7	9	13
	Conjugatophyceae	1	1	1	1
	Volvocophyceae	2	2	2	2
	Ulothrichophyceae	1	1	1	1
Cryptophyta	Cryptophyceae	1	1	1	1
Cyanophyta	Hormogoniophyceae	1	1	1	1
	Chroococcophyceae	1	1	1	1
Euglenophyta	Euglenophyceae	1	1	1	1
Bacillariophyta	Pennatophyceae	2	3	5	8
	Centrophyceae	1	1	1	1
Chrysophyta	Chrysophyceae	1	1	1	1
Итого	11	13	20	24	31

В планктоне пруда Ивье в 2023 г. был выявлен 31 вид водорослей, которые принадлежат к 6 отделам, 11 классам, 13 порядкам, 20 семействам, 24 родам. Класс Protococcophyceae отдела Chlorophyta обладает самой высокой видовой насыщенностью: сюда входит 13 видов (они относятся к 9 родам, 7 семействам и 1 порядку). Следующими по видовой насыщенности являются классы Pennatophyceae – 8 видов, Volvocophyceae – 2 вида. Все остальные классы насчитывают по одному виду. Самым богатым по видовому разнообразию фитопланктона в пруду Ивье является отдел Chlorophyta, на втором месте – Bacillariophyta, остальные отделы представлены небольшим числом видов.

При проведении таксономического анализа фитопланктона Ивьевского водохранилища (таблица 2) выявлено 33 вида водорослей, которые принадлежат к 6 отделам, 10 классам, 11 порядкам, 19 семействам, 24 родам. Доминируют по видовой насыщенности два класса: класс Protococcophyceae из отдела Chlorophyta, включающий 12 видов (относятся к 9 родам, 7 семействам и 1 порядку), и класс Pennatophyceae из отдела Bacillariophyta, в который входит 11 видов (относятся к 6 родам, 4 семействам и 2 порядкам). С большим отставанием следуют классы Hormogoniophyceae (2 вида) и Euglenophyceae (2 вида). Все остальные классы насчитывают всего по одному виду.

Таблица 2 – Таксономический спектр фитопланктона Ивьевского водохранилища (июнь – декабрь 2023 г.)

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
Chlorophyta	Protococcophyceae	1	7	9	12
	Volvocophyceae	1	1	1	1
	Ulothrichophyceae	1	1	1	1
Cryptophyta	Cryptophyceae	1	1	1	1
Cyanophyta	Hormogoniophyceae	1	1	1	2
	Chroococcophyceae	1	1	1	1
Euglenophyta	Euglenophyceae	1	1	2	2
Bacillariophyta	Pennatophyceae	2	4	6	11
	Centrophyceae	1	1	1	1
Chrysophyta	Chrysophyceae	1	1	1	1
Итого	10	11	19	24	33

Доминирующие отделы в Ивьевском водохранилище такие же, как и в пруду Ивье, – Chlorophyta и Bacillariophyta.

Таким образом, структура фитопланктона двух водных объектов, расположенных в Ивьевском районе, имеет схожий характер: доминируют зеленые и диатомовые водоросли. В пруду Ивье представители Chlorophyta – 17 видов (54 %), Bacillariophyta – 9 видов (29 %), в Ивьевском водохранилище представители Chlorophyta – 14 видов (42 %), Bacillariophyta – 12 видов (36 %). Сходство видового состава фитопланктона в большей степени определяется близостью водоемов, сходством климатических и экологических условий и общей гидрологической системой. Видовое разнообразие пруда Ивье немного ниже по сравнению с водохранилищем, что может свидетельствовать о большей степени антропогенного воздействия на водоем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженова, О. П. Многолетняя динамика фитопланктона бассейна реки Иртыш: состояние и тенденции : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / Баженова Ольга Прокопьевна ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2005. – 43 с.

2. Ивьевский районный исполнительный комитет : [сайт]. – URL: <https://ivje.gov.by/ru/region-ru/> (дата обращения: 14.04.2024).

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

[К содержанию](#)

УДК 582.281

Ж. Я. РЕПЕТУЕВА, А. А. САПСАЛЕВА, А. К. ХРАМЦОВ

Минск, БГУ

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА РАЗНООБРАЗИЯ
ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ МОГИЛЕВСКОГО
РАЙОНА БЕЛАРУСИ**

Микроскопические грибы и грибоподобные организмы, поражающие дикорастущие и культивируемые растения в Беларуси, издавна привлекали к себе внимание микологов и фитопатологов, однако до настоящего времени их таксономическое разнообразие в отдельных регионах республики остается изученным лишь частично. Так, на территории Могилевского района исследования таксономического состава и трофических связей фитопатогенных микромицетов проводились эпизодически.

Одними из первых работ по фитопатогенным микромицетам Могилевского района являются труды С. М. Тупеневича 1930 и 1932 гг., в которых указывается 12 видов микроскопических грибов и псевдогрибов [1; 2]. По данным Гербария Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси (*MSK-F*, *MSK-L*), для территории вышеуказанного района приводится 13 видов фитопатогенных микромицетов [3]. В микологической коллекции Гербария БГУ (*MSKU-F*) хранятся 45 гербарных образцов 36 видов микроскопических возбудителей микозов растений, собранных на территории Могилевского района (коллекторы И. С. Гирилович, Ж. Я. Репетуева, П. В. Слепченко). В монографии И. С. Гириловича, посвященной мучнисторосяным грибам Беларуси, для территории Могилевского района отмечаются микромицеты 22 видов [4].

В данной публикации представлен перечень фитопатогенных микроскопических грибов и грибоподобных организмов, выявленных в результате обработки материала, собранного в 2019–2024 гг. в Могилевском районе и хранящегося на кафедре ботаники БГУ (коллекторы Н. В. Ковалев, В. В. Лабковская, Ж. Я. Репетуева, А. А. Сапсалева). Сбор микромицетов проводился в г. Могилеве и на других территориях Могилевского района (аг. Княжицы, Кадино, Мосток, д. Старое Пашково, Тараново), расположенного в пределах геоботанической подзоны дубово-темнохвойных лесов Оршанско-Могилевского геоботанического округа, Оршанско-Приднпровского геоботанического района Беларуси [5]. В работе использованы маршрутный, а также лабораторный методы микологических и фитопатологических исследований. Латинские названия микромицетов и растений даны с учетом международных глобальных баз данных Index Fungorum и Plants of the World Online (Roayl Botanic Garden KEW) соответственно.

Ниже приводится 141 вид фитопатогенных микромицетов, которые обнаружены нами на дикорастущих и культивируемых растениях в результате проведенных исследований. Патогены принадлежат к четырем отделам: Oomycota (3 вида, 2,1 %), Ascomycota (52 вида, 36,9 %), Basidiomycota (22 вида, 15,6 %) и Deuteromycota (64 вида, 45,4 %).

OOMYCOTA: *Albugo candida* (Pers. ex J. F. Gmel.) Roussel на *Armoracia rusticana* G. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.; *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary на *Solanum lycopersicum* L.; *Plasmopara nivea* (Unger) J. Schröt. на *Aegopodium podagraria* L.

ASCOMYCOTA: *Blumeria graminis* (DC.) Speer на *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv.; *Erysiphe adunca* (Wallr.) Link на *Populus tremula* L., *Salix caprea* L.; *E. alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. на *Quercus robur* L.; *E. aquilegiae* DC. на *Aquilegia vulgaris* L.; *E. berberidis* DC. на *Berberis vulgaris* L.; *E. convolvuli* DC. на *Convolvulus arvensis* L.; *E. corylacearum* U. Braun & S. Takam. на *Corylus avellana* L.; *E. divaricata* (Wallr.) Schltdl. на *Frangula alnus* Mill.; *E. euonymi* DC. на *Euonymus* sp.; *E. fraxinicola* U. Braun & S. Takam. на *Fraxinus excelsior* L.; *E. flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam. на *Aesculus hippocastanum* L.; *E. heraclei* DC. на *Angelica sylvestris* L., *Chaerophyllum aromaticum* L., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench; *E. intermedia* (U. Braun) U. Braun на *Lupinus polyphyllus* Lindl.; *E. macleayae* R. Y. Zheng & G. Q. Chen на *Chelidonium majus* L.; *E. necator* Schwein. на *Vitis vinifera* L.; *E. pisi* DC. на *Medicago* sp.; *E. polygoni* DC. на *Polygonum aviculare* L., *Rumex crispus* L.; *E. sedi* U. Braun на *Hylotelephium* sp., *H. × mottramianum* J. M. H. Shaw & R. Stephenson; *E. syringae-japonicae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. на *Syringa vulgaris* L.; *E. trifoliorum* (Wallr.) U. Braun на *Trifolium alpestre* L., *T. pratense* L., *Melilotus* sp., *M. officinalis* (L.) Lam., *M. albus* Medik.; *E. urticae* (Wallr.) S. Blumer на *Urtica dioica* L.; *E. vanbruntiana* (W.R. Gerard) U. Braun & S. Takam. на *Sambucus racemosa* L.; *E. cruciferarum* Opiz ex L. Junell на *Brassica napus* L.; *Golovinomyces ambrosiae* (Schwein.) U. Braun & R. T. A. Cook на *Helianthus tuberosus* L.; *G. artemisiae* (Grev.) V. P. Heluta на *Artemisia vulgaris* L.; *G. asterum* (Schwein.) U. Braun на *Aster* sp. (*Symphyotrichum* sp.), *Solidago canadensis* L.; *G. cichoracearum* (DC.) V. P. Heluta на *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey.; *G. cucurbitacearum* (R. Y. Zheng & G. Q. Chen) Vakal. & Kliron. на *Cucurbita pepo* L., *Cucumis sativus* L.; *G. cynoglossi* (Wallr.) V. P. Heluta на *Echium vulgare* L., *Symphytum* sp., *S. caucasicum* M. Bieb., *S. asperum* Lepech.; *G. depressus* (Wallr.) V. P. Heluta на *Arctium tomentosum* Mill., *Centaurea montana* L.; *G. macrocarpus* (Speer) U. Braun на *Tanacetum vulgare* L.; *G. magnicellulatus* (U. Braun) V. P. Heluta на *Phlox paniculata* L.; *G. sonchicola* U. Braun & R. T. A. Cook на *Sonchus* sp., *S. asper* (L.) Hill, *S. arvensis* L.; *G. sordidus* (L. Junell) V. P. Heluta на *Plantago major* L.; *Lophodermium juniperinum* (Fr.)

De Not. на *Juniperus communis* L.; *L. seditiosum* Minter, Staley & Millar на *Pinus sylvestris* L.; *Neoërysiphe galeopsidis* (DC.) U. Braun на *Stachys sylvatica* L., *Lamium purpureum* L.; *Podosphaera amelanchieris* Maurizio на *Amelanchier* × *spicata* (Lam.) K. Koch; *P. aphanis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam. на *Alchemilla vulgaris* L., *Geum urbanum* L.; *P. erigerontis-canadensis* (Lév.) U. Braun & T. Z. Liu на *Erigeron canadensis* L., *Taraxacum* sect. *Taraxacum* F. H. Wigg.; *P. fuliginea* (Schltdl.) U. Braun & S. Takam. на *Veronica chamaedrys* L.; *P. mors-uvae* (Schwein.) U. Braun et S. Takam. на *Ribes uva-crispa* L.; *P. myrtillina* Kunze на *Vaccinium myrtillus* L.; *P. pannosa* (Wallr.) de Bary на *Rosa* sp.; *P. spiraeae* (Sawada) U. Braun & S. Takam. на *Spiraea* sp.; *P. fusca* (Fr.) U. Braun et Shishkoff на *Calendula officinalis* L., *Alkekengi officinarum* Moench; *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr. на *Acer platanoides* L.; *R. salicinum* (Pers.) Fr. на *Salix caprea* L.; *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Homma на *Acer negundo* L.; *S. tulasnei* (Fuckel) Homma на *Acer platanoides* L., *A. tataricum* subsp. *ginnala* (Maxim.) Wesm.; *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary на *Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Schübl. & G. Martens; *Taphrina sadebeckii* Johanson на *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

BASIDIOMYCOTA: *Coleosporium campanulae* (Pers.) Lév. на *Campanula latifolia* L., *C. rapunculoides* L.; *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév. на *Tussilago farfara* L.; *Gymnosporangium cornutum* (Pers.) Arthur на *Sorbus aucuparia* L.; *G. sabinae* (Dicks.) G. Winter на *Pyrus communis* L.; *Melampsora caprearum* (DC.) Thüm. на *Salix caprea* L.; *M. magnusiana* G. H. Wagner на *Chelidonium majus* L.; *M. populnea* (Pers.) P. Karst. на *P. tremula* L., *Populus* 'Lettland', *P. balsamifera* L.; *M. salicina* Desm. на *Salix alba* L., *S. × fragilis* L. *S. triandra* L.; *Phragmidium rubi-idaei* (DC.) P. Karst. на *Rubus idaeus* L.; *Puccinia asarina* Kunze на *Asarum europaeum* L.; *P. convolvuli* (Pers.) Castagne на *Calystegia sepium* (L.) R. Br.; *P. coronata* Corda на *Frangula alnus* Mill.; *P. glechomatis* DC. на *Glechoma hederacea* L.; *P. helianthi-mollis* (Schwein.) H. S. Jacks. на *Helianthus annuus* L.; *P. hieracii* (Röhl.) H. Mart. на *Taraxacum* sect. *Taraxacum* F. H. Wigg.; *P. magnusiana* Körn. на *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.; *P. malvacearum* Bertero ex Mont. на *Alcea rosea* L.; *P. pelargonii-zonalis* Doidge на *Pelargonium* × *hybridum* (L.) L'Hér.; *P. phragmitis* (Schumach.) Tul. на *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.; *P. dioicae* Magnus на *Taraxacum* sect. *Taraxacum* F. H. Wigg.; *Thekopsora areolata* (Fr.) Magnus на *Prunus padus* L.; *Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.) Dietel на *Prunus domestica* L.

DEUTEROMYCOTA: *Aspergillus niger* Tiegh. на *Allium cepa* L.; *Botrytis allii* Munn на *Allium cepa* L.; *B. cinerea* Pers. на *Capsicum annuum* L., *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier, *Solanum lycopersicum* L.; *Monilia fructigena* (Pers.) Pers. на *Malus domestica* (Suckow) Borkh, *Prunus domestica* L., *Pyrus communis* L.; *Oidium* sp. на *Philadelphus* sp.; *Ovularia schroeteri* (J. G. Kühn) Sacc. на *Alchemilla vulgaris* L.; *Penicillium*

glaucum Link на *Allium cepa* L., *A. sativum* L., *Solanum lycopersicum* L., *Beta vulgaris* L.; *Ramularia geranii* Fuckel на *Geranium pratense* L.; *R. grevilleana* (Tul. & C. Tul. ex Oudem.) Jørst. на *Fragaria vesca* L., *F. × ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier; *R. pratensis* Sacc. на *Rumex* sp., *R. crispus* L., *R. obtusifolius* subsp. *sylvestris* (Lam.) Čelak.; *R. primulae* Thüm. на *Primula veris* L.; *R. spiraeae* Peck на *Spiraea* sp.; *R. taraxaci* P. Karst. на *Taraxacum* sect. *Taraxacum* F. H. Wigg.; *R. ulmariae* Cooke на *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E. D. Eddy на *Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Schübl. & G. Martens; *Cercospora chrysanthemi* Heald & F. A. Wolf на *Chrysanthemum indicum* L.; *Cercospora meliloti* Oudem на *Melilotus albus* Medik.; *C. microsora* Sacc. на *Tilia cordata* Mill.; *C. salicina* Ellis & Everh. на *Salix triandra* L.; *Stigmia carpophila* (Lév.) M. B. Ellis на *Prunus domestica* L., *Prunus cerasus* L.; *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuckel на *Malus domestica* (Suckow) Borkh; *F. radiosum* (Lib.) Lind на *Populus tremula* L., *P. simonii* Carrière; *Helminthosporium gramineum* Rabenh. на *Phleum pratense* L., *Hordeum vulgare* subsp. *distichon* (L.) Körn.; *Cladosporium iridis* (Fautrey & Roum.) G. A. de Vries на *Iris* sp.; *Fusarium oxysporum* Schltdl. и *F. sambucinum* Fuckel на *Allium cepa* L.; *F. solani* (Mart.) Sacc. на *Solanum tuberosum* L.; *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. на *Malus domestica* (Suckow) Borkh; *Coryneum confusum* Bubák & Kabát на *Rosa* sp.; *C. foliicola* Fuckel на *Crataegus* sp., *Amelanchier × spicata* (Lam.) K. Koch; *Coryneum sorbi* Peck на *Sorbus aucuparia* L.; *Cylindrosporium betulae* Davis на *Betula pendula* Roth; *C. hiemalis* B.B. Higgins на *Prunus cerasus* L.; *Cylindrosporium maculans* (Bérenger) Jacz. на *Morus alba* L.; *C. ulmi* (Fr.) Vassiljevsky на *Ulmus laevis* Pall.; *Gloeosporium* sp. на *Ligustrum vulgare* L.; *G. coryli* (Roberge ex Desm.) Sacc. на *Corylus avellana* L.; *G. tremulae* (Lib.) Pass. на *Populus tremula* L.; *Marssonina juglandis* (Lib.) Magnus на *Juglans regia* L.; *M. rosae* (Lib.) Died. на *Rosa* sp.; *M. kriegeiriana* (Bres.) Magnus на *Salix triandra* L.; *Seimatosporium lonicerae* (Cooke) Shoemaker на *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.; *Sphaceloma rosarum* (Pass.) Jenkins на *Rosa* sp.; *S. symphoricarpi* Barrus & Horsfall на *Symphoricarpos albus* (L.) S. F. Blake; *Ascochyta zinniae* Allesch. на *Zinnia elegans* Jacq.; *Phomopsis corni* (Fuckel) Traverso на *Cornus alba* L.; *Phyllosticta* sp. на *Gnaphalium uliginosum* L.; *Ph. acerina* Allesch. на *Acer tataricum* subsp. *ginnala* (Maxim.) Wesm.; *Ph. briardi* Sacc. на *Malus domestica* (Suckow) Borkh; *Ph. cotoneastri* Allesch. на *Cotoneaster acutifolius* Turcz.; *Ph. fraxinicola* Sacc. на *Fraxinus excelsior* L.; *Ph. genistae* I. E. Brezhnev на *Genista tinctoria* L.; *Ph. mali* Prill. & Delacr. на *Malus domestica* (Suckow) Borkh; *Ph. michailovskoensis* Elenkin & Ohl на *Crataegus* sp.; *Ph. negundinis* Sacc. & Speg. на *Acer negundo* L.; *Ph. paviae* Desm. на *Aesculus hippocastanum* L.; *Ph. prunicola* Opiz. ex Sacc. на *Prunus domestica* L.;

