

Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад
Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы

NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF BELARUS
Central Botanical Garden
Yanka Kupala State University of Grodno



Современные концепции и практические методы сохранения флоразнообразия

(Минск-Гродно, Беларусь, 1-4 октября 2019)

Modern Concepts and Practical Methods for the Conservation of Phytodiversity

(Minsk-Grodno, Belarus, October 1-4, 2019)





Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад
Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы

Современные концепции и практические методы сохранения фиторазнообразия

**Материалы Международного
научно-практического семинара**

(1-4 октября 2019, Минск-Гродно, Беларусь)

Минск
«Колорград»
2019

УДК 502.174:574.1(082)
ББК 20.18я43
С56

Редакционная коллегия:

В. В. Титок, чл.-кор. НАН Беларуси (главный редактор);
О. В. Созинов;
И. К. Володько;
Л. В. Гончарова;
П. Н. Бельй;
А. В. Кручонок

*Материалы изданы в авторской редакции.
Иллюстрации предоставлены авторами публикаций.*

С56 **Современные** концепции и практические методы сохранения фиторазнообразия : материалы Международного научно-практического семинара (1-4 октября 2019, Минск-Гродно, Беларусь) / Национальная академия наук Беларуси, Центральный ботанический сад, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы; ред. кол.: В. В. Титок (главный редактор) [и др.]. — Минск : Колорград, 2019. — 150 с.
ISBN 978-985-596-427-9.

УДК 502.174:574.1(082)
ББК 20.18я43

ISBN 978-985-596-427-9

© Центральный ботанический сад, 2019
© Оформление. ООО «Колорград», 2019

Содержание

Сохранение лесных генетических ресурсов: основные направления, использование <i>ex situ</i> методов	
Каган Д. И., Кулагин Д. В., Падутов В. Е.	5
Иерархия определений и понятий в сфере природоохранных перемещений редких видов растений	
А. В. Кручонок, Б. Ю. Анощенко, В. В. Титок	11
Природные территории Припятского Полесья, представляющие ценность для сохранения разнообразия сосудистых растений	
Мялик А. Н.	16
Позвольте Природе стать Вашим учителем!	
Наумцев Ю. В., Олин П.	22
Система сохранения генетических ресурсов растений в Литве	
Л. Швейстите	26
Что мы охраняем: взгляд систематика	
Тихомиров Вал. Н., Грушецкая З. Е., Дзюбан О. В.	28
Анализ межвидовой и внутривидовой изменчивости по результатам молекулярно-генетических экспериментов на примере рода <i>Anthyllis</i> (<i>Fabaceae</i>).	
Ярмишин А. А., Сидор Л. С., Джус М. А., Анощенко Б. Ю.	35
Вегетативное размножение цитрусовых растений в горшечной оранжерейной культуре	
Атесленко Е. В., Гетко Н. В., Кулян Р. В., Шамшур Г. Ч.	42
Опыт создания декоративных экспозиций редких и охраняемых растений в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси	
Гулис А. Л.	47
Оценка семяношения и посевные качества семян пихты бедой (<i>Abies alba</i> Mill.) при интродукции в Беларусь	
Караневский Р. И., Торчик В. И.	50
Морфометрическая характеристика семян трех охраняемых видов орхидных белорусской флоры	
Козлова О. Н., Решетников В. Н.	54
Genetic diversity of <i>Dianthus arenarius</i> assessed with retrotransposon-based molecular marker system (iPBS)	
Nikole Krasņevska, Dace Grauda, Alesya Kruchonok, Isaak Rashal	58

Современное состояние астранции большой (<i>Astrantia major</i> L.) в Беловежской пуще	
Кравчук В. В., Кручонок А. В., Бернацкий Д. И., Новик Е. Л.	59
Опыт создания резервной ценопопуляции исчезающего вида на примере дримокаллис скальной (<i>Drymocallis rupestris</i> (L.) Sojak) в г. Слоним Гродненской области	
Кручонок А. В., Махонина О. И., Скуратович А. Н., Дубовик Д. В., Масло С. В., Гончарова Л. В., Веевник А. А.	64
Сохранение высоковозрастных генотипов липы мелколистной (<i>Tilia cordata</i> Mill.) в культуре <i>in vitro</i>	
Петров Г. В., Кусенкова М. П., Константинов А. В., Каган Д. И.	75
Влияние режима освещенности на морфологические показатели сеянцев рода <i>Turbincarpus</i> (Cactaceae Juss)	
Шлапакова Т. Г., Титок В. В.	80
Формирование устойчивых придорожных сообществ высокой эстетической и ботанической ценности на модельных объектах особо охраняемых природных территорий	
Спиридович Е. В., Шутова А. Г., Шиш С. Н., Решетников В. Н., Станкевич Т. В., Ежова О. С., Люштык В. С., Вознячук И. П., Степанович И. М., Ефимова О. Е., Голушко Р. М.	85
Diversity and dynamics of wet meadows (<i>Molinietalia caeruleae</i>, <i>Filipendulo ulmariae</i>-<i>Lotetalia uliginosi</i>) and sedge-bed marsh (<i>Magnocaricetalia</i>) vegetation in Kiaulyčia Botanical-zoological Preserve (Žuvintas Biosphere Reserve, Lithuania)	
Balsevičius A., Narijauskas R., Pranaitis A. & Norkevičienė E.	90
Влияние тяжелых металлов на распространение прибрежных растений малых рек	
Боднар О. И., Андрусисин Т. В., Грубинко В. В., Ткач Н. М., Матеюк С. Н., Назар Е. М.	96
Прогнозирование местообитаний редких видов растений: облачные платформы, ГИС-технологии и машинное обучение	
Груммо Д. Г., Русецкий С. Г., Зеленкевич Н. А., Цвирко Р. В., Жилинский Д. Ю.	101
<i>Larix</i> genus plants adaptation in Botanic garden of Klaipėda university, Lithuania	
Asta Klimienė, Laura Normatė, Kristina Baltaragienė, Liuda Razmuvienė, Jurgita Ignotienė	106
Оценка экосистемного разнообразия территории Государственного музея-заповедника «Куликово поле» с использованием ГИС-технологий	
Розова И. В., Попов С. Ю., Наумов А. Н.	116

Видовое разнообразие лесных болотных биотопов (болото «Чертово», заказник «Озеры», Беларусь)	120
Созинов О. В., Рымша О. С.	
Проблемное поле сохранения бриокомплексов на фортификационных сооружениях Беларуси	125
Сакович А. А., Рыковский Г. Ф.	
Эколого-ценотическая характеристика насаждений естественного и искусственного происхождения на пространственно-временном градиенте сосняка мшистого (заказник «Гродненская Пуща»)	131
Созинов О. В., Садковская А. И.	
Эколого-фитоценологическая связь дикорастущих цветущих растений и полезных насекомых	135
Витион П. Г.	
Изучение и восстановление фиторазнообразия Куликова поля (Тульская область, Россия)	139
Волкова Е. М., Бурова О. В.	
Структура и динамика растительности пойменного болота под влиянием кошения	144
Груммо Д. Г., Зеленкевич Н. А., Мойсейчик Е. В. Созинов О. В., Цвирко Р. В., Жилинский Д. Ю.	