Ph. ruborum Sacc. на *Rubus idaeus* L.; *Septoria* sp. на *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.; *S. sedi* Westend. на *Hylotelephium* sp.; *S. aegopodii* Desm. на *Aegopodium podagraria* L.; *S. petroselini* Desm. на *Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss; *S. ribis* (Lib.) Desm. на *Ribes nigrum* L., *R. rubrum* L.; *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn на *Solanum tuberosum* L.

Полученные нами данные могут быть учтены при инвентаризации микобиоты Беларуси, ведении многолетнего мониторинга разнообразия фитопатогенной микобиоты в пределах Могилевского района, разработке мероприятий по защите культурных растений от микозов, подборе перечня растений для озеленения населенных пунктов Могилевского района, прогнозировании расширения у патогенов круга питающих растений и распространения указанных грибов на другие территории со сходными условиями. Видовой состав фитопатогенных микромицетов, выявленный нами в Могилевском районе, вероятно, не является исчерпывающим и может быть пополнен при дальнейших исследованиях.

Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук В. Н. Тихомирову за помощь при определении растений, на которых развивались выявленные патогены.

Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ ГР 20211704).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тупяневіч, С. М. Грыбныя паразыты БССР, сабраныя ўлетку 1928 і 1929 г. / С. М. Тупяневіч // Працы Горы-Гарэцкага навуковага таварыства. Т. 7. – Горы-Горкі, 1930. – С. 215–234.
2. Тупяневіч, С. М. Грыбныя паразыты БССР, сабраныя ў 1930 і 1931 г. / С. М. Тупяневіч // Беларуская акадэмія навук. Інстытут біялёгічных навук : зб. прац. – Менск, 1932. – Ч. 2. – С. 79–95.
3. Макромицеты, микромицеты и лишенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) / О. С. Гапиенко, Д. Б. Беломесяцева, Н. Н. Кобзарь [и др.] ; науч. ред. В. И. Парфенов, О. С. Гапиенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 501 с.
4. Гирилович, И. С. Мучнисторосяные грибы (порядок Erysiphales) Беларуси / И. С. Гирилович. – Минск : БГУ, 2018. – 279 с.
5. Растительный покров Белоруссии (с картой м. 1 : 1 000 000) / АН БССР ; ред. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1969. – 176 с.

[К содержанию](#)

УДК 582.282

А. К. ХРАМЦОВ, В. Д. ПОЛИКСЕНОВА, И. А. ФЕДЮШКО

Минск, БГУ

**ЧУЖЕРОДНЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ:
ПРОГНОЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ В ФИТОЦЕНОЗАХ
БЕЛАРУСИ**

Неконтролируемые биологические инвазии, происходящие в том числе благодаря хозяйственной деятельности человека, являются одной из глобальных экологических проблем современности [1]. В последние десятилетия инвазионные процессы существенно ускорились в связи как с интенсификацией межгосударственных и межрегиональных грузо- и пассажиропотоков, расширением их географии, так и с изменением регионального климата [2].

К числу инвайдеров относятся многие живые организмы, в том числе и микроскопические грибы и грибоподобные организмы, поражающие растения. Попадая в новые условия существования, фитопатогенные микромицеты развиваются как на чужеродных растениях-хозяевах, так и на близкородственных местных растениях, которые в процессе эволюции пока не выработали к ним механизмов устойчивости. Известны случаи проникновения на новые территории чужеродных патогенных микромицетов без участия растений-интродуцентов (с воздушными массами, животными, грузо- и пассажиропотоками и др.) и паразитирования их вначале на аборигенных растениях. Инвайдеры с той или иной скоростью распространяются по новой территории, переходя из статуса чужеродных в статус натурализовавшихся и далее инвазивных [1].

Цель настоящих исследований – прогнозирование распространения фитопатогенных микромицетов-инвайдеров на территории Беларуси.

Результаты исследований, представленные в настоящей публикации, базируются на данных многолетнего (2011–2025 гг.) мониторинга таксономического состава и распространения фитопатогенных микромицетов, чужеродных для Беларуси, образцы которых хранятся в микологической коллекции Гербария БГУ (MSKU-F). В качестве модельных групп нами выбраны пероноспоровые, мучнисторосяные, ржавчинные и анаморфные фитопатогенные микромицеты, которые доминируют как по количеству видов (236 видов, 94,8 %), так и по частоте встречаемости, а также степени поражения хозяев среди 249 видов микромицетов-инвайдеров, зарегистрированных нами для Беларуси по собственным сборам и материалам других коллекторов в Гербарии БГУ [3].

Результаты анализа данных литературы и собственных исследований показали, что для прогнозирования распространения чужеродных фитопатогенных микромицетов на территории Беларуси следует учитывать не только климатические условия, благоприятные для развития инвайдеров, но и биологические особенности патогенов (наличие основных и промежуточных хозяев, образование покоящихся стадий, а также трофическая приуроченность как результат длительной сопряженной эволюции растений и фитопатогенов). Поэтому полученные нами данные сгруппированы в несколько прогнозных блоков, представленных ниже.

• **Прогноз расширения у чужеродных микромицетов трофической базы (круга питающих растений)**

Чужеродный мучнисторосяный гриб *Erysiphe sedi* U. Braun, трофически связанный только с растениями семейства Crassulaceae J. St.-Hil., вызвал в отдельных регионах Беларуси эпифитотию мучнистой росы и выявлен нами на повсеместно культивируемом в Беларуси растении *Hylotelephium* × *mottramianum* J. M. H. Shaw & R. Stephenson, новом хозяине для патогена [4]. На основании изучения биологических особенностей гриба *E. sedi*, учитывая данные о таксономическом составе растений семейства Crassulaceae в Беларуси, использовании их в комнатном, оранжерейном цветоводстве и условиях открытого грунта, поражаемости мучнистой росой в мире, можно прогнозировать нахождение гриба *E. sedi* в нашей республике на представителях pp. *Aeonium* Webb & Berthel., *Crassula* L., *Kalanchoe* Adans., *Phedimus* Raf., *Petrosedum* Grulich, *Rhodiola* L., *Sedum* L., *Sempervivum* L., а также других видов р. *Hylotelephium* H. Ohba.

Для возбудителя ржавчины растений из семейства Malvaceae Juss., однохозяинного ржавчинного гриба *Puccinia malvacearum* Bertero ex Mont., на территории Беларуси выявлены новые растения-хозяева: *Althaea officinalis* L., *A. cannabina* L., *A. armeniaca* Ten., *Alcea rugosa* Alef., *Malva crispa* (L.) L., *M. mauritiana* L., *M. neglecta* Wallr., *M. pusilla* Sm., *M. sylvestris* L., *M. verticillata* L. В мае 2024 г. отмечена ранняя эпифитотия ржавчины мальвовых (г. Несвиж, г. Минск), указывающая, что у патогена накоплен достаточный инфекционный потенциал, особенно на культуре двулетников и многолетников (например, *Alcea rosea* и *Malva neglecta*), в меньшей степени – однолетников (*Malva pusilla*). На основании изучения круга хозяев гриба *Puccinia malvacearum* прогнозируется поражение им во всех регионах Беларуси дикорастущих и культивируемых растений из семейства Malvaceae, как уже известных в качестве хозяев, так и потенциально возможных: *Malva excisa* Rchb., *M. thuringiaca* (L.) Vis. (= *Lavatera thuringiaca* L.), *M. trimestris* (L.) Salisb. (= *L. trimestris* L.), *Malope trifida* Cav. и др.

В числе патогенов-инвайдеров на огурце посевном из единственного местообитания (Минская область, Пуховичский район) известен гриб

Alternaria cucumerina (Ellis & Everh.) J. A. Elliott, который связан в своем развитии с тыквенными культурами и ранее в литературе для Беларуси указывался только на *Cucurbita pepo* L. Данный патоген отмечен в ряде стран мира, кроме того, на огурце, люффе, дыне и, на наш взгляд, является примером чужеродного возбудителя альтернариоза, который в нашей республике расширяет круг питающих растений, усугубляя фитопатологическую ситуацию по альтернариозу на тыквенных культурах совместно с традиционным его возбудителем – грибом *Alternaria consortialis* (Thüm.) J. W. Groves & S. Hughes [5].

Гриб *Septoria cucurbitacearum* Sacc., возбудитель септориоза растений семейства *Cucurbitaceae* Juss., отмеченный в нашей республике на *Cucurbita pepo*, трофически связан только с растениями из семейства *Cucurbitaceae*. Поэтому его развитие в Беларуси следует ожидать в дальнейшем как на дикорастущих, так и культивируемых представителях этого семейства.

Новый для микобиоты Беларуси гриб *Septoria heterochroa* Desm., выявленный на *Malva pusilla*, может рассматриваться как чужеродный микромицет, проникший на территорию республики вместе с растениями р. *Malva* Tourn. ex L., все представители которого являются адвентивными для флоры Беларуси. Обнаружение вышеуказанного возбудителя септориоза растений р. *Malva* можно ожидать на различных дикорастущих и культивируемых представителях данного рода, с которыми он связан трофически [6].

• Прогноз перехода в паразитировании инвайдеров с сорняков на близкородственные им культивируемые растения

Сравнительный анализ таксономического состава пораженных сорных растений и обнаруженных на них микромицетов позволил выявить возможные источники инфекции для растений, культивируемых в Беларуси. Так, *Wilsoniana bliti* (Biv.) Thines с сорняка щирицы запрокинутой может представлять угрозу для культивируемых растений – щириц хвостатой и метельчатой, *Erysiphe convolvuli* var. *convolvuli* DC. с вьюнка полевого – для вьюнка трехцветного и ипомеи пурпуровой, *Ascochyta fagopyri* Thüm. с гречихи татарской – для гречихи посевной, *Ramularia convolvuli* Zaprom. с вьюнка полевого – для вьюнка трехцветного [3]. Данный пример дополняет первый прогнозный блок. Не следует исключать и обратную ситуацию – переход в паразитировании инвайдеров с культивируемых растений на близкородственные им сорняки.

• Прогноз распространения чужеродных фитопатогенных микромицетов в связи с климатическими аномалиями

В результате проведенных исследований нами подтверждено, что, как показал вегетационный период 2024 г., развитию антракноза земляники садовой (возбудитель – карантинный для Беларуси гриб *Colletotrichum*

acutatum J. H. Simmonds) способствует теплая погода (+20–25 °С, температура июня выше климатической нормы на 1,9 °С) в сочетании с высокой влажностью воздуха и большим количеством осадков (156–189 % декадной нормы) [7]. Возбудитель антракноза земляники часто живет в растениях в скрытой форме и развивается только при благоприятных условиях (температура днем +23–25 °С (до +27 °С), ночью +15–17 °С, влажность воздуха ночью 91–99 %) [7]. На основании анализа данных литературы и изучения биологических особенностей гриба *S. acutatum* можно утверждать, что его развитие на территории нашей республики возможно в годы с вышеуказанными, нетипичными для нормы сочетаниями температуры и влажности окружающей среды.

• **Прогноз обнаружения для чужеродных фитопатогенных микромицетов новых локалитетов в пределах ареала, а также за его границами (расширение ареала)**

На основе гербарных сборов и зарегистрированных мест обитания установлено, что в настоящее время во всех областях Республики Беларусь продолжается эпифитотия ржавчины можжевельника казацкого и груши обыкновенной (возбудитель – разнохозяйный ржавчинный гриб *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter). Наблюдение за фитосанитарным состоянием груши в различных посадках и естественных местобитаниях показало, что особенно сильно *Pyrus communis* L. поражается ржавчиной на приусадебных и дачных участках, в общественных садах и коллекционных посадках областных экоцентров, некоторых селекционных центрах [8]. Можжевельник казацкий известен как основной хозяин, наличие которого определяет распространение *G. sabinae* на груше обыкновенной (промежуточный хозяин). Таким образом, культивирование можжевельника казацкого совместно с посадками груши обыкновенной, а также сочетание в середине мая среднесуточной температуры от +7,0 до +14,5 °С и влажности воздуха от 66 до 83 % будет способствовать эпифитотийному развитию ржавчины груши и можжевельника во всех регионах Беларуси [8].

В результате проведенных нами исследований установлено, что карантинный для Беларуси однохозяйный ржавчинный гриб *Puccinia pelargonii-zonalis* Doidge, трофически связанный с растениями р. *Pelargonium* L'Hér. ex Aiton, ежегодно развивается на ее территории. Известно, что чаще у данного микромицета образуются урединиоспоры, реже – телиоспоры, в то время как в Беларуси в выявленных локалитетах нами отмечено обильное развитие телиоспор, являющихся покоящимися стадиями патогена. В связи с этим распространение гриба *P. pelargonii-zonalis* можно ожидать в местах культивирования растений р. *Pelargonium*, где накоплен инфекционный потенциал, включая северные территории

республики, на которых телиоспоры будут способны обеспечить данному патогену перенесение неблагоприятных условий.

Заслуживает внимания возбудитель альтернариоза томатов гриб *Alternaria linariae* (Neerg.) E. G. Simmons (= *A. tomatophila* E. G. Simmons), выявленный в двух агроклиматических областях южной части нашей республики. Для Беларуси *A. linariae* впервые приводится в литературе в 2008 г. из Минской области на листьях томата в защищенном грунте с сильной степенью поражения. Учитывая сборы данного патогена с листьев и плодов томата в 2008, 2013, 2017 и 2018 гг., можно заключить, что он приобрел способность к регулярному размножению и находится на стадии натурализации. Сложившаяся ситуация требует внимания к грибу *A. linariae*, способному, вероятно, приобрести статус инвазивного и вызвать эпифитотийное развитие альтернариоза на томате по всей территории Беларуси [5].

Мучнисторосяный гриб *Erysiphe circaeae* L. Junell может служить ярким примером патогена, чужеродного для микобиоты Беларуси, проникшего на нашу территорию в обозримый промежуток времени вне связи с хозяином-интродуцентом. Данный микромицет представляет собой узкоспециализированного паразита растений из р. *Circaea* L., являющихся аборигенными в Беларуси. На основании изучения биологических особенностей гриба *E. Circaeae* и с учетом его паразитирования только на двулепестниках нами сделан прогноз о выявлении возможных локалитетов данного микромицета на территории Беларуси, основанный на местонахождении потенциальных растений-хозяев: *Circaea 193lpine* L., *C. Lutetiana* L. и *C. × intermedia* Ehrh. [9]. Данный пример дополняет первый прогнозный блок, так как у гриба *E. Circaeae* ожидается расширение трофической базы из растений *Circaea 193lpine* и *C. × intermedia*, на которых он пока в Беларуси не обнаружен.

Разработка прогноза распространения чужеродных для Беларуси видов фитопатогенных микромицетов, выяснение их статуса в фитоценозах, трофических и топических связей позволят определить тенденции к расширению у патогенов ареала и круга хозяев, дадут возможность наметить мероприятия по защите культивируемых растений от болезней. Полученные данные помогут подобрать ассортимент растений для озеленения территорий Беларуси и сопредельных регионов со сходными экологическими условиями. Результаты наших исследований могут быть использованы при преподавании дисциплин микологического, фитопатологического, экологического профиля.

Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ ГР 20211704).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А. Ф. Алимов, Н. Г. Богуцкая, М. И. Орлова [и др.]. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2004. – 436 с.
2. Чужеродные растения и фитопатогенные микромицеты в Беларуси: реальная и потенциальная опасность / В. Д. Поликсенова, М. А. Джус, А. К. Храмцов [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия, биология, география. – 2016. – № 3. – С. 60–67.
3. Чужеродные фитопатогенные микромицеты в естественных и антропогенно трансформированных фитоценозах Беларуси / А. К. Храмцов, В. Д. Поликсенова, Н. Лемеза [и др.] // Флора и растительность в меняющемся мире: проблемы изучения, сохранения и рационального использования : материалы II Междунар. науч. конф., Минск, 24–27 сент. 2024 г. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – С. 246–251.
4. Храмцов, А. К. Морфолого-биологические особенности и распространение мучнисторосяного гриба *Erysiphe sedi* U. Braun в Беларуси / А. К. Храмцов, И. А. Федюшко // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники, Ботан. о-во. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – Вып. 53. – С. 239–247.
5. Чужеродные для условий Беларуси фитопатогенные микромицеты на некоторых хозяйственно полезных растениях / А. К. Храмцов, В. Д. Поликсенова, И. А. Федюшко [и др.] // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники, Ботан. о-во. – Минск : Колорград, 2023. – Вып. 52. – С. 203–212.
6. Федюшко, И. А. Новые для Беларуси виды пикнидиальных септориоподобных микромицетов / И. А. Федюшко // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2024. – № 2. – С. 72–87.
7. Говорова, Г. В. Грибные болезни земляники / Г. В. Говорова, Д. Н. Говоров. – М. : ВСТИСП, 2010. – С. 84–88.
8. Поликсенова, В. Д. Ржавчина груши в Беларуси как результат инвазии гриба *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter / В. Д. Поликсенова // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2022. – № 3. – С. 73–84.
9. Федюшко, И. А. Морфолого-биологическая характеристика и распространение мучнисторосяного гриба *Erysiphe circaeae* L. Junell в Беларуси / И. А. Федюшко, А. К. Храмцов // Экспериментальная биология и биотехнология. – 2024. – № 1. – С. 41–53.

[К содержанию](#)

УДК 581.526.35(476)

Л. С. ЧУМАКОВ

Минск, ИЭБ имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси

**ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВЫЙ ФИТОЦЕНОЗ
ЛЕСНОГО ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА В УСЛОВИЯХ
ДОЛГОВРЕМЕННОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ**

В настоящее время важное значение с точки зрения вскрытия закономерностей сукцессионных изменений, а также для разработки конкретных рекомендаций по сохранению и восстановлению болотных экосистем имеют вопросы, касающиеся долговременного мониторинга растительного покрова и животного мира на болотах, подвергающихся антропогенной нагрузке разных типов. Помимо осушения и загрязнения болот, значительную роль играет рекреационная нагрузка, обусловленная хозяйственным использованием. Основную роль здесь играет заготовка болотных ягод, что приводит к существенному вытаптыванию болот в период сбора урожая. Однако значительной рекреационной нагрузке могут подвергаться и небольшие по площади болота, располагающиеся между различными экосистемами, активно посещаемыми людьми. При этом на таких болотах может вытаптываться небольшая площадь, используемая многие годы под тропы со значительным числом проходов за вегетационный период. При активном использовании троп здесь происходит практически полное разрушение растительного покрова, и ширина троп может существенно возрасти. Снижение степени рекреационной нагрузки и ее полное снятие должны приводить в дальнейшем к восстановлению разрушенного растительного покрова. Но какова длительность этого процесса, на территории нашей страны практически не изучено. В отечественной литературе имеются немногочисленные сведения о влиянии рекреационной нагрузки на фитоценозы верховых болот и предлагаются ориентировочно допустимые нагрузки на их растительность [1; 2].

В связи с вышесказанным целью настоящей работы является оценка восстановления растительного покрова на тропе, проходящей через небольшое олиготрофное болото, в течение длительного периода ее эксплуатации при постепенном сокращении степени рекреационной нагрузки.

Работу выполняли на лесном олиготрофном болоте, расположенном в зеленой зоне белорусской столицы. Тропа, на которой ведутся многолетние наблюдения, пересекает болото целиком, позволяя отдыхающим перемещаться из одного лесного массива в другой, а также непосредственно к слаломному каналу, располагающемуся неподалеку и введенному

в эксплуатацию в 1981 г. Практически с этого времени и эксплуатируется данная тропа.

Следует заметить, что в конце XX в. и в первое десятилетие нынешнего, пока канал активно использовался для отдыха, в вегетационный период насчитывалось до 500 и более проходов через болото по тропе, значительно сокращавшей расстояние. Однако в начале нынешнего столетия по ряду причин работа канала была прекращена, и, соответственно, количество отдыхающих здесь значительно снизилось. Это привело к существенному сокращению числа проходов по тропе через болото. После 2015 г. отмечаются лишь единичные проходы грибников, что и позволило провести оценку восстановления растительного покрова на этой тропе.

При изучении растительного покрова использовали рамку в 1 м². Пробные площадки закладывали в конце лета непосредственно на тропе, а также по обе стороны от ее границы. На каждом участке выполняли не менее 25 описаний. Первые подробные исследования проведены в 2013 г. [2], а повторные – в 2023 г.

При обработке материалов использованы методы математической статистики. Сходство видового состава фитоценозов оценивали с помощью коэффициента Чекановского – Серенсена [3]. Для оценки пространственного распределения растений использовали показатель λ [4] и показатель «встречаемость». Для оценки видового разнообразия фитоценозов и структуры доминирования применены показатели видового разнообразия Шеннона – Уивера, индекс Симпсона и показатель выравненности «е» [4].

Анализ экологической структуры фитоценозов по отношению растений к отдельным факторам среды проведен на основании данных по экологическому преферендуму растений из монографии Д. Н. Цыганова [5].

Как сказано выше, в начальный период тропа эксплуатировалась довольно активно. В связи с этим ее средняя ширина достигала $95,5 \pm 7,35$ см. Максимальная ширина на отдельных участках в 2013 г. составила 200 см, а минимальная на участке с мочажинами – 40 см. В полевой период 2023 г. средняя ширина тропы не превышала $42,6 \pm 2,67$ см. Следовательно, за период 2013–2023 гг. ширина тропы сократилась более чем вдвое.

Видовой состав травяно-кустарничкового яруса на участке исследований небогат и представлен девятью видами (таблица). Наиболее распространенными среди них являются пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.) и клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.). При этом багульник представлен на тропе единичными особями и за последнее десятилетие его развития здесь не наблюдалось. В то же время за пределами тропы в период 2013–2023 гг. проективное покрытие багульника возросло в 3,8 раза, что вполне закономерно для сосняка багульникового.

Таблица – Видовой состав и пространственное распределение растений на тропе и вблизи нее в период 2013 и 2023 гг.

Виды	2013 г.						2023 г.					
	На тропе			У тропы			На тропе			У тропы		
	Пп	В	λ	Пп	В	λ	Пп	В	λ	Пп	В	λ
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	70,3 ± 4,50	100	2,51	27,3 ± 3,74	100	3,35	82,6 ± 5,58	100	2,377	77,0 ± 5,38	100	2,374
<i>Carex cinerea</i> Poll.	+	6,7		–			–			–		
<i>Carex elongata</i> L.	–			–			9,6 ± 4,16	33,3	5,200	–		
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	0,2 ± 0,07	50	0,84	–			–			0,1 ± 0,04	+	0,547
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	0,6 ± 0,23	40	1,31	14,5 ± 4,59	80	5,13	0,4 ± 0,16	40,0	0,945	+	26,7	1,753
<i>Ledum palustre</i> L.	+	10,0	–	11,4 ± 2,53	80	3,35	+	20,0		43,3 ± 6,76	86,7	3,976
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill	+	6,7		–			–			–		
<i>Andromeda polifolia</i> L.	1,7 ± 0,67	70,0	2,32	2,2 ± 0,63	83,3	1,31	2,7 ± 0,81	53,3	1,917	5,1 ± 1,47	93,3	2,519
<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	16,2 ± 3,62	86,7	4,03	13,6 ± 2,43	93,3	3,00	18,2 ± 5,41	66,7	4,909	24,1 ± 6,64	93,3	5,235

Примечание – Пп – проективное покрытие (%), В – встречаемость (%), λ – коэффициент агрегации, «+» – вид встречается единично.

При значительной рекреационной нагрузке в травяно-кустарничковом покрове на тропе основным видом являлась пушица со средним проективным покрытием 70,3 %. Причем здесь оно было в 2,6 раза достоверно выше, чем за пределами тропы. В дальнейшем изменение экологических условий на болоте привело к увеличению проективного покрытия пушицы. На тропе в 2023 г. оно уже составило 82,6 %, а за ее пределами возросло до 77 %.

Что касается клюквы, то по годам исследований разницы в ее проективном покрытии на тропе не наблюдается. Однако за пределами тропы к 2023 г. оно возросло в 1,8 раза. Аналогичные изменения характерны и для подбела многолистного (*Andromeda polifolia* L.).

За прошедшее десятилетие на тропе на прежнем уровне осталось и проективное покрытие голубики, в противоположность чему за пределами участка вытаптывания голубика активно вытесняется багульником.

Изменение степени рекреационной нагрузки, приведшее к активному восстановлению на тропе сфагнового покрова и сокращению здесь участков с мочажинами, отразилось на росянке (*Drosera rotundifolia* L.), которая выпала. Единичные растения росянки отмечены нами в стороне от тропы на несколько переувлажненных участках.

За этот же период с тропы выпала и нехарактерная для данных условий произрастания осока сероватая (*Carex cinerea* Poll.). В то же время на участке тропы, примыкающем к старовозрастному сосняку чернично-мшистому, в 2023 г. зарегистрировано произрастание осоки удлиненной (*Carex elongata* L.), предпочитающей условия сырых лугов, кустарников, берегов ручьев и болот. Растет она отдельными локусами разной величины и зарегистрирована в трети всех пробных площадок.

Незначительные изменения в составе растений за период исследований мало отразились на сходстве видового состава травяно-кустарничкового яруса по годам исследований. На тропе за 2013 и 2023 гг. оно составило 71,4 %, тогда как вне тропы – 90,4 %. Сходство фитоценозов по проективному покрытию по годам исследований: на тропе – 87,2 %, у тропы – 50,4 %. Невысокий показатель у тропы обусловлен возрастанием проективного покрытия за последнее десятилетие у большинства видов.

Интерес представляет изменение структуры доминирования в растительном покрове за период исследований. Показатель Симпсона в 2013 г. для растительного сообщества на тропе составил 0,6482, тогда как за ее пределами – 0,2679. Более высокий индекс на тропе в 2013 г. обусловлен более выраженным здесь монодоминированием вследствие обильного развития пушицы. В 2023 г. он составил соответственно 0,5521 на тропе и 0,3718 вблизи нее.

Величина индекса видового разнообразия Шеннона – Уивера и показателя выравненности по обилию «е» в травяно-кустарничковом

ярусе на тропе в 2013 г. соответственно $H' = 0,2873$, $e = 0,3181$, а в 2023 г. – $H' = 0,3604$, $e = 0,4631$. Следовательно, здесь наблюдается некоторое, хотя и незначительное возрастание выравненности видов по обилию. Вне тропы показатель H' за этот же период изменился с 0,6176 до 0,4960.

В структуре травяно-кустарничкового фитоценоза по отношению к режиму увлажнения почв наиболее значимы гигромезофиты (растения влажных почв). На их долю в 2013 г. приходилось 79,8 % суммарного проективного покрытия растений яруса на тропе и 77,1 % за ее пределами. Мезогигрофиты, предпочитающие более сырые почвы, были представлены сходным образом – 18,3 и 19,7 %. В небольшом количестве встречались и мезополифиты, предпочитающие влажно-лесолуговые условия.

За прошедшее десятилетие сохранилась эта же закономерность: на тропе на долю гигромезофитов приходилось 73,2 %, а за ее пределами – 80,5 %, мезогигрофиты составили соответственно 24,4 и 16,1 %.

За период исследований не наблюдалось изменений в экологической структуре травяно-кустарничкового яруса по отношению растений к трофности почв. В 2013 г. на долю мезоолиготрофов (растения бедных элементами питания почв) на тропе приходилось 98,1 % суммарного проективного покрытия растений яруса, а у тропы – 96,8 %. В 2023 г. они составили соответственно 97,6 и 96,6 %. Вклад в экологическую структуру сообщества мезополитрофов (растения небогатых почв) существенно ниже.

Таким образом, проведенные исследования показали, что значительное снижение рекреационной нагрузки на фитоценоз лесного олиготрофного болота, вплоть до ее практически полного исключения, за десятилетний период может привести к заметному сокращению площади троп за счет восстановления на вытоптанной территории травяно-кустарничкового покрова. Однако не все виды данного яруса растительности ведут себя сходным образом. Наиболее активно в болотных сосняках багульниковых на вытоптаных участках развиваются некоторые виды осоковой растительности. Для широкого восстановления кустарников и кустарничков потребуется более длительный период времени. В то же время зарастание троп, на которых имеются участки с разрушенным моховым покровом и оголенной почвой, неблагоприятно отражается на роснянке. Первоначально она активно осваивает деградированные участки, но по мере зарастания троп со временем выпадает.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеленкевич, Н. А. Влияние рекреационной нагрузки на растительность верховых сфагновых болот / Н. А. Зеленкевич, Д. Г. Груммо, О. В. Созинов // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. – Минск, 2008. – Вып. 35. – С. 45–53.

2. Чумаков, Л. С. Влияние долговременной рекреационной нагрузки на фитоценоз верхового болота / Л. С. Чумаков // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира : материалы междунар. науч. конф., Минск – Нарочь, 23–26 сент. 2014 г. – Минск : Экоперспектива, 2014. – С. 387–390.

3. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1984. – 424 с.

4. Одум, Ю. Экология : в 2 т : пер. с англ. / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – Т. 2. – С. 126–136.

5. Цыганов, Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – М. : Наука, 1983. – 197 с.

[К содержанию](#)

УДК 581.524.34(476)

**А. П. ЯКОВЛЕВ, С. К. БАКЕЙ, Е. А. МАСЛЮКОВ,
Г. И. БУЛАВКО, А. А. ЛЕШКОВ**

Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ КАРЬЕРОВ БЕЛАРУСИ

В результате добычи полезных ископаемых открытым способом происходит удаление почвенного покрова и растительности. Помимо разрушения естественной среды, в ходе открытой добычи полезных ископаемых кардинально меняется рельеф, появляются новые, нехарактерные для естественной среды субстраты, а полное восстановление естественной растительности и почвы здесь растягивается на сотни лет. Для ускорения процесса и успешной рекультивации карьеров минерального сырья требуется знание закономерностей формирования растительных сообществ на минеральных субстратах, поскольку прогноз эффективности их восстановления базируется на знаниях о закономерностях естественного формирования сообществ.

К настоящему времени накоплен значительный опыт по вопросам изучения формирования растительного покрова земель, нарушенных добычей минерального сырья [2–4; 6]. Однако сведения о региональных особенностях естественного восстановления почвенно-растительного покрова, являющиеся важным элементом успешного восстановления нарушенных территорий, фрагментарны и касаются главным образом юго-востока Беларуси [1].