Сохранение лесных генетических ресурсов: основные направления, использование *ex situ* методов

Каган Д. И., Кулагин Д. В., Падутов В. Е.
ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Гомель, Беларусь,
quercus-belarus@mail.ru

Резюме. В статье обсуждаются основные направления сохранения лесных генетических ресурсов *in situ* и *ex situ*. Рассмотрены теоретические основы и особенности использования *ex situ* методов сохранения лесных генетических ресурсов.

Summary. Kagan D. I., Kulagin D. V., Padutov V. E. **Conservation of forest genetic resources: the main directions, using of *ex situ* methods.** The article discusses the main directions of conservation of forest genetic resources *in situ* and *ex situ*. The theoretical foundations and features of using *ex situ* methods for the conservation of forest genetic resources are considered.

Лесные генетические ресурсы (ЛГР) — это передающиеся по наследству материалы, содержащиеся внутри одного и различных видов древесных растений, представляющих фактическую или потенциальную экономическую, экологическую, научную и социальную ценность [1]. Общая площадь лесов в мире согласно последней Глобальной оценке лесных ресурсов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (2015) составляет 3999 млн га, или 30,6% территории суши [2]. Количество видов растений оценивается на уровне 400 тыс., из которых более 60 тыс. относятся к древесным видам [3].

В настоящее время вследствие изменения климатических условий, сокращения площадей лесов, фрагментации и деградации мест произрастания, чрезмерной эксплуатации природных популяций человеком, загрязнения атмосферы, распространения инвазивных видов растений и животных существует проблема сохранения ЛГР. В соответствии с недавно составленным списком видов древесных растений, находящихся в угрожаемом состоянии, из включенных в него

9641 видов: 1894 находятся на грани исчезновения, 3436 — под угрозой исчезновения, 4311 — в уязвимом положении [4]. В то же время только треть видов древесных растений была оценена с точки зрения необходимости присвоения им охранного статуса [3], что свидетельствует о недостаточности знаний в этой сфере.

Помимо видового разнообразия существует необходимость сохранения генетического разнообразия, так как оно служит основой для адаптации растительности к неблагоприятным явлениям окружающей среды в условиях изменяющегося климата [5]. В особенности это касается деревьев, поскольку они относятся к долгоживущим жизненным формам [1]. Процесс естественной адаптации видов и популяций к изменяющимся условиям существования, по-видимому, недостаточен для предотвращения потери биологического (в том числе генетического) разнообразия и сохранения необходимого уровня их адаптогенного потенциала. При этом исследования последних лет показали, что растения начинают терять свое генетическое разнообразие задолго до того, как

сам вид окажется в угрожаемом состоянии [6]. Поэтому главными целями сохранения генетического разнообразия древесных видов являются обеспечение их способности адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды и одновременно поддержание ресурсной генетической базы для селекционного улучшения и иного практического использования как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе [7]. Для этого необходимо иметь как можно бóльшую представленность аллельного разнообразия [8].

В настоящее время целенаправленное сохранение ЛГР может быть реализовано двумя основными способами: *in situ* (поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде произрастания) и *ex situ* (сохранение компонентов биоразнообразия вне их естественных мест обитания).

Для сохранения всего разнообразия редко встречающихся аллельных вариантов, которые могут иметь ценность в будущем, лучше подходят методы *in situ*, поскольку объем материала, который можно поддерживать *ex situ*, относительно мал [9, 10]. На уровне видов наилучшим образом это достигается при сохранении нескольких популяций, отличающихся на генетическом уровне и находящихся в различных экологических зонах ареала [9]. Однако эффективность направления *in situ* находится в сильной зависимости от процессов, протекающих в непосредственной близости от границ этих зон (характер хозяйственной деятельности человека, распространение инвазивных видов животных и растений, загрязнение атмосферы, возникновение очагов пожаров и др.). Кроме того, фрагментация охраняемых территорий ведет к изоляции отдельных популяций растений, снижая тем самым их адаптивный потенциал по отношению к процессам изменения клима-

та [11]. Ввиду причин, указанных выше, в ряде случаев невозможно сохранить определенные популяции конкретного вида в естественных условиях произрастания. В такой ситуации наиболее целесообразно применение методов *ex situ*, особенно это актуально для редких или находящихся под угрозой исчезновения видов [1, 5, 12].

В настоящее время по всему миру *ex situ* методами сохраняется около 1800 видов деревьев. Общее количество единиц хранения — около 160 тысяч, бóльшая часть из которых представлена насаждениями в полевых условиях (полевые банки, архивы клонов, испытательные и географические культуры и др.). Подавляющее большинство единиц хранения — виды и рода высокой экономической значимости (*Pinus*, *Eucalyptus*, *Albizia*). Для 50 видов названных родов выполняются программы селекционного улучшения, а их *ex situ* коллекции могут включать тысячи образцов. Согласно глобальной стратегии по сохранению растений в условиях *ex situ* должны сохраняться как минимум 75% видов растений, находящихся в уязвимом положении, при этом как минимум 20% из них должны быть доступны для программ восстановления популяций [13]. Данная задача вполне осуществима посредством создания семенных коллекций, поскольку семена большинства покрытосеменных (75–80%) относятся к группе ортоксальных (то есть тех, которые могут быть высушены и сохраняться в течение длительного времени при низких температурах) [11].

Преимущества сохранения *ex situ* заключаются в возможности изучения биологии видов, ускоренного их использования в селекции, генетического контроля материала, несложного доступа к коллекции и относительной гарантии ее сохранности [14]. В то же время при поддержании коллекций *ex situ* могут возникать определенные

проблемы генетического характера: дрейф генов, накопление мутаций, инбридинг, искусственный отбор, обусловленный условиями выращивания, и аутбридинговая депрессия (результат скрещивания между представителями ранее репродуктивно изолированных популяций вида) [15].

Различают генетически статическое и эволюционное сохранение *ex situ*. В первом случае смещение частот аллелей по отношению к исходной популяции не происходит. Статическое сохранение актуально при работе с проверенными по наследственным свойствам генотипами. Такой подход реализуется в архивах клонов, банках семян или при криосохранении. Эволюционное сохранение *ex situ* заключается в том, что в соответствующих условиях допускается изменение частот аллелей и, как следствие, адаптация к условиям культивирования. Такой процесс имеет место в тех случаях, когда в искусственно созданном насаждении в дальнейшем доминирует воспроизводство из семян целевых лесных пород. Эволюционное сохранение подразделяется на две категории: строго эволюционное (адаптация к конкретным почвенно-климатическим условиям местопроизрастания) и практическое эволюционное (целенаправленный отбор носителей хозяйственно ценных признаков) [16]. Обобщение работ и исследований по сохранению редких и исчезающих древесных растений показывает, что большинство коллекций скорее генетически статичны, нежели динамичны, поскольку в них редко допускаются генетические изменения (к примеру, рекомбинация при половом процессе). Однако все чаще происходит обмен образцами между различными коллекциями для повышения генетического разнообразия в рамках искусственных популяций и проведения селекционной работы [5].

Первым и основным вопросом при сохранении ЛГР *ex situ* является выбор стратегии в каждом конкретном случае. Решение данного вопроса зависит как от характеристик самого объекта, так и от ряда не связанных с ним обстоятельств. К таковым относятся [16]: (1) определение цели сохранения генетических ресурсов *ex situ*, а именно масштаб (отдельный генотип, насаждение, популяция, группа популяций, вид в целом) и степень дальнейшего практического использования сохраняемого материала; (2) знание репродуктивной биологии и наличие опыта культивирования того или иного вида, что во многом определяет успешность попыток его сохранения *ex situ*; (3) выбор статического или эволюционного сохранения, тесно связанный с первоначальной целевой установкой; (4) определение состояния вида, что позволяет установить, насколько оперативными должны быть действия по сохранению его генетических ресурсов; (5) возможности основной организации-исполнителя и ее материально-техническая база, оказывающие значительное влияние на планирование мероприятий по сохранению ЛГР.

Другим важным вопросом является определение достаточного размера образца в коллекциях *ex situ*. Для решения этой задачи предлагается несколько концепций [16]:

- при использовании подхода *in situ* размер сохраняемой популяции должен быть таким, чтобы сохранить все редкие аллели, которые могут быть значимы в будущем, и поддерживать достаточный уровень генетического разнообразия для уравнивания процессов дрейфа генов и мутационной изменчивости. Минимальное оценочное количество, удовлетворяющее указанным условиям, составляет 1000–5000 особей. К таковому следует стремиться и в коллекциях *ex situ*;

- Браун и Харднер предположили, что сбор материала 30–60 индивидуумов в рандомизированном порядке из 50 популяций в каждой экогеографической зоне позволяет сохранять хотя бы одну копию любого аллеля, встречающегося в более чем 5% популяций с частотой более 0,05, с вероятностью 90% [17]. Данный подход предлагается использовать в стандарте ФАО для генетических банков [18];

- формула 1 — $[1/(2Ne)] \times 100$, где Ne — количество независимо собранных образцов (деревьев), предсказывает относительную долю сохраняемой аддитивной генетической вариации [19]. Последняя, в свою очередь, является основным показателем, отражающим генетический потенциал к селекционному улучшению и эволюционной адаптации. Исходя из этой формулы, можно заключить, что при включении в коллекцию *ex situ* 20–50 образцов различных деревьев из популяции потеря аддитивной вариации составит лишь 1,0–2,5%.

В целом, если вид находится на грани исчезновения и представлен небольшим числом индивидуумов, материал отбирается в максимально возможном количестве. Если же стоит задача сохранения ЛГР достаточно распространенного древесного вида, то рекомендованным является популяционно-генетический подход [16].

Основными методами сохранения ЛГР *ex situ* являются:

- генетические банки семян, пыльцы, ДНК, культур *in vitro*, криогенно замороженных тканей, органов и частей растений, полевые генетические банки. основополагающие принципы их функционирования осуществляются согласно «Стандартам генных банков для генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства» [18];

- селекционные объекты: (1) архивы клонов, архивно-маточные плантации — коллекции отдельных деревьев,

размноженных вегетативно посредством прививки, черенкования или микроклонального размножения. Здесь сохраняются только определенные генотипы, их воспроизводство через семенное потомство не предусматривается, поэтому такие объекты относятся к генетически статическому способу сохранения гермоплазмы; (2) лесосеменные плантации — непосредственный результат селекционных программ, предназначены для массового производства семян с улучшенными наследственными свойствами. Известно, что при определенном наборе родительских генотипов в таких объектах возможно сохранение или даже увеличение генетического разнообразия по отношению к исходной популяции [20]. Таким образом, лесосеменная плантация может рассматриваться как хранилище генетических ресурсов даже после окончания ее эксплуатации как источника семенного материала; (3) испытательные культуры — создаются в большинстве случаев для оценки общей или специфической комбинативной способности родительских деревьев, а также для изучения особенностей роста вегетативного потомства определенных клонов. Могут являться хранилищем ценных генетических ресурсов, поскольку, во-первых, известна информация о фенотипе по крайней мере одного родителя, а во-вторых, велика вероятность того, что отдельные генотипы несут наследуемые хозяйственно ценные признаки; (4) географические культуры — предназначены для изучения ростовых особенностей представителей одного или нескольких видов древесных растений, происходящих из различных мест произрастания. Часто при закладке таких объектов используется генетический материал достаточно большого количества индивидуумов из различных популяций, географически разобщенных друг от друга;

• семенные плантации видов, находящихся в уязвимом состоянии.