Целью данной работы являлась оценка видового разнообразия и выявление особенностей формирования почвенно-растительного покрова на площадях песчано-гравийных карьеров в подзоне широколиственно-еловых лесов и елово-грабовых дубрав на территории республики.

Полевые материалы и геоботанические описания выполнены на территории восьми песчано-гравийных карьеров Витебской (ПГС «Боровое», «Батиловщина»), Минской (ПГС «Минский», «Синьча», «Холм-2») и Гродненской (ПГС «Байки», «Кореличи», «Орковичи») областей, характеризующихся сравнительно однородными сроками естественного зарастания (7–9 лет). Основой работы стали геоботанические описания на площадках $5 \times 5 \text{ м}^2$, выполненные по стандартной методике [5]. Описания проводились на склонах северной и южной экспозиций и на дне каждого карьера для последующего сравнения. Названия растений приведены по определителю С. К. Черепанова [7].

В целом на начальных этапах восстановления растительности в заселении относительно больших по площади нарушенных участков, поверхность которых состоит только из минерального субстрата, участвовала небольшая группа нетребовательных к почвенным условиям видов, распространяющихся из окружающих естественных и антропогенных сообществ.

Общее количество видов для северной и центральной частей I геоботанической подзоны нашей республики не превышало 29, а наибольшее видовое разнообразие отмечено на нарушенных площадях, относящихся ко II геоботанической подзоне (рисунок).

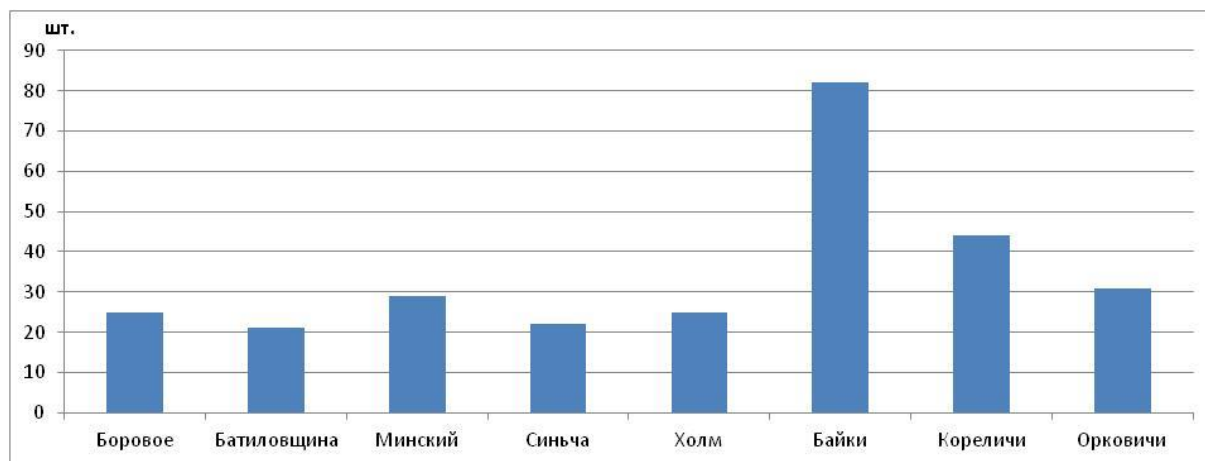


Рисунок – Количество видов высших растений, произрастающих на площадях песчано-гравийных карьеров

Карьер «Байки» прекратил свое функционирование в марте 2017 г. Процесс рекультивации не был инициирован, протекает естественное

заселение растительностью. Карьер имеет сложный рельеф, разделен песчаными грядами на секторы разной высоты. В юго-западной части его на поверхности отмечается выход грунтовых вод и образование нескольких мелких (2–3 м шириной) прудов, часть секторов имеют признаки заболачивания.

Сложный рельеф и неоднородный водный режим способствуют высокому флористическому разнообразию. На карьере выявлено произрастание 82 видов травянистых растений. Достоверно большим количеством видов представлены фитоценозы нарушенных добычей минерального сырья и на ПГС «Кореличи», «Орковичи» относительно карьеров I геоботанической подзоны. Число видов в данном случае определяется не плавным ходом развития ландшафта (в связи с произошедшим грубым техногенным вмешательством), а сукцессионными сменами под влиянием экологических факторов, таких как крутизна склонов, освещенность, влажность и богатство почвы. Кроме того, для карьера «Байки» наряду с аборигенными видами отмечена достаточно высокая доля адвентивных, составляющих почти 10 % от общего количества.

Растительный покров всех песчаных карьеров разрежен, проективное покрытие, определяемое возрастом выведения площади из промышленной эксплуатации, в целом является типичным для песчаных ландшафтов. Сформировавшийся почти за 10 лет напочвенный покров во многом определяет начальные процессы почвообразования. Наименьшее общее проективное покрытие было отмечено на откосах карьера (31,2 %) «Батилловщина» и «Холм-2», с чем связано развитие процессов водной и ветровой эрозии, а наибольшее на участке карьера «Минский» с наибольшим периодом естественного восстановления (56,3 %).

Если сообщество характеризовать только числом видов, то теряется информация о весовой доле их в сложении растительного сообщества, количественных соотношениях между ними, которые отражают особенности поведения видов в ходе сукцессии. Наиболее простой параметр, учитывающий как число видов, так и соотношение их обилия, – индекс разнообразия Симпсона. Величина его зависит от видового богатства и от равномерности в соотношении обилия разных видов. При постоянном числе видов индекс разнообразия возрастает с увеличением выровненности в количественном отношении разных видов.

На всех песчано-гравийных карьерах наибольшее количество представителей приходится на семейство *Asteraceae* (почти четверть от общего числа), несколько меньшим числом видов представлены семейства *Fabaceae* (17 %) и *Poaceae* (14 %). Также существенное число представителей семейств *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*

(4,5–5,2 %). На наш взгляд, это обусловлено широкой представительностью данных таксономических групп в аборигенной флоре.

Песчаные почвы являются наименее влагоемкими. Песок, как субстрат, легко проницаемый для воды, которая проходит сквозь него, быстро напокая во время дождя, также быстро отдает влагу, особенно из верхних горизонтов. Согласно Н. Г. Коронатовой [3], при зарастании песчаных карьеров лугово-степные мезоксерофиты поселяются в верхних частях склонов, луговые и лесные мезофиты – в средних частях склонов, болотные мезогигрофиты и гигрофиты – возле водоемов. Чем старше карьер, тем меньше в нем доля сорных видов. По нашим данным, в карьерах преобладают мезофиты. Они же являются преобладающей группой в умеренном климате, способны регулировать свой водный обмен, могут переносить непродолжительную и не очень сильную засуху. Небольшая доля ксеромезофитов, что связано с засушливыми условиями песчаного субстрата. Присутствие остальных групп связано, вероятно, с контрастностью условий местообитания, например со скоплением воды на дне карьеров.

Стоит отметить устойчивость растений, произрастающих на песчаных карьерах, к засыпанию песком. Они могут быстро образовывать придаточные корни и вегетативные побеги, после засыпания песком быстро трогаются в рост, обладают разветвленной или глубоко проникающей корневой системой, устойчивы к засухе и механическим повреждениям, могут улучшать свойства почвы, удерживая ее или обогащая листовым опадом.

Это в дальнейшем может повлиять на формирование древостоя сосны, поэтому для гарантированного восстановления биологической продуктивности земель на песчаных карьерах не следует отказываться от лесных культур, важно правильно выбрать эффективную технологию, учитывающую естественные возобновительные процессы.

Таким образом, исследованиями естественного возобновления растительности выявлено, что видовой состав со временем обогащается, зависит от адаптации растений к условиям окружающей среды. Поскольку формирование напочвенного покрова идет на свободном пространстве, то на данном этапе нет остро выраженной конкурентной борьбы. Результаты данного исследования, направленного на изучение растительности песчаных субстратов, можно использовать для планирования процессов стабилизации песчаных склонов и рекультивации песчаных карьеров. Также они имеют большую значимость для разработки рекомендаций по восстановлению растительности или использованию нарушенных территорий в хозяйственных целях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев, А. П. Особенности сукцессии растительности на склонах карьера строительных песков (месторождение песков «Осовцы», Гомель) / А. П. Гусев, Н. С. Шпилевская, Д. В. Веселкин // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2014. – № 6 (84). – С. 21–26.

2. Даббаг, А. Изучение свойств растений песчаных карьеров Московской области для восстановления растительности песчаных карьеров / А. Даббаг // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2018. – Т. 26, № 3. – С. 299–308. – DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-3-299-308.

3. Коронатова, Н. Г. Развитие почвенно-растительного покрова на песчаных карьерах в северной тайге Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / Коронатова Наталья Геннадьевна. – Новосибирск, 2004. – 23 с.

4. Костина, Е. Э. Особенности формирования растительных сообществ в песчано-гравийных карьерах и на отвалах железорудного комбината в таежной зоне : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.01 / Костина Екатерина Эйнариевна. – СПб., 2012. – 20 с.

5. Программа и методика биогеоценотических исследований / под ред. Н. В. Дылиса. – М. : Наука, 1974. – 403 с.

6. Сумина, О. И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России : автореф дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.01 / Сумина Ольга Ивановна. – СПб., 2011. – 46 с.

7. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.

[К содержанию](#)

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 372.857:37.033

С. М. ЛЕНИВКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ С УЧЕТОМ МЕЖПРЕДМЕТНОГО И МЕТАПРЕДМЕТНОГО ПОДХОДОВ

На всех ступенях системы образования в интересах устойчивого развития общества важным компонентом выступает экологическое образование. Получаемые экологические знания способствуют формированию экологического сознания, понимания того, что сохранность биосферы – непереносимое условие не только существования, но и развития человечества. В связи с этим вопрос разработки заданий экологического содержания не теряет своей актуальности на этапе получения как общего среднего, так и высшего образования, поскольку будет способствовать повышению эффективности трансформации экологических знаний в экологическую компетентность и экологическую культуру личности обучающегося.

Цель – продемонстрировать возможность реализации принципов междисциплинарности и метапредметности в заданиях экологического содержания учебного предмета «Биология» в средней школе.

Роль биологии как учебного предмета естественно-научного цикла, имеющего много «пограничных» знаний с другими учебными предметами, значительно возрастает в современной образовательной среде, важнейшая задача которой связана с обеспечением безопасности жизнедеятельности каждого в изменяющемся мире. В процессе обучения современных школьников биологии требуется обязательное выполнение многочисленных практических и лабораторных работ. Так, в актуальной учебной программе по учебному предмету «Биология» для 10–11 классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания (повышенный уровень), около 15 % времени от общего количества часов по предмету отводится на лабораторный практикум. В 10 классе из 175 часов на лабораторные работы отводится 11 часов, на практические работы – 11 часов, экскурсии – 6 часов, что в итоге составляет 16 % от общего количества часов по предмету. В 11 классе из 136 часов на лабораторные работы и демонстрационные опыты отводится 9 часов, на практические работы – 12 часов, что в итоге составляет 15 % от общего количества часов по предмету. Применение такого вида работ в учебном процессе не только ведет

к повышению качества обучения, усилению практической направленности преподавания биологии, но и способствует развитию познавательной активности школьников, формированию системы естественно-научных знаний и личностных компетенций. Лабораторные и практические работы по биологии способствуют формированию естественно-научной грамотности – способности применять приобретенные знания, умения и навыки для решения жизненных задач в различных сферах. Смысл естественно-научной грамотности заключается в метапредметности, в осознанном выходе за границы конкретного предмета, а точнее, синтезировании всех предметных знаний для решения конкретной задачи. Метапредметный подход, нацеленный на формирование устойчивых навыков мышления, находится в тесной взаимосвязи с межпредметностью, давно интегрированной в образовательную систему. Проблема здесь заключается в том, что метапредметный подход подразумевает такую реорганизацию образования, которая бы позволила транслировать не сведения для запоминания, а знания для осмысленного использования. Для этого учитель-предметник должен не только очень хорошо знать свой предмет, но и уметь «заглядывать» в соседние уроки, тогда он сможет «пересобирать» учебный материал в русле метапредметности [1–3]. Поскольку универсальной формой работы по достижению функциональной грамотности на уроках биологии может являться лабораторный практикум (демонстрационный эксперимент, опыт, в том числе домашний, а также практическая и лабораторная работа), то приведем пример задания экологического содержания, который может быть использован в данном практическом методе.

При проведении лабораторной работы «Выявление активности каталазы» рекомендуется расширить перечень традиционно предлагаемых объектов (сырые картофель и мясо, отварные картофель и мясо). Включение в исследование сырой и отварной моркови позволит учащимся пронаблюдать различие активности каталазы в сырых овощах, а на примере яблока, груши и банана можно продемонстрировать ферментную активность в клетках фруктов. Дополнительное задание предлагает измельчить в ступке кусочек сырого картофеля с небольшим количеством песка и оценить после этого работу каталазы, а затем сравнить активность измельченной и целой растительной ткани. Завершается лабораторная работа выводом, а также предлагается ответить на следующие вопросы: Как вы считаете, все ли живые организмы содержат фермент каталазу, обеспечивающий разложение пероксида водорода? Как бы вы предложили измерить скорость разложения пероксида водорода?

При групповой форме организации работы введение в эксперимент дополнительных объектов не увеличит время эксперимента, но позволит сделать более глубокий анализ ферментной активности каталазы в живых

и мертвых клетках, в овощах и фруктах, а также сделать заключение о пользе их потребления в рамках рационального питания.

Таким образом, данное задание, во-первых, основано на использовании межпредметных связей с химией (знания о катализаторах, навыки проведения химических реакций, умения анализировать результаты окислительно-восстановительных реакций). Во-вторых, направлено на формирование естественно-научной грамотности (проводить эксперимент; фиксировать наблюдаемые явления, анализировать их и делать выводы; понимать применяемые методы научных исследований; выявлять вопросы и проблемы, которые могут быть решены с помощью научных методов) и способствует формированию интереса к углублению биологических знаний для будущей профессиональной деятельности в области биологии, медицины, экологии. При выполнении инструкции к данной работе вырабатывается читательская грамотность – умение грамотно читать и понимать методику проведения эксперимента, понимать суть вопросов и заданий в лабораторной работе. Кроме того, работа в группах позволяет развивать коммуникационные навыки – умение взаимодействовать с другими людьми, договариваться, обсуждать, презентовать результаты своего труда, развивать личностные качества.

Метапредметный подход к изучению материала темы – это не только организация учебных исследований и решение с их помощью практико-ориентированных задач, но и дополнение уроков экскурсиями. Так, в главе «Человек и окружающая среда» (10 класс) имеется ряд тем («Основные химические загрязнители окружающей среды», «Пути загрязнения пищевых продуктов и контроль их безопасности»), раскрытие которых будет более эффективным при организации экскурсии по теме «Контроль за качеством питьевой воды» или «Контроль радиоактивного загрязнения пищевых продуктов» в лабораторию контроля качества воды или лабораторию радиационного контроля соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баскакова, Н. В. Что такое метапредметность и как реализовать принцип метапредметности на уроках / Н. В. Баскакова, А. А. Зайцева, И. К. Береговая // Теория и практика современной науки. – 2023. – № 8. – С. 8–11.

2. Колесина, К. Ю. Метапроектное обучение: теория и технологии реализации в учебном процессе : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / Колесина Карина Юрьевна ; Юж. федер. ун-т. – Ростов н/Д, 2009. – 35 с.

3. Евтушенко, А. Г. Формирование естественно-научной грамотности учащихся на уроках биологии и химии / А. Г. Евтушенко. – URL: https://pedportal.by/assets/uploads/ddf9e889ee0f23129b3a67e1b1e0ebcd/1731847521_1.pdf (дата обращения: 12.12.2024).

[К содержанию](#)

УДК 004.031.42:91

И. Д. ЛУКЬЯНЧИК, С. М. ТОКАРЧУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПЕЦПРАКТИКУМА У СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БИОЭКОЛОГИЯ»

Профессиональная подготовка современных студентов специальности «Биоэкология» предполагает формирование навыков использования современных информационных технологий, в первую очередь владения и использования в учебной и научной деятельности геоинформационных технологий (ГИС). Это связано с тем, что ГИС-технологии находят все большее прикладное применение в различных областях экологии, особенно в мониторинге и оценке состояния особо охраняемых природных территорий, в ресурсоведении, популяционной экологии, биогеоценологии и т. п.

Многим выпускникам специальности «Биоэкология» в своей профессиональной деятельности, в частности связанной с сохранением природного разнообразия, придется столкнуться с необходимостью инвентаризации, структуризации и оценки пространственных данных, характеризующих биоразнообразие, динамику и т. п. И в этом направлении наиболее перспективно использование геоинформационных технологий.