Создание таких объектов обусловлено тем, что продуцирование семян некоторых древесных видов в естественных условиях недостаточно или получаемое потомство характеризуется низким генетическим потенциалом. Полученный на плантации репродуктивный материал может использоваться в лесокультурной практике для целей восстановления популяций целевых видов. Примером такого сохранения ЛГР является создание в Германии семенных плантаций дикорастущих плодовых видов *Malus sylvestris* Mill. и *Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd [9, 21];

• искусственные насаждения с контролируемой структурой. В основном метод используется для сохранения генетических ресурсов тропических древесных растений, в чистом виде встречается сравнительно редко. Основная принципиальная особенность метода — создание искусственной экосистемы, включающей один или несколько целевых видов на специально подобранной территории. Существенным является превентивная изоляция объекта во избежание скрещивания с родственными видами. Основным недостатком заключается в том, что зачастую деревья целевой породы даже во взрослом состоянии не продуцируют или дают очень малое

количество семян, что в свою очередь создает трудности для воспроизводства подобных насаждений [16].

Необходимо отметить, что направления *ex situ* и *in situ* являются взаимодополняющими, и между ними существует ряд переходных форм. В последнее время разрабатываются такие интегрированные технологии, как: *inter-situ* — реинтродукция редких и исчезающих видов на территории, где они произрастали ранее согласно палеоэкологическим данным [22]; «квази» *in situ* — сохранение уязвимых и редких видов на менее ограниченных пространствах в созданных самоподдерживающихся популяциях, включая анализ их распределения в природе, репрезентативный отбор образцов, их реинтродукция в более подходящие природные условия и мониторинг успешности функционирования таких популяций [23]; *circa situm* (также *circa situ*, «farmer-based conservation», «сохранение *in hortus*») — ряд растений природной флоры используют в сельском хозяйстве, сохраняя, таким образом, их генетические ресурсы [24]. В целом методы *ex situ* и *in situ* характеризуются наибольшей эффективностью при совместной реализации и служат гарантией сохранения генетических ресурсов того или иного вида, а также источником материала для реинтродукции и научных исследований [5].

Список литературы

1. The state of the world's forest genetic resources. FAO of the United Nations. 2014. 277 p.
2. Глобальная оценка лесных ресурсов 2015: как меняются леса мира? FAO. 2016. 48 с.
3. Beech E., Rivers M., Oldfield S., Smith P.P. GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. Journal of Sustainable Forestry. 2017. Vol. 36. No. 5. P. 454–489.
4. Rivers M., Shaw K., Beech E., Jones M. Conserving the World's Most Threatened Trees: A global survey of *ex situ* collections. 2015. 84 p.

5. Potter K.M., Jetton R.M., Bower A., Jacobs D.F., Man G., Hipkins V.D., Westwood M. Banking on the future: progress, challenges and opportunities for the genetic conservation of forest trees. *New Forests*. 2017. No. 5. P. 153–180.
6. Paul M., Hinrichs T., JanBen A., Schmitt H. — P., Soppa B., Stephan B.R., Dörflinger H. Forest genetic resources in Germany. Concept for the conservation and sustainable utilization of forest genetic resources in the Federal Republic of Germany. 2010. 76 p.
7. Eriksson G., Namkoong G., Roberds J.H. Dynamic gene conservation for uncertain futures. *Forest Ecology and Management*. 1993. Vol. 62. No. 1–4. P. 15–37.
8. Namkoong G. A gene conservation plan for loblolly pine. *Canadian Journal of Forest Research*. 1997. Vol. 27. No. 3. P. 433–437.
9. Skrøppa T. *Ex situ* conservation methods. *Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe*. 2005. P. 567–583.
10. Yanchuk A.D., Lester D.T. Setting priorities for conservation of the conifer genetic resources of British Columbia. *The Forestry Chronicle*. 1996. Vol. 72. No. 4. P. 406–415.
11. Corlett R.T. Plant diversity in a changing world: status, trends, and conservation needs. *Plant Diversity*. 2016. Vol. 38. No. 1. P. 10–16.
12. Cavender N., Westwood M., Bechtoldt C., Donnelly G., Oldfield S., Gardner M., Rae D., McNamara W. Strengthening the conservation value of *ex situ* tree collections. *Oryx*. 2015. Vol. 49. No. 3. P. 416–424.
13. Global plan of action for the conservation, sustainable use and development of forest genetic resources. FAO of the United Nations. 2014. 34 p.
14. Новикова Т.И. Использование биотехнологических подходов для сохранения биоразнообразия растений. *Растительный мир Азиатской России*. 2013. № 2. С. 119–128.
15. Schaal B., Leverich W. J. Population genetic issues in *ex situ* plant conservation. *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild*. 2004. P. 267–285.
16. Forest genetic resources conservation and management. Vol. 3. FAO, FLD, IPGRI. 2004. 88 p.
17. Brown A.H. D., Hardner C.M. Sampling the gene pools of forest trees for *ex situ* conservation. *Forest Conservation Genetics: Principles and Practice*. 2000. P. 185–196.
18. Стандарты генных банков для генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. FAO. 2015. 182 с.
19. Lande R., Barrowclough G.F. Effective population size, genetic variation, and their use in population management. *Viable Populations for Conservation*. 1987. P. 86–123.
20. Ивановская С.И. Генетические ресурсы сосны обыкновенной в Беларуси, их сохранение и использование в селекционном семеноводстве: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03. 2015. 24 с.
21. Kleinschmit J., Stephan R. Wild fruit trees (*Prunus avium*, *Malus sylvestris* and *Pyrus pinaster*). Noble Hardwoods Network. Report of the Second Meeting. 1998. P. 51–60.
22. Burney D.A., Burney L.P. Paleoecology and “inter-situ” restoration on Kaua’i, Hawai’i. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2007. Vol. 5. No. 9. P. 483–490.
23. Volis S., Blecher M. Quasi in situ: a bridge between *ex situ* and *in situ* conservation of plants. *Biodiversity and Conservation*. 2010. Vol. 19. No. 9. P. 2441–2454.
24. Boshier D.H., Gordon J.E., Barrance A.J. Prospects for *circa situm* tree conservation in Mesoamerican dry forest agro-ecosystems. *Biodiversity Conservation in Costa Rica, Learning the Lessons in the Seasonal Dry Forest*. 2004. P. 210–226.

Иерархия определений и понятий в сфере природоохранных перемещений редких видов растений

А. В. Кручонок, Б. Ю. Аношенко, В. В. Титок

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail:

A.Kruchonok@cbg.org.by

Резюме. Целью данного исследования является приведение к единой системе терминологических и методических разночтений в вопросе определений и практического применения природоохранных перемещений. Обсуждены ключевые термины природоохранных перемещений редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси, определена их иерархия, перечислены особенности методик сохранения, резервирования и возобновления генофонда видов и ценопопуляций, находящихся в критическом состоянии. Приведены варианты выполнения перемещений, названы особенности и комбинации вспомогательных методик *ex situ* для успешного выполнения работ по резервированию.

Summary. A. V. Kruchonok, B. Yu. Anoshenko, V. V. Titok. Hierarchy of definitions and concepts in the sphere of translocations the rare species of plants for conservation purpose. Disturbances in biocenotic relationships entail changes in ecosystems. These processes are developing rapidly, therefore an in-depth analysis and development of common strategies for overcoming the irreversible depletion of the biota is needed. A variety of environmental programs operates in the Republic of Belarus. The most effective method of protecting biocenoses and with them rare and endangered plant species is *in situ* conservation. The article analyzes the existing terms, defines key concepts and their hierarchy for planning and implementing nature conservation movements of rare and endangered plant species of the natural flora of Belarus. The ways and methods of conservation reserving and renewal of the gene pool of the populations of the critical populations are described. Specific features of the implementation of nature conservation movements of rare plants with the definition of the representativeness of the gene pool when reserving are named. The further prospects of restoring the cenopopulation to a non-threatened state of vitality are listed.

Нарушения биоценотических связей влекут за собой изменения в экосистемах и приводят к деградации фитоценозов. Эти процессы развиваются стремительно, необходим глубокий анализ и выработка единых стратегий преодоления необратимого обеднения биоты. Наиболее действенным методом охраны биоценозов, а с ними и редких и исчезающих видов растений является *in situ* сохранение. Однако скорость деструктивных изменений порой не оставляет возможностей для сохранения растений в естественных условиях, именно поэтому необходимо понимать важность

включения в процесс сохранения редкого компонента флоры методов *ex situ* резервирования. Природоохранные перемещения отдельных видов на сохранившихся природных территориях следует рассматривать как перспективные меры по поддержке, восстановлению и резервированию популяций и видов, находящихся под угрозой полного исчезновения.

Цель работы – прояснить терминологические и методические разночтения в вопросе определений и практического применения природоохранных перемещений. На этапе планирования работ, связанных с пе-

ремещением редких растений из или в природные территории, исследователи сталкиваются с терминологической путаницей. К сожалению, в нормативно-правовых актах, касающихся обращений с объектами растительного мира, не обозначены основные термины, касающиеся переноса растений внутри и из их естественных мест обитания. Чтобы правильно строить стратегию и тактику любого варианта природоохранного перемещения (или **транслокации**) редких видов растений с места на место, необходимо четко определять вид, эффективность, особые требования и перспективы этого перемещения.

Мы изучили уровни понимания ключевых терминов в нескольких методических системах – рекомендациях Международного союза охраны природы (IUCN), Международного совета ботанических садов по охране растений (BGCI), Совета ботанических садов России и в методических разработках ряда стран [4, 5, 6, 7]. Все понятия в них находятся в четкой иерархической соподчиненности. За рабочую систему мы приняли иерархию понятий IUCN, однако считаем необходимым внесение некоторых дополнений, т. к. схема IUCN методически и терминологически наиболее приспособлена для транслокации объектов животного мира [3]. Рассматриваемые термины отражают отношения различных методов сохранения, исходного материала и территорий в цепочке *in situ* – *ex situ* – *in situ*.

Общим термином, описывающим преднамеренное или вынужденное перемещение дикорастущих особей или популяций из одной части ареала в другую или в сходные условия, является **транслокация** [3]. В научной терминологии присутствуют определения **транспортиация** и **трансплантация** [1], но мы не будем касаться их трактовок, так как их значения в большой степени синонимичны. Частное проявление

транслокации – интродукция, или введение в культуру в данном естественноисторическом районе растений, ранее в нем не произраставших или ранее имевших общий с данной территорией ареал. Также интродукцией считают перенос вида в культуру из условий *in situ* местной флоры [7]. Интродукция имеет ряд биоэтических особенностей. Виды, интродуцированные напрямую в *in situ*, без комплексных интродукционных исследований, оценки генетического статуса и инвазионного потенциала, создают определенную угрозу естественным сообществам. В предлагаемой нами схеме (рисунок 1) **интродукция** выступает как способ привлечения вида, его резервирования, изучения и оценки и создания базы для **реинтродукции**, или восстановления вида в местообитаниях или областях, которые когда-то были частью его исторического ареала и где он был уничтожен или исчез [3].

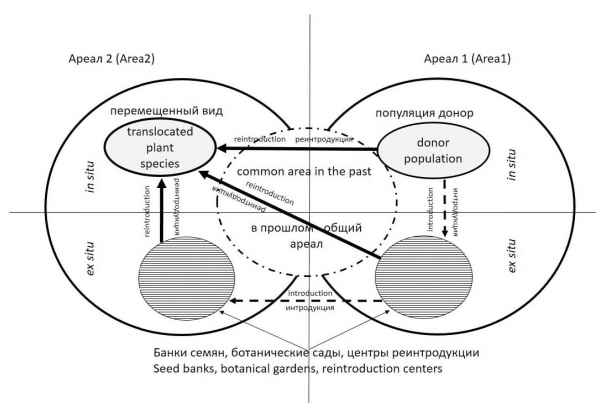


Рис. 1.

Схема реинтродукционного процесса

Одним из уровней **реинтродукции** является **репатриация**, или возвращение потомства особей определенной популяции, сохраненное в условиях *ex situ*, в их естественноисторический ареал местообитания [10]. Популяции, в которых стремительно идут процессы угасания и деградации, можно улучшить с помощью **реставрации** – усиления ценопопуляции особями, воспроизведе-

денными в условиях *ex situ* из оригинальной диаспоры с целью восстановления количества и нормального онтогенетического спектра с соблюдением всех правил экобезопасности для исключения вероятности ассоциированных ин-

вазий. [11] **Реставрацию** также следует рассматривать как вспомогательный процесс при последующей коррекции реинтродуцированных и репатриированных популяций (Рисунок 2).