На сегодняшний день термин «геоинформационные системы» (далее – ГИС) принято понимать в двух смыслах:

1) система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах;

2) инструмент (программный продукт), позволяющий пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также дополнительную информацию об объектах.

ГИС широко используются для оценочных работ в экологии и позволяют устранить те недостатки, которые характерны для традиционных методов оценки: 1) устраняют большие временные и трудовые затраты, связанные со сбором первичной информации; 2) сокращают трудоемкость процедуры оценочных вычислений; 3) дают возможность оперативного обновления информации; 4) позволяют визуализировать пространственное распределение оценок природного разнообразия; 5) дают возможность использовать в качестве оценочной единицы систему любых территориальных объектов (административные районы, единицы физико-географического и ландшафтного районирования и др.).

Цель данной работы – представить опыт формирования навыков создания и использования ГИС-технологий в биоресурсоведении и охране окружающей среды при проведении спецпрактикума для студентов 3-го курса специальности «Биоэкология».

Спецпрактикум согласно учебному плану данной специальности организован в течение 5–6 семестров на 3-м курсе и 7-го семестра на 4-м курсе, что позволяет студентам интегрировать полученные знания базовых экологических дисциплин и хорошо ориентироваться в межпредметных связях.

В статье приводится опыт реализации четырех интерактивных ГИС-проектов (простого интерактивного каталога, интерактивного паспорта, картографического веб-каталога, электронного атласа), выполнение которых проводилось с использованием шаблона StoryMaps облачной платформы картографирования ArcGIS Online, освоенной студентами-биоэкологами в процессе спецпрактикума.

Шаблон ArcGIS StoryMaps представляет собой новую современную платформу для создания веб-проектов (так называемых историй) с помощью интерактивных карт и других типов материалов (текста, изображений и др.). Данный шаблон представляет собой конструктор, который позволяет использовать разные элементы в том количестве и порядке, которые необходимы для отображения собранных данных. Таким образом, шаблон ArcGIS StoryMaps можно использовать для создания разных типов интерактивных проектов, содержащих текстовые описания и сопровождающихся иллюстрациями, гиперссылками, картами [1].

Для проведения практических занятий был разработан авторский практикум («Спецпрактикум. ГИС-портал БрГУ. 12.03.2024», <https://arcg.is/14PXSG>), который включает четыре лабораторные работы. Работы подразделены на три блока: «Примеры выполненной работы», «Информационные материалы», «Алгоритм выполнения». Алгоритм выполнения включает пошаговые инструкции для реализации лабораторной работы. Инструкции представлены как видеоуроки.

Занятия проводились в компьютерном классе, где каждый студент создавал индивидуальный проект. Студенты могли создавать проекты по теме, аналогичной представленному примеру, по направлениям, разработанным преподавателем, либо предложить свою тему. Все студенческие проекты размещались в общем каталоге – каждый мог открыть и познакомиться с проектом сокурсника.

Лабораторная работа № 1. Создание простого интерактивного каталога. Простой интерактивный каталог представляет собой веб-приложение в виде набора иллюстративных или мультимедийных страниц с дополнительным текстово-иллюстративным окном. В качестве примера выполнения были предложены каталоги «Красная книга Беларуси.

Животные I категории», «Красная книга Республики Беларусь: черный список», «Деревья Беларуси». Студентам был предложен на выбор перечень тематических заданий, суть которых состояла в создании веб-каталога на примере одной из систематических групп живых организмов (семейства, отряда или др.), произрастающих (обитающих) на территории Брестской области: а) растений-краснокнижников, б) грибов-краснокнижников, в) животных-краснокнижников, г) инвазивных растений, д) инвазивных животных. Интерактивный каталог должен быть выполнен с использованием элемента «Боковой блок» шаблона ArcGIS StoryMaps. Данный элемент состоит из двух окон: в основное (базовое) окно можно добавить изображение, видео, карту или цвет, в дополнительное – текст, дополненный изображениями, гиперссылками. В основном окне каталога предполагалось вставить фотографию (рисунок) конкретного вида животного, а в дополнительном – текстовое описание, которое включало систематику, особенности биологии вида и места распространения.

Лабораторная работа № 2. Создание интерактивного паспорта. Задание предполагало составление интерактивного паспорта с использованием шаблона ArcGIS StoryMaps, включающего текст, изображения, элементарные веб-карты на основании литературных и статистических источников. В качестве примера был предложен интерактивный паспорт памятника природы местного значения Жабинковского района «Здитовский сквер» (<https://arcg.is/1b5CS00>). Студенты должны были выполнить аналогичный интерактивный паспорт для любой другой особо охраняемой природной территории (национального парка, заказника, памятника природы).

Навыки создания такого каталога приобретались на примерах выполнения следующих заданий: «Республиканский биологический заказник “Споровский”», «Республиканский ландшафтный заказник “Прибужское Полесье”», «Республиканский водно-болотный заказник “Морочно”» и др.

Лабораторная работа № 3. Создание интерактивного картографического каталога. Заданием данной работы было создание простого интерактивного каталога с использованием шаблона ArcGIS StoryMaps, который будет включать картографический элемент шаблона «Тур по карте» и описательную часть. В качестве примера были предложены интерактивные каталоги «Зоопарки мира» (<https://arcg.is/0LjPia>) и «Гідралагічны слоўнік Брэста» (<https://arcg.is/0ri5y00>). Проект включает несколько частей. Первая часть – это описание объекта. Вторая часть представляет собой интерактивную карту-каталог мест размещения объектов. В описательной части к каждому объекту приводится характеристика (в том числе интересные факты об объекте).

Навыки создания такого каталога приобретались на примерах выполнения следующих заданий: «Памятники природы г. Бреста», «Топ-10 красивых природных мест Беларуси», «Парки и скверы г. Бреста», «ООПТ

моего района», «Заказники республиканского значения Брестской области», «Топ-10 крупных болот Беларуси со статусом Рамсарских территорий» и т. п.

Лабораторная работа № 4. Создание интерактивного электронного атласа. Цель данной работы – составить электронный атлас с использованием шаблона ArcGIS StoryMaps, который будет включать экспресс-карты, текст, изображения и др. В результате выполнения работы были созданы электронные атласы. В качестве примера был предложен электронный атлас «Ландшафтно-рекреационные территории Бреста» (<https://arcg.is/19y5uW1>). Атлас включает четыре раздела: «Парки», «Скверы», «Бульвары», «Дендросады». Каждый раздел имеет краткое текстовое введение и элемент «Боковой блок», где в основном окне представлена карта, на которой были нанесены все ландшафтно-рекреационные территории данного типа. К каждой точке (местоположению) была привязана надпись и всплывающее окно с краткой информацией об объекте. В дополнительном окне представлен полный перечень парков, скверов, бульваров и дендросадов. Кроме того, при составлении данной части атласа использовалась функция «Взаимодействие с картой», которая позволяет при выборе любой ландшафтно-рекреационной территории в общем списке увидеть ее в увеличенном виде на карте.

Варианты (тематика) выполнения лабораторных работ могут соответствовать тематике курсовой работы студента, что позволяет параллельно работать в рамках своей научно-исследовательской работы.

Создание ГИС-проектов позволило также реализовать уникальные индивидуальные способности каждого студента, в полной мере раскрыть его творческий и профессиональный потенциал.

Таким образом, опыт организации лабораторных работ с использованием ГИС-технологий в период проведения спецпрактикума у студентов специальности «Биоэкология» может быть полезен при организации учебных практик, при выполнении курсовых и дипломных работ и т. п. Полученные студентами навыки несомненно будут способствовать расширению их профессиональных компетенций и повышению конкурентоспособности биоэкологов на рынке труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касянюк, М. В. Создание тематических картографических веб-приложений в рамках лабораторных работ по курсу «ГИС-технологии» (на примере картографирования инфраструктуры общественного транспорта Бреста) / М. В. Касянюк, С. М. Токарчук // ГИС-технологии в науках о Земле : материалы междунар. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых, Минск, 20 нояб. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. Н. Червань (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2025. – С. 109–115.

[К содержанию](#)

УДК 372.8:57

И. А. МАРТЫСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ В ШКОЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «БИОЛОГИЯ»

Важнейшая цель обучения биологии – дать осознанные, систематические и прочные знания учащимся. О прочных знаниях мы говорим в том случае, если на уроках идет формирование биологических понятий. Биология как учебная дисциплина является системой биологических понятий, развивающихся в логической последовательности и находящихся во взаимосвязи. Классификация биологических понятий является вопросом спорным, по нему нет единой точки зрения. Н. М. Верзилин, В. М. Корсунская предлагали разделять биологические понятия на морфологические, анатомические, физиологические, цитологические, экологические и др. [1].

Одной из важнейших групп понятий, необходимость формирования которых не вызывает сомнения, являются экологические понятия. Включение экологических понятий в процесс обучения следует понимать как настоятельную необходимость наступившего третьего тысячелетия, обусловленную небывалым ранее развитием биологических наук, в системе которых экология достигла высочайшего уровня. Важнейшим способом вооружения обучающихся экологическими знаниями является внедрение их основ в систему школьного биологического образования.

В выпускных классах школы, а также у обучающихся, поступивших на биологические факультеты университетов, экологические знания носят преимущественно поверхностный, фрагментарный характер. Это свидетельствует о том, что изучение экологических явлений и фактов не соответствует требованиям, выдвигаемым обществом перед нашей школой. У изучаемых экологических явлений и закономерностей слабо определены природоохранная, этическая и мировоззренческая стороны.

Формирование экологических понятий зависит не только от мастерства педагога, но и от содержания учебных пособий, с которыми работают учащиеся. Попытаемся проследить, насколько насыщены экологическими понятиями учебные пособия по биологии для 7–8 классов, ведь на них лежит как самостоятельная, так и пропедевтическая функция по формированию экологических понятий. Если в 7–8 классах при изучении растительного, животного мира, грибов, бактерий, протистов не формировать экологические понятия, то вызовет сложности формирование экологических понятий в 10-м классе.

Дисциплину «Биология. 7 класс» учащиеся изучают по учебному пособию Н. Д. Лисова [2]. В некоторых темах, изложенных в данном пособии, есть элементы содержания, нацеленные на формирование экологических понятий. В частности, в теме «Мхи» отмечено, что со временем участок, заселенный сфагновыми мхами, превращается в болото. Также обращается внимание учащихся на то, что мхи поселяются в местах, непригодных для жизни других растений, и постепенно создают субстрат для заселения другими организмами. К сожалению, в данном учебном пособии не отмечены некоторые экологические аспекты. В теме «Мхи» можно затронуть проблему мелиорации Белорусского Полесья, ее позитивные и негативные стороны, а также акцентировать внимание на охране болот, особенно верхового типа, с обилием клюквы и других хозяйственно полезных растений.

При изучении папоротников, плаунов и хвощей необходимо отметить основные экологические особенности их произрастания в современных условиях. При этом уделяется внимание их распространению в зависимости от влажности мест обитания. Особый акцент делается на охрану таких редких видов, как чистоуст величавый или королевский папоротник, водный папоротник – сальвиния плавающая. Учащимся сообщается, что обильное развитие сальвинии возможно лишь в водоемах с чистой водой, что указывает на ее индикаторные функции.

Тема «Голосеменные растения» в плане познания многих экологических закономерностей также имеет немаловажное значение. Хочется отметить, что во втором издании учебного пособия Н. Д. Лисова в завершающем параграфе темы выделен пункт «Значение голосеменных в экосистемах». В нем отмечены многие экологические аспекты: значение голосеменных в обогащении атмосферы кислородом и фитонцидами, укрепление почвы корневыми системами сосен, задержание таяния снега и обогащение почвы водой, роль в формировании растительного покрова. Однако, на наш взгляд, можно отметить удивительную экологическую амплитуду таких видов, как сосна обыкновенная и можжевельник обыкновенный, формирующих различные типы растительных сообществ. Некоторые «островные ельники» Белорусского Полесья являются ботанической редкостью и объявлены памятниками природы республиканского значения. Нельзя обходить стороной проблему резкого сокращения площади еловых лесов на территории Полесского региона в связи с проведением здесь крупномасштабной осушительной мелиорации. При изучении данной темы ученики должны получить краткую информацию о редком виде хвойных – пихте белой, занесенной в Красную книгу Республики Беларусь.

В учебном пособии «Биология. 8 класс» для учреждений общего среднего образования заметна некоторая экологизация содержания

зоологического материала [3]. Проанализируем главу 8 «Тип хордовые» с точки зрения экологизации ее содержательного аспекта. В теме «Надкласс рыбы» выделен пункт «Охрана рыб», в котором рассказано о том, как на законодательном уровне в Республике Беларусь решаются вопросы регламентации рыбной ловли. Здесь также отмечается, что для предотвращения загрязнения водной среды вредными выбросами на предприятиях устанавливаются очистные сооружения, работа которых находится под постоянным контролем.

Учебный материал тем, касающихся изучения пресмыкающихся, птиц, млекопитающих, недостаточно насыщен экологическими понятиями, содержит мало иллюстративного материала экологического плана. В качестве пожелания авторам ныне действующего на территории Республики Беларусь учебного пособия «Биология 8 класс» хочется отметить следующее: в темах «Класс земноводные», «Класс пресмыкающиеся» и «Класс птицы» необходимо указать перечень охраняемых видов, поместить фотографии наиболее значимых из них. В таком случае обучающиеся смогут себе наглядно представить, как выглядят те животные, которых надо охранять. Это возможно учесть при очередном переиздании данного учебного пособия.

Усиление экологизации содержания учебников для среднего звена общеобразовательных учреждений будет соответствовать мировым тенденциям системы биологического образования и способствовать повышению экологической культуры обучающихся.

Экологические понятия, сформированные в 7–8 классах, содействуют пониманию таких тем дисциплины «Биология. 10 класс», как «Организм и среда», «Человек и биосфера», «Биосфера – живая оболочка Земли». Содержание этих тем в случае грамотного формирования экологических понятий в 7–8 классах будет восприниматься осознанно, примеры будут более понятны, так как будут опираться на знание ботаники и зоологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верзилин, Н. М. Общая методика преподавания биологии : учеб. для студентов пед. ин-тов по биол. специальностям / Н. М. Верзилин, В. М. Корсунская. – 4-е изд. – М. : Просвещение, 1983. – 563 с.

2. Лисов, Н. Д. Биология : учеб. пособие для 7-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Н. Д. Лисов. – 2-е изд., перераб. – Минск : Нар. асвета, 2022. – 240 с.

3. Бедарик, И. Г. Биология : учеб. пособие для 8-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. Г. Бедарик, А. Е. Бедарик, В. Н. Иванов. – 2-е изд., перераб. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2023. – 231 с.

[К содержанию](#)

УДК 372.8:57

И. А. МАРТЫСЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
УЧАЩИХСЯ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП**

Решение экологических проблем сегодня рассматривается с позиций двух основных стратегических направлений – технологического и гуманитарного. Преобладающее на практике технологическое направление предусматривает разработку и широкое распространение ресурсосберегающих технологий во всех отраслях хозяйства, обеспечение технологических процессов эффективными системами очистки и т. д. Охрана природы в рамках этого направления осуществляется в основном с помощью нормативно-ограничительных, запретительных мер.

Постепенно приходит понимание того, что использование только одного технологического подхода оказывается недостаточным, так как практически не учитывается психология человека. Важнейшим фактором решения экологических проблем является психологическая готовность людей внедрять уже существующие экологически безопасные технологии, сознательное соблюдение экологических ограничений, стремление принимать личное участие в природоохранной деятельности.

Гуманитарное направление как раз и предполагает смену системы ценностей, коррекцию мировоззрения, перестройку сознания людей, формирование новой экологической культуры человека в контексте общечеловеческой культуры. Отечественная и мировая практика показала, что охрана природы, основанная лишь на запретительных мерах, малоэффективна: возникает противостояние между государством (природоохранными службами) и населением. При этом используются все доступные средства преодоления установленных запретов – от браконьерства до подкупа чиновников. Очевидно, что надежным гарантом устойчивого развития общества является высокий уровень экологической культуры всего населения.

Экологическая культура – это способность людей пользоваться своими экологическими знаниями и умениями в практической деятельности. Люди, у которых не сформирована экологическая культура, могут и обладать необходимыми знаниями, но не использовать их. Экологическая культура человека включает его экологическое сознание и экологическое поведение [1, с. 7].

Под *экологическим сознанием* понимается совокупность экологических и природоохранных представлений, мировоззренческих позиций

и отношения к природе, стратегий практической деятельности, направленной на природные объекты [1, с. 8].

Экологическое поведение – это совокупность конкретных действий и поступков людей, непосредственно или опосредованно связанных с воздействием на природное окружение, использованием природных ресурсов. Экологическое поведение человека определяется особенностями его экологического сознания и освоенными практическими умениями в области природопользования [1, с. 8].

Традиционно развитие экологической культуры связывается прежде всего с экологическим образованием. Однако развитие экологической культуры только на основе формального традиционного экологического образования недостаточно эффективно, поскольку основной его результат – определенная осведомленность обучающихся в области экологических проблем. При этом педагоги отмечают, что хотя учащиеся и усваивают экологические знания, готовы воспринимать информацию об экологических бедствиях, но, как правило, не стремятся разобраться в причинах их возникновения. По данным анкетных опросов, 80 % учащихся не готовы проявлять личную активность в практических делах по охране природы [2, с. 26]. Такая ситуация во многом обусловлена тем, что до сих пор на практике процесс формирования экологической культуры часто ограничивается включением определенных экологических вопросов в биологические, географические, химические и подобные учебные курсы. При этом, как показали специальные исследования, только 15 % школьных учителей рассматривают формирование экологической культуры учащихся как свою важнейшую педагогическую задачу.

Действительно, в настоящее время очевидна недооценка значимости, а также недостаточная научно-методическая разработанность педагогических и психологических основ организации деятельности по формированию экологической культуры различных категорий населения.

Для выявления уровня экологической культуры учащихся мы применили вербальную ассоциативную методику «ЭЗОП» [3]. Вербальная ассоциативная методика «ЭЗОП» направлена на исследование типа доминирующей установки в отношении природы. Можно выделить четыре типа установок: личность воспринимает природу как объект красоты («эстетическая установка»); как объект изучения, получения знаний («когнитивная»); как объект охраны («этическая») и как объект пользы («прагматическая»). «ЭЗОП» – это «эмоции», «знания», «охрана», «польза». Такие рабочие названия типов установок использовались во время создания методики.

Методика состоит из 12 пунктов. Каждый пункт содержит стимульное слово и пять слов для ассоциаций. Например: ЛОСЬ – следы, лесник, трофей, камни, рога. Эти слова отобраны как наиболее характерные,

но «неявные» ассоциации, возникающие у людей с четко выраженным доминированием соответствующей установки. (Четыре слова соответствуют четырем типам установки, пятое – для отвлечения внимания, «мусорное» слово.) Испытуемому предъявляется стимульное слово и предлагается выбрать одно из пяти следующих, которое, по его мнению, больше всего «к нему подходит». Слова предъявляются в высоком темпе, у испытуемого не остается времени осмыслить варианты (пять вариантов оказались для этого наиболее оптимальными), и он вынужден выбирать тот, который «первым пришел в голову». Этот вариант как раз и характеризует доминирующую установку. Количество выборов того или иного типа представляется в процентном отношении от максимально возможного, а затем им присваиваются соответствующие ранги: 1, 2, 3 и 4. Тип установки, получивший наибольший удельный вес (первый ранг), рассматривается как ведущий у данной личности. Опыт показывает, что, как правило, у испытуемых существует не один, а два преобладающих типа установок по отношению к природе.

Исследования проводились на базе СШ № 15 г. Бреста с учащимися 6–11 классов. Для всех возрастных категорий первый ранг присваивается эстетическому типу (К) установки, второй ранг – прагматическому (П), третий – когнитивному (И), этический тип (О) занимает четвертый ранг.

Эстетический тип установки, набравший наиболее удельный вес, т. е. наибольшее количество выборов (первый ранг), представляется в процентном отношении как ведущий у всех возрастных категорий. Самый высокий показатель преобладания выбора этого типа установки характерен для старшей возрастной категории (11 класс), что составляет 36,5 %. Этот показатель варьирует в небольших пределах среди всех возрастных групп. В младшей группе (6 класс) он достигает 33,6 %, в средних – 35 %.

Второй ранг присваивается прагматическому типу установки. И здесь с большим отрывом выходит на первое место средняя возрастная категория, которая отдала 34,5 % выборов в пользу этого типа установки. Этот показатель падает до 28,5 % у старшей возрастной категории и до 24,2 % у младшей. Разница в процентном отношении, что касается прагматической установки, значительна.

Когнитивная установка, которой присвоен третий ранг, преобладает в младшей возрастной категории. Процентное соотношение среди всех возрастных групп варьирует в незначительных пределах. Так, средняя возрастная категория отдала 21 % за данный тип установки, а старшая – 19 %.

Четвертый ранг присвоен этической установке, которая набрала минимально возможное количество выборов: в средней возрастной категории – 9,5 %, в старшей – 16 %, а в младшей – 18,3 %.

Анализ этих данных показывает, что младшая возрастная категория, отдавшая наибольшее количество выборов за этическую установку

и наименьшее за прагматическую, оказалась наиболее экологически сознательной. Средняя возрастная категория обладает самым низким уровнем экологической культуры (34,5 % – за прагматическую установку и 9,5 % за этическую). Старшая возрастная категория занимает промежуточное место.

В качестве главных объективных и субъективных причин такого низкого уровня подготовки учащихся в области экологии можно считать следующее:

- низкая информативная ценность учебного материала учебных пособий по биологии с точки зрения экологического аспекта;
- доминирование объяснительно-иллюстративных методов обучения;
- недостаточное использование на уроках биологии средств наглядности природоохранного направления;
- недооценка специальной, хрестоматийной и научно-популярной литературы в целях повышения познавательного интереса учащихся;
- низкий уровень экологически обусловленного практического взаимодействия с природой.

Среди путей повышения уровня экологического образования, по нашему мнению, могут быть следующие:

- введение в школьную дисциплину «Биология» практических работ исследовательского характера (определение уровня загрязненности воды, почвы, воздуха и т. д.);
- использование инновационных подходов при изложении экологического материала (интерактивные игры, уроки-конференции и т. д.);
- более активное использование учителями-биологами большого количества разработок экологического содержания, публикуемых в методических журналах;
- более системное включение в содержание уроков, а также во внеклассные мероприятия по биологии материала о глобальных и региональных экологических проблемах, о редких видах растений и животных, обитающих на территории Республики Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ясвин, В. А. История и психология формирования экологической культуры / В. А. Ясвин. – М. : Наука, 1999. – 100 с.
2. Мазур, И. И. Путь к экологической культуре / И. И. Мазур, О. Н. Козлова, С. Н. Глазачев. – М. : Горизонт, 2001. – 194 с.
3. Ясвин, В. А. Практикум по психологической диагностике экологического сознания / В. А. Ясвин. – М. : ЦЭПР, 2004 – 32 с.

[К содержанию](#)

УДК 577.11:57.013

А. В. МЕЛЮХ, О. В. КОРЗЮК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ ХИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ**

Изучение в средней школе научных основ современного производства, в том числе химического, – одно из важнейших средств для решения задачи политехнической подготовки учащихся, поэтому изучение вопросов химизации сельского хозяйства в общеобразовательной школе постоянно привлекает внимание методистов и учителей. В осуществлении политехнического обучения учителя химии уже добились некоторых положительных результатов. Многие учителя на уроках химии систематически обращают внимание на применение химии в практической жизни, знакомят учащихся с важнейшими вопросами химизации сельского хозяйства и химического производства, проводят экскурсии, используют технологические схемы. В процессе ознакомления учащихся перед учителями химии встает целый ряд вопросов: отбор вопросов химизации сельского хозяйства, объема знаний о химизации, методических принципов ознакомления учащихся с химизацией и т. д. [1].

Понимание химических процессов, происходящих в агроэкосистемах, позволяет учащимся осознать, как удобрения и пестициды влияют на почву, воду и атмосферу. Например, чрезмерное использование азотных удобрений может привести к эвтрофикации водоемов, что вызывает массовый рост водорослей и ухудшение качества воды. Также в рамках курса химии учащиеся могут изучать альтернативные методы ведения сельского хозяйства, такие как органическое земледелие и интегрированные системы защиты растений. Эти подходы акцентируют внимание на использовании природных ресурсов и минимизации негативного воздействия на экосистемы. Знакомство с такими методами не только расширяет кругозор учащихся, но и способствует формированию навыков критического мышления и анализа, необходимых для принятия обоснованных решений в будущем. Однако такой способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур заострил экологическую проблему, поскольку агрохимизация представляет собой мощный фактор отрицательного воздействия современного сельского хозяйства на окружающую среду. Поэтому изучение экологических последствий химизации в рамках школьного курса химии является не только актуальным, но и необходимым [2].

Кроме того, изучение экологических аспектов химизации сельского хозяйства в школе способствует развитию научной грамотности. Учащиеся учатся исследовать научные данные, анализировать результаты экспериментов и делать выводы на основе полученной информации и осознают важность ответственного отношения к ресурсам и необходимость сбалансированного подхода к использованию химических веществ в сельском хозяйстве [3]. Эти знания формируют у них ценности устойчивого развития, которые будут определять их поведение как потребителей.

Таким образом, изучение экологических аспектов химизации сельского хозяйства в школьном курсе химии является важным шагом к формированию осознанного отношения к окружающей среде. Оно не только обогащает знания учащихся о химических процессах, но и способствует развитию ответственности за будущее нашей планеты [4].

Кроме экологического аспекта, важным является и изучение таких вопросов, как использование достижений науки для практических нужд народного хозяйства, роль науки как движущей силы производства и прогресса. На уроках химии должны изучаться вопросы химизации, важные и доступные для понимания учащимися и наиболее ярко отражающие использование химических теорий и закономерностей в практической жизни, так как в обществе существует искаженное представление о химии – как о первопричине кризисной экологической ситуации. Считается, что все беды на Земле происходят из-за чрезмерного увлечения химизацией и что единственной мерой оздоровления природной среды станет отказ от развития химической индустрии. Такой неконструктивный подход формирует у учащихся устойчивое негативное отношение к химии как к науке в целом и снижает интерес к ее изучению [5, с. 66].

Содержание вопросов химизации сельского хозяйства также логически развивает и углубляет как общебиологические понятия, формируемые в основном курсе биологии, так и специальные понятия. Проблемы, которые раскрываются в данном вопросе, интересны и злободневны, от их решения зависит производство конкурентоспособных отечественных продуктов питания, что позволит улучшить качество питания людей, приведет к снижению стоимости продуктов питания. Особенностью изучения данного вопроса является тесная связь теории с практикой, что стимулирует познавательную деятельность учащихся, способствует развитию практических навыков и умений. Отбор и структурирование содержания вопросов химизации осуществлялись исходя из главной задачи – показать связь химии с сельским хозяйством, способствовать развитию интереса учащихся к изучению средств защиты растений, удобрений, стимуляторов роста, умению применять эти вещества на собственных приусадебных участках [1].

Большое внимание отводится изучению различных видов удобрений и правилам их применения. Учащиеся на факультативных занятиях могут самостоятельно проделывать агрохимические анализы различных типов почв, некоторых удобрений. В качестве объектов исследования должны быть отобраны минеральные удобрения, химическое строение и свойства которых легко анализируются на основе школьного курса химии. Это способствует развитию интересов учащихся в области химии и сельского хозяйства, проведению профориентационной работы, а также пониманию роли химической науки в развитии сельского хозяйства.

Таким образом, процесс изучения вопросов химизации сельского хозяйства связывает теорию с практикой, конкретизирует, углубляет и закрепляет знание теоретических основ химии, помогает ученикам по окончании школы свободно выбирать будущую профессию, а также способствует положительной мотивации обучения, позволяет показать учащимся значение химических знаний для успешного ведения сельского хозяйства – повышения плодородия почв, урожая сельскохозяйственных культур, продуктивности животноводства. Понятие о различных видах удобрений и их рациональном использовании актуализирует экологические аспекты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова, С. С. Прикладная направленность обучения химии в основной школе / С. С. Антонова // Проблемы и приоритеты современного образования : сб. науч. тр. – М. : ИОСО РАО, 2002. – С. 98–102.

2. Коробейникова, Л. А. Изучение вопросов химизации сельского хозяйства на уроках химии в общеобразовательной школе : автореф. дис. ... канд. пед. наук (по методике химии) / Коробейникова Людмила Алексеевна ; АПН СССР, Науч.-исслед. ин-т общ. и политехн. обучения. – М., 1967. – 26 с.

3. Валеева, Е. А. Пути интеграции химических и экологических знаний в процессе изучения химии / Е. А. Валеева // Современные вопросы науки и образования – XXI век : сб. науч. тр. по материалам междунар. заоч. науч.-практ. конф. : в 7 ч. – Тамбов : Консалтинговая компания Юком, 2012. – Ч. 7. – С. 31–33.

4. Глазкова, О. В. Развитие экологических понятий в системе обучения школьников химии / О. В. Глазкова, О. П. Сажина // Непрерывное химическое образование. Тенденции и направления развития : материалы Четвертого Прикам. съезда преподавателей химии – Пермь : Изд. центр Перм. гос. нац. исслед. ун-та, 2019. – С. 25–27.

5. Хусаинов, З. А. Основы формирования экологической культуры учащихся / З. А. Хусаинов // Инновации в образовании. – 2005. – № 2. – С. 66–72.

[К содержанию](#)

УДК 37.015.31:502.12:378.091.8

Г. И. ПИЛОВЕЦ

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

РАБОТА КУРАТОРА ГРУППЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА

Организация идеологической и воспитательной работы в учреждениях высшего образования направлена на совершенствование подходов к планированию, организации и реализации идеологической и воспитательной работы в соответствии с основными нормативными и правовыми актами Республики Беларусь, регулирующими данную деятельность [1].

Работа куратора группы со студентами в университете строится в соответствии с планом по реализации основных составляющих воспитания: идеологическое воспитание; гражданское и патриотическое воспитание; духовно-нравственное воспитание; эстетическое воспитание; воспитание психологической культуры; формирование у обучающихся навыков здорового образа жизни, осознания значимости здоровья как ценности и важности его сохранения, семейное и гендерное воспитание; правовое воспитание, профилактика противоправного поведения среди учащейся молодежи; педагогическое сопровождение студенческого самоуправления группы; воспитательно-профилактическая работа с обучающимися; содействие вторичной занятости, творческой, культурно-массовой и физкультурно-оздоровительной деятельности обучающихся.

Одним из направлений воспитательной работы куратора со студентами является воспитание экологической культуры, формирование экологического сознания во внеучебной деятельности как необходимое условие жизни человека в современном мире. В работе представлен опыт работы куратора группы по формированию экологической культуры студентов-экологов в Витебском государственном университете имени П. М. Машерова.

Основной задачей экологического воспитания студентов является формирование экологической культуры. Экологическая культура как составляющая общей культуры человека определяется экологической направленностью личности, ее экологическим мышлением, способностью и готовностью к практической деятельности в рамках экологической необходимости и права, ведению экологически грамотного, здорового образа жизни, безопасного для человека и окружающей его среды. Основные компоненты экологической культуры личности представлены на рисунке.

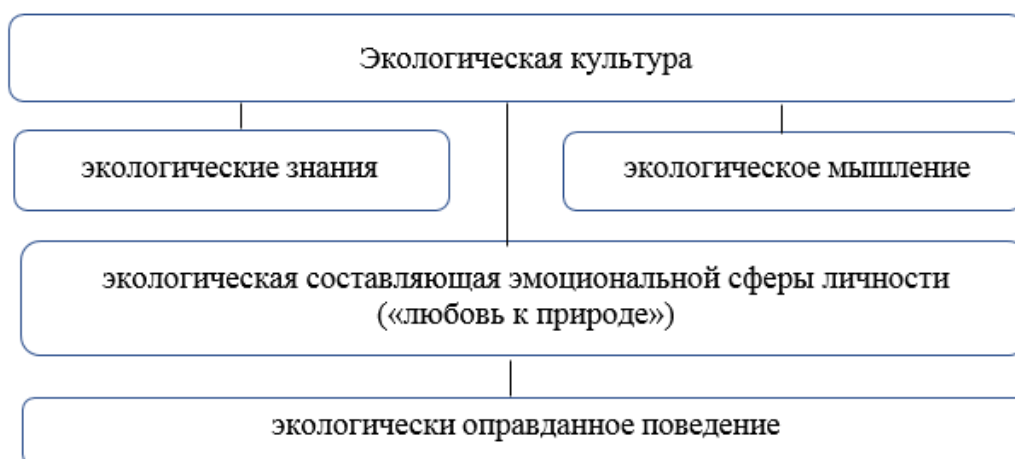


Рисунок – Основные компоненты экологической культуры личности

Экологические знания о природе студенты-экологи получают в процессе обучения. Дополнительной составляющей таких знаний являются знания по экологическому краеведению (о природе и экологии родного края).