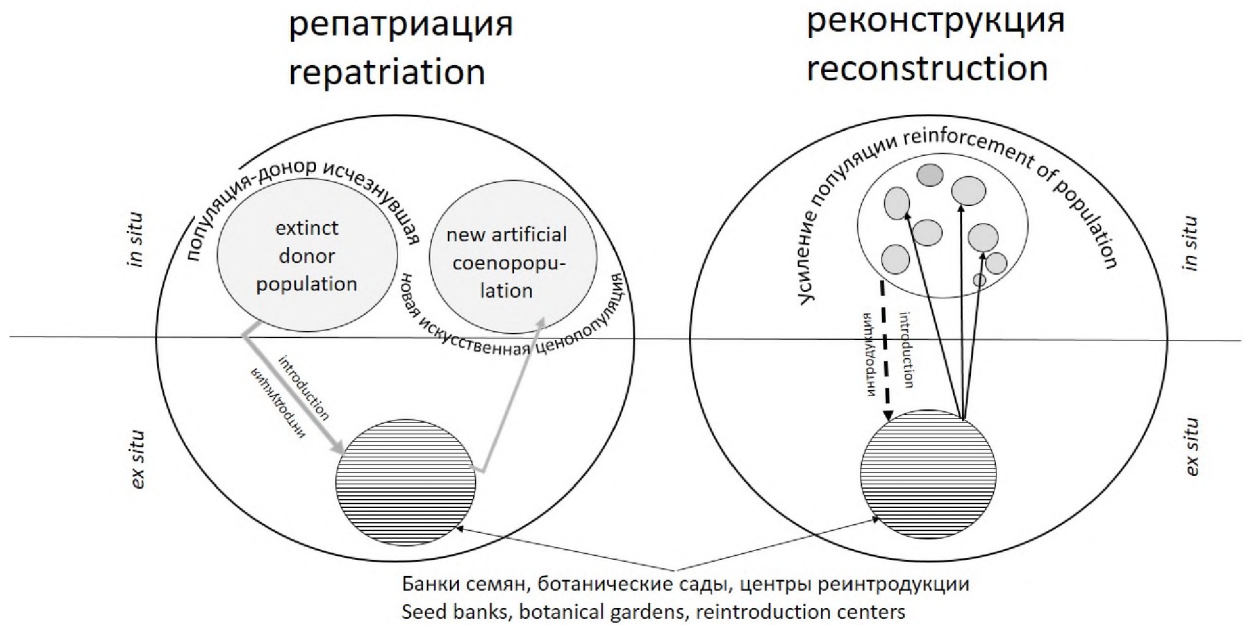


Рис. 2.
Схема процессов репатриации и реконструкции

Таблица 1. Виды природоохранных транслокаций и их особенности

Вид транслокации	Цель	Донор диаспоры	Реципиент диаспоры	Уровень
интродукция	привлечение нового вида	<i>ex situ</i> , <i>in situ</i>	<i>ex situ</i>	видовой
реинтродукция	восстановление ранее произраставшего вида	<i>in situ</i>	<i>in situ</i> через методы сохранения <i>ex situ</i>	видовой
репатриация	возвращение популяции в исходное местообитание	<i>ex situ</i>	<i>in situ</i>	популяционный
реставрация	усиление популяции	<i>ex situ</i>	<i>in situ</i>	популяционный

Перед планированием и осуществлением природоохранных **транслокаций** необходим подготовительный этап, на котором оцениваются риски, стоимость и долгосрочные перспекти-

вы этих действий. После обнаружения ценопопуляции редких растений, которая по итогам обследований признана находящейся в критическом состоянии, необходимо оценить

виды и векторы действия угроз, скорость деградации и принять решение об изъятии диаспоры или особи для резервирования. Если позволяет запас времени, то изъятие семян, спор и пропагул обеспечит наилучший результат, так как существует вероятность сохранения генетической гетерогенности популяции. Важны знания о генеративной биологии вида, его диссеминации, особенностях развития и покоя семян, и если информация о биологических особенностях вида недостаточная, то решение об изъятии всей особи будет правильным. В таком случае рекомендуется дополнительно собирать и пыльцу вида для последующего опыления и поддержания в культуре как можно большей генетической гетерогенности популяции (вида). Изъятие особей из ценопопуляции также показано в случае стремительно ухудшающейся ситуации с популяционным полем. К тому же существует ряд видов, находящихся в микосимбионтных отношениях, они изымаются полностью для выделения культуры гриба и введения его в среды при проращивании семян с помощью биотехнологических методов.

Перенос взрослых растений напрямую из *in situ* в *in situ* (т. н. **транспортировка**) чаще всего обречен на неудачу и имеет малый биологический смысл. Причиной тому является отсутствие полноты онтогенетической структуры переносимой популяции, т. к. изымают обычно хорошо заметные генеративные особи, что ведет к развитию перенесенной популяции в правосторонний тип (с преобладанием генеративных особей) и последующее ее угасание. Изъятие же диаспоры в нужном количестве дает возможность создания резерва в банке семян в *ex situ* и возобновления особей, находящихся на различных этапах онтогенеза, а также закладку на месте транслокации почвенного банка семян. **Транспортировка** без изучения и оценки всего спектра экоэволюционных

условий наиболее вероятно потерпит неудачу из-за неучтенных симбиотических и консортивных взаимоотношений в биоценозе. Также в процессе прямых переносов вероятны ассоциированные инвазии, особенно если изъятие производится из нарушенных, открытых фитоценозов.

Весьма важным вопросом является **объем изъятия** материала из популяции. Ведь основная цель – сохранить как можно более полный спектр генетической гетерогенности популяции. Поэтому в практике сбора материала для банков семян существует ряд правил для растений различного типа опыления. Например, семена самоопыляемых видов собирают в количестве вдвое большем, нежели перекрестно опыляемых. Споры папоротникообразных необходимо собирать из отдаленных частей популяционного поля, а еще лучше из близлежащих метапопуляций, что связано с биологией таксона. Для сбора пропагул следует применять специальные методики, позволяющие отличать рамет от генета, во избежание тиражирования клонов.

Для оценки осуществимости проекта необходимо понимание экономики и логистики **транслокации**. Начиная проект перемещения, нужно в первую очередь соблюсти все нормы и правила международных и национальных положений об объектах растительного мира, т. к. в дальнейшем тщательно задокументированный материал можно вводить в систему дублирования, обмена и восстановления в биобанках. Только при четком планировании сроков, количества выездов для изъятия, начиная от получения разрешительных документов до резервирования и восстановления из семян в *ex situ*, адаптацией, карантина и выноса в *in situ* и, соответственно, стоимости проекта возможен успех и соблюдение юридических, экологических и биологических норм транслокации. В стоимость

проекта необходимо закладывать и долгосрочный мониторинг популяции с ведением записей по принятой форме [8]. Необходимым условием успешности проекта является четкая координация вовлеченных в процесс транслокации структур – все действия после оценки состояния популяции нужно согласовывать с органами и учреждениями, контролирующими природную территорию и регламентирующими действия с объектами растительного мира.