Мотивация, определяющая поступки по отношению к природе, формируется при развитии *экологического мышления*. Оно предполагает умение правильно оценивать и анализировать экологические явления, устанавливать причинно-следственные связи экологических проблем, прогнозировать экологические последствия человеческой деятельности.

Под *экологической составляющей эмоциональной сферы* личности подразумевают способность человека позитивно взаимодействовать с природой, переживать свое отношение к природе, проявляя любовь к миру природы.

Экологически оправданное поведение – результат воспитания. Оно определяется установкой на гармонию взаимоотношений человека и природы, избеганием причинения вреда миру природы, предусматривает определенные экологические запреты (не бросать мусор, не ломать веток, не рвать цветов и т. д.).

Экологический аспект воспитательной работы включает: проведение информационных часов на самые актуальные темы, связанные с экологическими проблемами в стране и мире; непосредственное общение с природой, воспитание у студентов бережного отношения к природе, проведение экскурсий на объекты ООПТ страны и ознакомление с методами и приемами природоохранной деятельности; развитие экологического мышления и эстетического вкуса у студентов; проведение мероприятий по защите природной среды (подкормка животных, озеленение и уборка

территорий и др.); просмотр кинофильмов и передач, чтение книг и журналов на экологическую тематику.

Приведем далеко не полный перечень мероприятий экологической направленности в университете и вне университета, в которых приняли участие студенты-экологи курируемой группы 21 БЭ только в 2023–2024 гг.:

- проведены информационные и кураторские часы «Бережливость как образ жизни каждого человека», «Введение в проект ЦУР», «Самый большой урок (о целях устойчивого развития)», «Здоровый образ жизни»;

- приняли участие в расширенном заседании Витебского областного отдела Белорусского географического общества «Антарктида – далекая и близкая»;

- присутствовали на лекции начальника отдела первичной профилактики УЗ «ВОКЦДиК» на тему «Охрана репродуктивного здоровья. Инфекции, передаваемые половым путем» и посетили ГУ «Центр культуры “Витебск”», где прошла акция «Между нами..., или Откровенный разговор о ВИЧ», приуроченной ко Всемирному дню борьбы со СПИДом;

- приняли участие в конкурсах «Формирование культуры безопасной жизнедеятельности в достижении целей устойчивого развития» и «Послы ЦУР» по Цели 11 «Устойчивые города» и Цели 15 «Сохранение экосистем суши» (студентка группы Е. Шинкевич стала победителем конкурса, избрана Дублером Посла ЦУР);

- приняли участие в II творческом конкурсе видеороликов «Минута глазами геоэколога», проведенном БГУ (факультетом географии и геоинформатики, кафедрой географической экологии). Студентка группы О. Гололобова стала победителем конкурса дипломантом среди студентов вузов, заняла второе место).

Ежегодно студенты группы:

- встречаются в рамках Единого республиканского дня безопасности с сотрудниками филиала «Витебскоблгидромет», где рассматриваются неблагоприятные и опасные метеорологические и гидрологические явления, уровни их опасности, меры предупреждения и правила поведения в сложных погодных условиях;

- принимают участие в акции «День без машин: все на велик!» в рамках Всемирного дня без автомобиля, в 2024 г. приняли участие и выступили с докладом на городской пресс-конференции «Воздействие на окружающую среду передвижных источников»;

- принимают участие в заседаниях общественного координационного экологического совета (ОКЭС) при Витебском областном комитете природных ресурсов и охраны окружающей среды на базе университета, филиала «Витебскоблгидромет», филиала «Витебскоблводоканал», Березинского биосферного заповедника и др.

– совершают экскурсии на ООПТ (Березинский биосферный заповедник, республиканский заказник «Козьянский», Браславский национальный парк и др.), что обеспечивает соприкосновение с природой, дает представление о методах и способах охраны природы в Беларуси, в рамках акции «Мы познаем Беларусь» совершают очные и заочные экскурсии, просмотры видеороликов о природном и историко-культурном наследии Беларуси;

– принимают участие в озеленении города, в особых городских акциях (посадка саженца Сталинградского тополя в ботаническом саду университета и др.);

– принимают участие в подготовке, организации и проведении на факультете «Ботанической пятницы», «Дня урожая»;

– осуществляют волонтерскую деятельность, оказывают помощь медвежонку в зоопарке Витебска (собирают средства для Добрыни на вольер, еду и т. д.), принимают участие в традиционной благотворительной акции «В “Добрик” с добром» (собирают и отвозят питание в приют «Добрик»), приняли участие в проходах на заслуженный отдых собаки отдела охраны МВД на площадке питомника для служебных собак г. Витебска.

Студенты группы принимают активное участие в общественных организациях, научных кружках, волонтерской деятельности.

Экологический аспект воспитательной работы является необходимой составной частью подготовки высококвалифицированных специалистов-экологов, позволяет повышать экологическую культуру студентов. В рамках образовательного процесса студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал активного гражданина, специалиста, способного к деятельности, удовлетворяющей потребности общества в оптимизации природной среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструктивно-методическое письмо «Особенности организации идеологической и воспитательной работы в учреждениях высшего образования в 2024/2025 учебном году». – Минск, 2024.

[К содержанию](#)

УДК 378:54

Н. С. СТУПЕНЬ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Согласно новым образовательным стандартам, современный выпускник должен обладать не только набором теоретических знаний, но и умением применять эти знания в своей личной и профессиональной деятельности. Также он должен ориентироваться в самых разнообразных и нестандартных ситуациях, творчески мыслить, уметь работать с информацией, анализировать, обобщать и систематизировать ее.

Одним из эффективных способов согласования дисциплин, входящих в образовательные области, является преподавание смежных учебных дисциплин на основе единой концепции, построенной на общих дидактических и технологических принципах [1]. Таким образом, эффективное использование межпредметных связей в естественно-научном образовании способствует развитию функциональной грамотности у обучающихся. Актуальность использования межпредметных связей при обучении в вузе обусловлена современным уровнем развития науки, на котором ярко выражена интеграция естественно-научных знаний.

Изучение дисциплин химического цикла будет неэффективным без связи с другими естественно-научными дисциплинами биологической, экологической, математической, физической, географической направленности.

На факультете естествознания БрГУ имени А. С. Пушкина осуществляется подготовка специалистов с квалификацией «преподаватель биологии и химии» (специальность «Природоведческое образование (биология и химия)»). Химический цикл дисциплин начинается с преподавания общей и неорганической химии. Целью изучения учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия» является формирование у студентов основы системы фундаментальных естественно-научных знаний и химического мышления, необходимых для понимания физико-химических основ развития природных объектов. Достижение этой цели будет способствовать формированию предметных компетенций будущих учителей биологии и химии. На данном этапе обучения очень важно реализовать межпредметные связи. Реализация межпредметных связей должна осуществляться на теоретическом и практическом уровне.

Теоретические межпредметные связи – это развитие основных положений общенаучных теорий и законов, изучаемых на занятиях

по родственным предметам, с целью усвоения студентами целостной теории [2]. Типичным примером служит теория строения вещества, которая представляет собой фундаментальную связь физики и химии, а ее следствия используются для объяснения биологических функций неорганических и органических веществ, их роли в жизни живых организмов. При этом также осуществляется расширение и углубление признаков предметных понятий и формирование понятий, общих для родственных предметов (общепредметных). К общепредметным понятиям в курсах естественно-научного цикла относятся понятия теории строения веществ (тело, вещество, состав, молекула, строение, свойство), а также общие понятия: явление, процесс, энергия и др. При этом они углубляются, конкретизируются и приобретают обобщенный, общенаучный характер.

Например, при изучении свойств воды как универсального растворителя целесообразно обсудить со студентами вопрос о том, какие особенности строения молекулы воды обеспечивают ее физиологические функции. Для этого учащиеся вспоминают особенности строения молекулы воды (угловая форма) и отмечают, что молекула воды представляет собой диполь, объясняют механизм образования водородных связей, приходят к выводу, что особенности строения определяют ее биологические функции в клетке: транспортную, структурную, терморегуляторную и каталитическую. При изучении периодического закона Д. И. Менделеева следует акцентировать внимание студентов на зависимости между биологической ролью химических элементов и их положением в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева.

При изучении химии элементов целесообразно обсудить многообразие химических элементов в организме человека и их топографию в органах, тканях и биожидкостях. При этом важно уделять внимание не только анализу строения атомов элементов, физических и химических свойств, образуемых ими простых и сложных соединений, вопросам применения и получения веществ, но и биологической роли таких веществ в живых организмах. По нашему мнению, необходимо изучать важнейшие химические элементы биогенного характера (т. е. элементы, принимающие участие в образовании живых организмов или же принимающие участие в жизненно важных процессах) и их роль в биологических системах. Характеристика соединений элементов обязательно должна включать в себя рассмотрение участия их в биологических процессах, представляющих интерес для нормального функционирования живых организмов. Необходимо проводить аналогии между чисто химическими процессами или явлениями и биологическими явлениями (возможно даже экологической направленности или сельскохозяйственного направления). Примеры реализации межпредметных связей приведены в таблице.

Таблица 1 – Межпредметные связи с биологическими науками при изучении дисциплины «Общая и неорганическая химия»

Название и содержание тем дисциплины «Общая и неорганическая химия»	Биологические науки, имеющие связь с общей и неорганической химией	Программные вопросы биологических наук, основанные на химических знаниях
Вещества. Свойства веществ: важность, необходимость и незаменимость элементов и неорганических соединений в клетке – единице живого организма. Значение различия химического состава клеток разных тканей	Цитология, ботаника	Химический состав клетки
Водородный показатель. Соляная кислота: познакомить студентов с понятием «водородный показатель»; показать, как изменяется значение pH в разных отделах пищеварительной системы. Показать значение соляной кислоты для пищеварения в желудке. Роль обкладочных желез. pH крови	Анатомия и физиология человека	Пищеварение Кровеносная система
Кислород: процессы фотосинтеза и дыхания	Физиология растений, физиология человека	Дыхание, фотосинтез
Железо: четвертичная структура гемоглобина	Физиология человека	Кровеносная система
Азот и его соединения: рассмотреть азотные удобрения и их роль для растений	Ботаника, физиология растений	Метаболизм растений
Углерод: важнейший биогенный элемент	Все дисциплины биологического цикла	Зависит от специфики дисциплины
Кальций: значение костей для человеческого организма; доказать необходимость солей Са для формирования костей, необходимость присутствия ионов Са в пище взрослого человека, подростка и новорожденного	Анатомия и физиология человека	Опорно-двигательная система
Магний: необходимость поступления в организм магния, необходимого для ритмичной работы сердца, нормального функционирования нервной системы, состояния мышечной ткани	Анатомия и физиология человека	Сердечно-сосудистая система, нервная система, работа мышц

Изучение всех дисциплин химического цикла сопровождается выполнением химического эксперимента. Методы химического и физико-химического анализа также широко применяются на лабораторных занятиях практически всех биологических дисциплин. Таким образом, формирование целостности естественно-научных знаний у студентов может быть достигнуто использованием интегрального подхода обучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский, С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерности, основы и методы / С. И. Архангельский. – М. : Просвещение, 1980. – 360 с.

2. Блинова, Т. Л. Подход к определению понятия «межпредметные связи в процессе обучения» с позиции ФГОС СОО / Т. Л. Блинова, А. С. Кириллова // Педагогическое мастерство : материалы III Междунар. науч. конф., Москва, июнь 2013 г. – М. : Буки-Веди, 2013. – С. 65–67.

[К содержанию](#)

УДК 378.147:502.17(1-751)

С. В. ЧУБАРО, Е. В. ШАМАТУЛЬСКАЯ, О. Д. СТРОЧКО

Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРЕПОДАВАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ЭКОЛОГОВ

Значение особо охраняемых, или заповедных, территорий в современном мире огромно. Их создание направлено на охрану экосистем, ландшафтного и биологического разнообразия, обеспечение позитивного экологического баланса биосферы различного территориального уровня, воспроизводство ресурсного потенциала, эталонов природы и моделей для восстановления нарушенных и деградированных экосистем. Сфера научно-производственной деятельности, охватывающая вопросы организации и способы сохранения природных комплексов на особо охраняемых природных территориях, получила название «заповедное дело».

Учебная дисциплина «Особо охраняемые природные территории» призвана обеспечить изучение студентами-экологами места и роли охраняемых природных территорий и объектов в системе природоохранных мероприятий, экологических и юридических основ их организации и функционирования [1].

В работе представлен опыт преподавания учебной дисциплины «Особо охраняемые природные территории» для студентов специальностей «Экология» и «Биоэкология» в учреждении образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова».

Целью данной учебной дисциплины является формирование представления об особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ), изучение особенностей и значения системы (сети) ООПТ разного ранга Республики Беларусь.

В задачи изучения учебной дисциплины входит:

- формирование системы опорных научных экологических знаний по организации и обеспечению функционирования охраняемых территорий и объектов;
- изучение основных положений Закона Республики Беларусь «Об особо охраняемых территориях»;
- формирование знаний о принципиальных особенностях режима, правового статуса, порядка организации, функционирования и управления каждой категории ООПТ;
- характеристика ООПТ разного уровня, действующих в Республике Беларусь и других странах мира;
- выявление основных направлений перспективного развития системы ООПТ в Беларуси и тенденций их развития на глобальном уровне;
- обоснование необходимости создания природоохранных территорий и объектов как высшей формы охраны природы.

В рамках образовательного процесса студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Учебная дисциплина «Особо охраняемые природные территории» входит в модуль «Природные ресурсы» цикла дисциплин государственного компонента в учебном плане для данных специальностей. Программа учебной дисциплины составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам («Биоразнообразие», «Оценка природно-ресурсного потенциала Республики Беларусь», «Ландшафтная экология»).

Содержательная часть программы включает два модуля, каждый из которых разделен на темы, изучаемые на лекционных и лабораторных занятиях. В первом модуле «Основы организации и функционирования ООПТ Беларуси» раскрываются вопросы истории становления основных принципов и правил заповедного дела, формируется понятие «особо

охраняемые природные территории», рассматриваются их категории и виды, а также значение нормативно-правовой базы в области организации, охраны и использования ООПТ. Второй модуль «Характеристика ООПТ. Особенности функционирования» предполагает ознакомление с заповедниками, национальными парками, заказниками и памятниками природы Беларуси по типовому плану:

- 1) общие сведения (год образования, площадь, цели и задачи организации, режим охраны, направления научных исследований);
- 2) физико-географические условия (географическое положение, рельеф, климат, гидрографические условия, почвы);
- 3) растительный и животный мир, редкие и исчезающие виды.

Завершается изучение данного модуля рассмотрением географии мировой системы особо охраняемых природных территорий.

Для эффективного проведения занятий по дисциплине подготовлен и издан учебно-методический комплекс [1]. В системе управления обучением ВГУ имени П. М. Машерова размещены задания и методические указания для выполнения лабораторных работ. Важная роль в процессе обучения отводится организации самостоятельной работы студентов, задания для которой составляются на основе дифференцированного подхода.

При организации познавательной деятельности на занятиях широко используются активные методы обучения, которые мотивируют студентов к включению в работу, осуществляют обратную связь, позволяют реализовывать творческий подход к решению поставленных задач, способствуют созданию таких психолого-педагогических условий, в которых обучаемый может занять активную личностную позицию. В ходе обучения применяются различные методы, а также их возможные комбинации.

Лекционные занятия проводятся в виде лекции-беседы, лекции с элементами «мозгового штурма», лекции с разбором микроситуаций, проблемной лекции, что способствует активизации познавательной деятельности студентов.

В начале лабораторных занятий в течение 5–6 минут организуется интеллектуальная разминка, целевым назначением которой является мотивация на активную творческую мыслительную работу, динамичное и системное решение учебных задач и оперативный контроль уровня подготовленности обучаемых к данному занятию. Основу интеллектуальной разминки составляют группы вопросов по понятийному аппарату темы; ориентировке в рекомендуемой к изучению литературе, документам; пониманию важнейших методологических и теоретических положений темы; знанию проблем и противоречий изучаемой проблемы.