Республика Беларусь взяла на себя ряд международных обязательств по охране природы и окружающей среды [2]. Объединение усилий на транснациональном уровне в первую очередь требует единой системы координат для исследователей, охранных проектов и систем мониторинга.

Иерархию понятий природоохранных **транслокаций** определяет:

- масштаб цели перемещения – **интродукция** и **реинтродукция** призваны восстановить вид, ранее произраставший в данной местности, но по ряду причин исчезнувший. В этой схеме восстановления **интродукция** выступает как способ проведения транслокации с высокой вероятностью успеха. **Репатриация** и **реставрация** предусматривают работы на популяционном уровне, восстанавливая численность вида в локальных местах произрастания. Причем **реставрация** в этом случае служит целям коррекции популяционных показателей;

- география донора – определяющее значение имеет ареал привлекаемого для транслокации исходного материала – наиболее масштабными являются работы с гермоплазмой из ис-

торического, но дискретного ареала. Они предполагают изучение генетического статуса, процесса адаптации и инвазионного потенциала вида. Перенос в сходные фитоценозы в границах ареала наиболее предпочтителен как в исполнении, так и в долгосрочном прогнозе развития. Также вероятны транслокации, вовлекающие краевые и центральные популяции ареала.

- свойства гермоплазмы – это важный критерий, который определяет качество и успех развития любого проекта по природоохранному переносу. Собранная в полном объеме, обеспечивающем генетическую гетерогенность образца, диаспора представит возможность резервировать и впоследствии восстанавливать генофонд популяции. При невозможности представить популяционный генофонд в виде семян необходимо комбинировать виды гермоплазмы (пропагулы, пыльцевые зерна, ткани) для охвата как можно большего количества аллелей.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси выполняет ГПНИ «Природопользование и экология» подпрограммы 10.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» по заданию 2.23 «Создание научных основ формирования национального резервного генофонда редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси и определение путей их сохранения и репатриации». Приведение терминологии природоохранных перемещений к международным системам и единому пониманию – это важный шаг в методической проработанности вопросов сохранения и восстановления редких и охраняемых объектов растительного мира.

Список литературы

1. Akeroyd J., Jackson P. W. A handbook for botanic gardens on the reintroduction of plants to the wild. - BGCI. United Kingdom, 1995. - 32 p.
2. Convention on Biological Diversity / Conference of the parties to the Convention on Biological Diversity. Hague, 2002.
3. IUCN Guidelines for Re-introductions. Prepared by the IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. IUCN, Garland, Switzerland and Cambridge, UK, 1998.
4. Демидов А. С., Потапова С. А. Вопросы теории и методы интродукции растений, разработанные в Главном Ботаническом саду им. Н. В. Цицина РАН // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Материалы всесоюзн. конф. Ч. 6. – Петрозаводск, 2008. С. 222–224.
5. Лознухо И. В. Испытание приемов репатриации редких видов флоры Беларуси // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира. – Минск, 2002. С. 168–169.
6. Международная программа ботанических садов по охране растений / под ред. И. Смирнова. – М., 2000.
7. Понятия, термины, методы и оценка результатов работы по интродукции растений. – М.: Совет ботан. садов СССР, 1972.
8. Пугачевский А. В., Семеренко Л. В., Вознячук И. П. Мониторинг состояния популяций редких и исчезающих видов растений и грибов как составная часть Национальной системы мониторинга окружающей среды республики Беларусь // Материалы регионального совещания «Проблемы ведения Красной книги». Липецк: ЛГПУ, 2008. – С. 91–96.
9. Семеренко Л. В. К вопросу реинтродукции охраняемых видов растений // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов. – Минск, 2012. С. 497–502.
10. Соболевская К. А. О терминологии в интродукции редких и исчезающих растений // Бюлл. Гл. ботан. сада. 1981, вып. 119. С. 94–96.
11. Тихонова В. Л. Интродукция для реинтродукции: теоретические и практические аспекты // Биологическое разнообразие: интродукция растений. Материалы второй междунар. конф. – СПб: БИН РАН, 1999. С. 286–288.

Природные территории Припятского Полесья, представляющие ценность для сохранения разнообразия сосудистых растений

Мялик А. Н.

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, aleksandr-myalik@yandex.by*

Резюме. В статье рассматриваются наиболее репрезентативные природные территории Припятского Полесья по количеству местонахождений охраняемых видов растений. Выделенные флористические комплексы соответствуют существующим и перспективным охраняемым природным территориям Республики Беларусь (национальным паркам и заказникам).

Summary. Mialik A. N. **Natural areas of Prypiackaje Paliessie, which are valuable for the conservation of diversity of vascular plants.** The article deals with the most representative natural areas of Prypiackaje Paliessie by the number of locations of protected plant species. The selected floristic complexes correspond to the existing and prospective protected natural areas of the Republic of Belarus (national parks and reserves).

В результате совокупного влияния антропогенных факторов и изменения естественных природных комплексов в настоящее время во флоре центральной части Белорусского Полесья в охране и рациональном использовании нуждаются 168 видов сосудистых растений, имеющих категорию охраны Красной книги Республики Беларусь или включенных в список нуждающихся в профилактической охране таксонов [1]. Поскольку сохранение ценных представителей флоры и растительности должно осуществляться не только на видовом (охрана отдельных таксонов), но и на фитоценоотическом (охрана растительных сообществ) и биогеоценоотическом (создание комплексных охраняемых природных территорий) уровнях [2], вопросы дальнейшего развития системы заповедных территорий становятся все более актуальными. Данная проблема особо важна для Полесья в целом, которое включает белорусскую, украинскую, польскую и российскую части и представляет собой важный экологический коридор Европы.