Во время занятий используется такой метод, как диалог со студентами, в ходе которого происходит обмен мыслями, оценками, знаниями,

суждениями; развитие самостоятельного, творческого мышления, критического отношения к изучаемым вопросам; повышение эмоциональности обучения. Диалог обеспечивает обратную связь с целью получения информации о понимании студентами наиболее сложных и важных положений занятия, а также оперативное изучение реакции обучаемых на существо излагаемых проблем.

Наиболее часто применяются следующие приемы и методы диалога:

- постановка проблемных вопросов перед аудиторией и предоставление возможности высказаться по существу поставленных вопросов;
- приглашение к высказыванию личных мнений по спорным, неоднозначным вопросам;
- побуждение обучаемых к сравнению, сопоставлению противоречивых фактов, явлений, событий;
- обращение к жизненной практике, личному опыту;
- постановка вопросов на обобщение изучаемого материала.

Ценность данного метода обучения состоит в том, что он позволяет установить деловое сотрудничество с обучаемыми, показывает уважение к их знаниям, опыту, ценностное отношение к самостоятельным суждениям.

Содержание данной дисциплины предоставляет возможности для проведения учебных экскурсий по ООПТ. Антропогенное воздействие – классический пример негативного влияния на окружающую среду. Создание ООПТ – это редкий пример положительного эффекта деятельности человека. Знакомство с такими примерами является важной составляющей экологического образования.

Учебной программой по дисциплине предусмотрено посещение Березинского биосферного заповедника и Республиканского заказника «Козьянский». Выбор объектов определяется не только территориальной близостью, но и уникальностью каждого из них. Так, Республиканский заказник «Козьянский» – один из старейших заказников нашей страны, он играет важную роль в сохранении орнитофауны верховых и переходных болот. Его ключевой достопримечательностью считают удивительное скопление малых озер ледникового происхождения, которых насчитывается более 400.

Особенностью Березинского биосферного заповедника является соседство сразу четырех типов экосистем: густых лесов, рек, лугов и болот (занимают около 60 % территории). Заповедник примечателен тем, что включен во Всемирную сеть биосферных резерватов.

Посещение экскурсий по ООПТ обеспечивает глубокое познание природы, изучение методов и способов сохранения экосистем, формирует представление о достижениях в области охраны окружающей среды в нашей стране.

Учебная дисциплина «Особо охраняемые природные территории» является необходимой составной частью подготовки высококвалифицированных специалистов-экологов, что требует постоянного совершенствования методики ее преподавания через оптимизацию сочетания теории с практикой, традиционных методов обучения с активными и позволяет повышать экологическую культуру обучающихся.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особо охраняемые природные территории : учеб.-метод. комплекс по учеб. дисциплине для специальностей 6-05-0521-01 «Экология», 1-33 01 01 «Биоэкология» / сост.: А. Б. Торбенко, С. В. Чубаро. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – 95 с.

[К содержанию](#)

УДК 372.8:579

Н. В. ШКУРАТОВА

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОЛОГИЯ ЭКСТРЕМОФИЛЬНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ» В ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРОВ-БИОЛОГОВ

Получение углубленного высшего образования в рамках обучения в магистратуре по специальности 7-06-0511-01 «Биология» предполагает как выполнение магистрантом научно-исследовательской работы, так и приобретение им углубленных профессиональных компетенций в процессе прохождения теоретического обучения. В связи с этим при разработке учебного плана магистратуры по указанной специальности учреждение высшего образования включает в цикл дисциплин компонента учреждения высшего образования дисциплины, изучение которых будет способствовать решению инновационных задач в будущей профессиональной деятельности магистра [1, с. 80–87].

К подобного рода дисциплинам относится учебная дисциплина «Биология экстремофильных микроорганизмов», целью которой является расширение знаний магистрантов об особенностях строения, физиологии, генетики экстремофильных микроорганизмов и развитие на их основе способности решать практические задачи в области применения экстремофилов в различных областях деятельности человека. В рамках указанной дисциплины осуществляется углубление знаний магистрантов по таким

дисциплинам, изученным при получении общего высшего образования, как «Альгология и микология», «Микробиология», «Экология и рациональное природопользование», «Биотехнология».

Жизнь на Земле существует в ограниченных физико-химических факторах. Однако наличие многочисленных экстремальных местообитаний, в которых обнаружены живые организмы, определяет необходимость оценки пределов устойчивости земных организмов и жизнеспособности клетки. Экстремофилы принадлежат ко всем трем ветвям древа жизни, т. е. археям, бактериям и эукариотам (водорослям и грибам). Однако большая часть экстремофилов относится к археям, а некоторые экстремофилы тесно связаны с «универсальным предком» клеточных организмов. То есть экстремофилы занимают важное место в эволюционно-филогенетических исследованиях. Физиологические адаптации экстремофилов очень разнообразны и представляют собой ценный экологичный ресурс, играющий важную роль в экономике, основанной на биологических принципах.

Содержание учебной программы магистратуры по указанной дисциплине включает широкий спектр вопросов, охватывающих многообразие экстремофильных микроорганизмов и сред их обитания, особенности механизмов адаптации экстремофилов к абиотическим факторам на клеточном, биохимическом и генетическом уровне, значение и применение экстремофильных микроорганизмов.

Дисциплина демонстрирует обучающемуся существование возможности жизни в условиях, выходящих за пределы антропогенного понимания «нормы», и тем самым расширяет представление о возможностях клеточной формы жизни и использования этих возможностей во благо человека. Дисциплина знакомит с астробиологией, раскрывает значение изучения экстремофилов в решении проблемы происхождения жизни на Земле, демонстрирует роль сообществ экстремофильных микроорганизмов в биогеохимических циклах, а также показывает возможности микроорганизмов-экстремофилов как источника новых биологически активных соединений, белков и ферментов [2; 3].

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся расширяют свой научный кругозор, приобретают умения выдвигать обоснованные гипотезы для объяснения возникновения адаптаций у экстремофильных микроорганизмов, умения использовать достижения в области изучения экстремофильных микроорганизмов для решения теоретических и практических задач.

Таким образом, междисциплинарный подход, охват новых актуальных направлений в биологической науке, раскрытие возможности решения специализированных инновационных задач определяют актуальность

учебной дисциплины «Биология экстремофильных микроорганизмов» в образовательном процессе по специальности 7-06-0511-01 «Биология».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Образовательный стандарт углубленного высшего образования по специальности 7-06-0511-01 «Биология» : постановление М-ва образования Респ. Беларусь от 31 мая 2023 г. № 163. – URL: https://edustandard.by/media/k2/attachments/decreed_163_31-05-2023.pdf (дата обращения: 12.01.2025).

2. Биология экстремофильных микроорганизмов : электрон. учеб.-метод. комплекс для специальностей 1-31 80 01 «Биология», 1-31 80 12 «Микробиология» / Белорус. гос. ун-т ; сост. В. Е. Мямин. – Минск : БГУ, 2022. – 72 с.

3. Громов, Б. В. Экология бактерий / Б. В. Громов, Г. В. Павленко. – Ленинград : ЛГУ, 1989. – 248 с.

[К содержанию](#)

СОДЕРЖАНИЕ

<u>Бойко В. И., Шкуратова Н. В., Матусевич Н. М.</u> Маргарита Петровна Жигар (к 85-летию со дня рождения).....	5
--	---

СЕКЦИЯ 1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

<u>Бойко В. И.</u> Анатомическое строение стебля некоторых древесно-кустарниковых растений, используемых в качестве декоративных в Брестской области.....	8
<u>Кабушева И. Н., Атесленко Е. В., Сак Н. Л.</u> Анатомическое строение листа у декоративных представителей рода <i>Jasminum</i> L. при их культивировании с применением источников искусственного освещения.....	12
<u>Матусевич Н. М.</u> Сравнительное анатомическое строение коры <i>Rosa canina</i> L. и <i>Rosa rugosa</i> Thunb.....	17
<u>Рой Ю. Ф.</u> Анатомическое строение перидермы коры однолетнего корня <i>Quercus robur</i> L. и <i>Quercus borealis</i> Michx.	21
<u>Шкуратова Н. В.</u> О возможности диагностики некоторых дикорастущих представителей секции <i>Vicieae</i> (<i>Fabaceae</i> Lindl.) на основании данных анатомического строения стебля	24

СЕКЦИЯ 2. ФЛОРИСТИКА И ГЕОБОТАНИКА

<u>Ермолаева О. Ю.</u> Находка <i>Aegonychon purpureo-caeruleum</i> (L.) Holub в Азовском районе Ростовской области	28
<u>Кравчук В. Г., Матусевич Н. М.</u> Видовое разнообразие семейства <i>Boletaceae</i> в Национальном парке «Беловежская Пуща»	33
<u>Кулинка Е. М., Мялик А. Н.</u> Нереализованный потенциал декоративных растений аборигенной флоры Беларуси	35
<u>Мялік А. М., Кулагіна Т. Г., Гудная Н. У., Ціток У. У.</u> Фларыстычныя асаблівасці заказніка “Падвялікі Мох” (Ганцавіцкі раён Брэсцкай вобласці)	39
<u>Никонович Т. И.</u> Перспективные сорта и группы роз для использования в зеленом строительстве Республики Беларусь.....	44
<u>Савицкая К. Л., Джус М. А.</u> Новые местонахождения редких видов водных и заходящих в воду береговых растений в пределах Пуховичской равнины (Беларусь)	49
<u>Савчук С. С., Лебедько В. Н., Давидчик Т. О.</u> Дикие родичи культурных растений пищевого целевого назначения во флоре Беларуси ..	53

<u>Шумак С. В., Гарбарук Д. К., Углянец А. В.</u> Современная характеристика живого напочвенного покрова черноольшаника крапивного в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС	58
--	----

СЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

<u>Астанина К. И., Селевич Т. А.</u> Сосудистые растения Первого Лидского водохранилища в г. Лиде Гродненской области	64
<u>Атесленко Е. В., Семенчук Н. В.</u> Способность к генеративному размножению представителей рода <i>Citrus</i> L., содержащихся в горшечной культуре в условиях оранжерей Центрального ботанического сада НАН Беларуси.....	69
<u>Дуброва О. Н.</u> Эколого-биологические особенности некоторых малораспространенных однолетников интродуцированных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси	74
<u>Колмаков П. Ю., Жерносеков Д. Д.</u> Эндогенные причины формирования современного ареала ели обыкновенной	79
<u>Кулагина Т. Г.</u> Подбор молекулярных iPBS-маркеров для исследования генетического родства представителей рода <i>Turbinicarpus</i> (Backbg.) Vuxb. & Backbg.....	82
<u>Курлович Т. В.</u> Феноритмика голубики в центральной части Беларуси.....	87
<u>Осипук Е. Д.</u> Особенности сезонного роста и развития видов рода <i>Lilium</i> L. в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси	92

СЕКЦИЯ 4. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

<u>Бачура Ю. М.</u> Оценка фитостимулирующего действия альгоцианобактериальных комплексов <i>Vischeria-Nostoc</i>	96
<u>Боровик А. А., Мазец Ж. Э.</u> Влияние электромагнитного излучения на фотосинтетический аппарат <i>Raphanus sativus</i> L.	100
<u>Гвоздь В. Д., Филиппова Г. Г.</u> Влияние пептидного элиситора AtPep1 на активность супероксиддисмутазы в растениях руколы (<i>Eruca sativa</i> Mill.) в условиях окислительного стресса	105
<u>Демидович О. А., Ленивко С. М.</u> Ростовые реакции трех сортов актинидии на состав углеводных компонентов в питательных средах для их культивирования	109
<u>Жук Е. А., Филиппова Г. Г.</u> Модификация компонентов антиоксидантной системы растений пшеницы в условиях засоления при различных видах прайминга семян	114
<u>Кабушева И. Н., Атесленко Е. В.</u> Влияние источников искусственного освещения на содержание фотосинтетических пигментов в листьях представителей рода <i>Jasminum</i> L.	117

<u>Корзюк О. В.</u> Оценка влияния 24-эпикастерона и его конъюгатов с кислотами на физиолого-биохимические параметры амаранта трехцветного сорта Иллюминация	121
<u>Куприенко А. Д., Логвина А. О.</u> Влияние селенита натрия на некоторые физиолого-биохимические показатели проростков <i>Daucus carota subsp. sativus</i> (Hoffm.).....	124
<u>Кутас Е. Н., Филипеня В. Л., Махонина О. И., Нехвядович А. В., Петралай О. Н., Ластенко И. И., Аранович К. С.</u> Выход жизнеспособных эксплантов интродуцированных сортов сурфинии и калибрахоа в зависимости от способов стерилизации	129
<u>Ленковец Т. И.</u> Применение минерального удобрения «Биопон» при выращивании рододендронов (<i>Rhododendron</i> L.).....	134
<u>Цеханович С. В.</u> Влияние минерального удобрения Peters professional plant finisher на биометрические параметры хризантемы корейской	137

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЯ, МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

<u>Босак В. Н., Шпигун А. В.</u> Беловежская пуца: ее природные и рукотворные памятники	143
<u>Вабищевич М. М.</u> Использование данных интернет-платформы Inaturalist.org для изучения флоры города Пинска	148
<u>Гарбарук Д. К., Углянец А. В., Воронцовская А. Н.</u> Распространение наиболее опасных инвазионных видов растений на территории Полесского заповедника в границах Наровлянского района	153
<u>Гудная Н. В.</u> Подбор IPBS-маркеров для оценки генетического разнообразия <i>Dracoscephalum ruyschiana</i> L.	158
<u>Домась А. С., Чипурных Е. В.</u> Реакция <i>Festuca rubra</i> L. на применение двух биопрепаратов для снижения фитотоксичности в условиях свинцового загрязнения	162
<u>Колбас Н. Ю., Колбас А. П., Кайдалова М. О., Франчук О. Н.</u> Особенности накопления потенциально токсичных элементов растениями пищевого назначения (на примере культурных и дикорастущих представителей <i>Rosaceae</i> Juss.).....	166
<u>Кукиш С. С., Ситдикова О. Е.</u> Использование активного ила в очистке сточных вод на примере смоделированного локального очистного сооружения	171
<u>Окоронко И. В.</u> Распределение земельных ресурсов бассейна реки Пины и их использование.....	175

<u>Пинчук В. И., Левковская М. В.</u> Фитотестирование качества поверхностных вод в условиях промзоны г. Гомеля с использованием <i>Lepidium sativum</i> L.	178
<u>Прибыловская Н. С., Летко Н. Ю.</u> Структура фитопланктона искусственных водоемов города Ивье	181
<u>Репетугева Ж. Я., Сапсалева А. А., Храмцов А. К.</u> Результаты мониторинга разнообразия фитопатогенных микромицетов Могилевского района Беларуси	184
<u>Храмцов А. К., Поликсенова В. Д., Федюшко И. А.</u> Чужеродные фитопатогенные микромицеты: прогноз распространения в фитоценозах Беларуси	189
<u>Чумаков Л. С.</u> Травяно-кустарничковый фитоценоз лесного олиготрофного болота в условиях долговременной рекреационной нагрузки.....	195
<u>Яковлев А. П., Бакей С. К., Маслюков Е. А., Булавко Г. И., Лешков А. А.</u> Естественное возобновление растительности песчано-гравийных карьеров Беларуси	200

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

<u>Ленивко С. М.</u> К вопросу разработки заданий экологического содержания с учетом межпредметного и метапредметного подходов.....	205
<u>Лукьянчик И. Д., Токарчук С. М.</u> Использование инновационных технологий при проведении спецпрактикума у студентов специальности «Биоэкология»	208
<u>Мартысюк И. А.</u> Формирование экологических понятий в школьной дисциплине «Биология»	212
<u>Мартысюк И. А.</u> Формирование экологической культуры учащихся разных возрастных групп	215
<u>Мелюх А. В., Корзюк О. В.</u> Изучение вопросов химизации сельского хозяйства в школьном курсе химии	219
<u>Пиловец Г. И.</u> Работа куратора группы по формированию экологической культуры студентов университета	222
<u>Ступень Н. С.</u> Реализация межпредметных связей при изучении дисциплины «Общая и неорганическая химия»	228
<u>Чубаро С. В., Шаматульская Е. В., Строчко О. Д.</u> Организационно- методические подходы к преподаванию дисциплины «Особо охраняемые природные территории» для студентов-экологов.....	231
<u>Шкуратова Н. В.</u> Роль учебной дисциплины «Биология экстремофильных микроорганизмов» в подготовке магистров-биологов	235