В настоящее время система заповедных территорий в пределах Припятского Полесья, как и всей Беларуси, представлена национальными парками, заказниками и памятниками природы. В сохранении фитообразия региона наибольшее значение имеют Национальный парк «Припятский», заказники республиканского («Выгонощанское», «Званец», «Споровский», «Средняя Припять» и др.) и местного («Булев мох», «Дивин-Великий Лес» и др.) значения,

а также ботанические памятники природы, большинство из которых представлены старыми усадебными парками или отдельными старовозрастными деревьями, их группами, а также редкими интродуцентами (экзотами). Ряд природных территорий, сохранившихся в состоянии, близком к естественному, пока не имеют охранного статуса, хотя и выделяются существенным разнообразием флоры. В связи с этим выделение и изучение таких территорий имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Ниже на рисунке представлена картосхема размещения современных (подтвержденных на протяжении последних 40 лет) мест обитания видов растений, имеющих охранную категорию Красной книги Республики Беларусь [1], составленная на основе литературных данных [1–4], материалов гербарных коллекций (BRTU, GMU, LE, MSK, MSKH, MSKU, MW) и результатов собственных исследований, выполненных в 2012–2018 гг. Группировка отдельных местонахождений охраняемых видов растений позволяет выделить территории, наиболее ценные в флористическом отношении. Представленная картосхема показывает, что на территории Припятского Полесья наиболее репрезентативными флористическими комплексами, в составе которых охраняется 10 и более видов сосудистых растений из Красной книги Республики Беларусь, являются следующие: Припятский, Званец-Радостово, Морочно, Средняя Припять, Ольманский, Выгонощанский и некоторые другие.

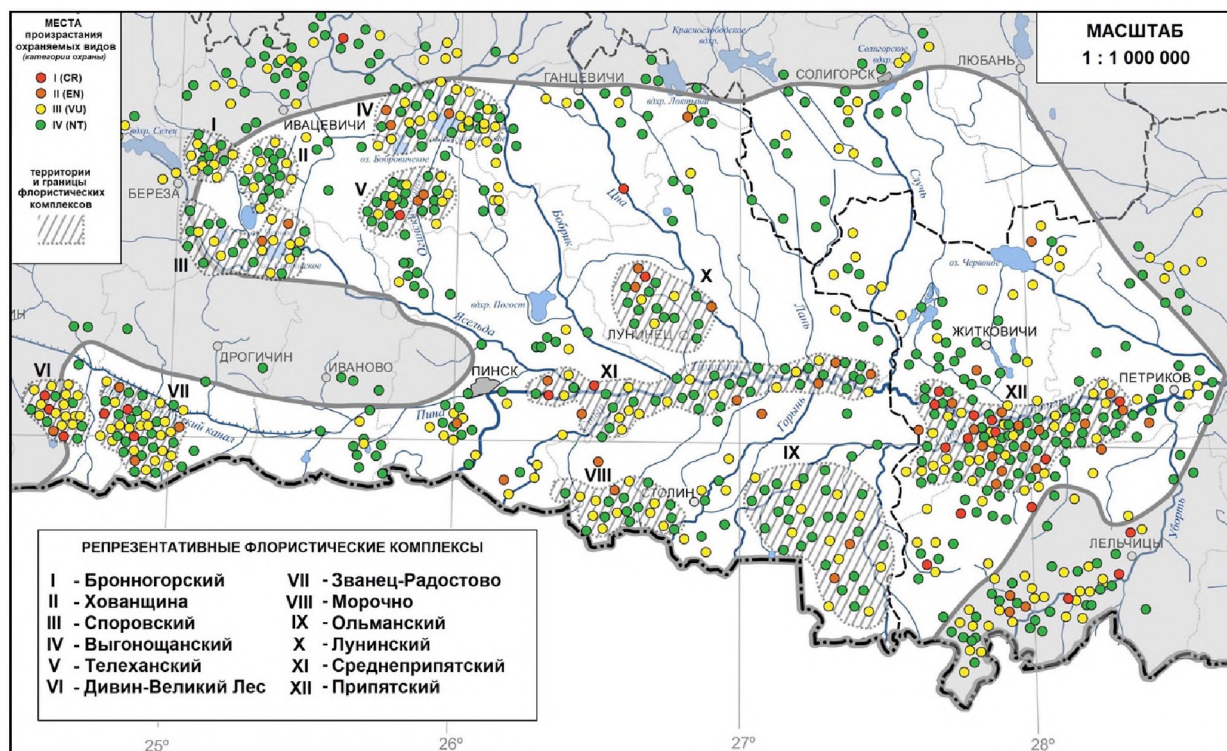


Рис. Репрезентативные флористические комплексы на территории Припятского Полесья

Наиболее репрезентативным флористическим комплексом на территории Припятского Полесья, как и всей южной части Беларуси, является **Припятский**, включающий территорию Национального парка «Припятский», а также заказника республиканского значения «Старый Жаден». В настоящее время здесь достоверно установлено произрастание около 50 видов сосудистых растений из Красной книги Республики Беларусь, что составляет более 57 % охраняемых видов флоры Припятского Полесья или более 25 % всех охраняемых в Беларуси [5]. Ценность этой территории заключается в том, что ряд видов (*Corydalis intermedia* (L.) Mérat, *Equisetum telmateia* Ehrh., *Euphorbia villosa* Waldst. et Kit. ex Willd. и др.) на территории Припятского Полесья известны только здесь. Ряд бореальных видов (*Hammarbya paludosa* Kuntze, *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. и др.) в пределах Бела-

руси находятся здесь в крайних южных точках ареала. Тем самым территория Национального парка «Припятский» представляет эталонный участок Белорусского Полесья, отражающий особенности типичной полесской флоры и являющийся удобным модельным объектом для изучения процессов ее развития, обусловленных естественными факторами.

В составе флористического комплекса **Званец-Радостово** охраняется 23 вида сосудистых растений (более 26 % охраняемых видов Припятского Полесья). Данная территория включает ландшафтные заказники республиканского значения «Званец» и «Радостовский», представленные преимущественно лугово-болотными угодьями и островными участками широколиственных и смешанных лесов. Только здесь в пределах Белорусского Полесья охраняется такой вид, как *Arctium nemorosum* Lej., распростра-

ны также другие редкие для центральной ее части таксоны: *Carex davalliana* Sm., *Crepis mollis* (Jacq.) Asch., *Cucubalus baccifer* L., *Gentiana cruciata* L. и некоторые другие.

Высоким разнообразием выделяется также **Выгонощанский** флористический комплекс, расположенный на территории ландшафтного заказника республиканского значения «Выгонощанское». Здесь в настоящее время произрастает более 20 охраняемых видов сосудистых растений, что составляет около 25 % всех таковых флоры Припятского Полесья. Благодаря высокому разнообразию естественных экосистем (чередование низинных, переходных и верховых болот, широколиственных лесов и дистрофных озер) в пределах заказника, а также положению территории на стыке геоботанических подзон широколиственно-сосновых и грабово-дубово-темнохвойных лесов, здесь представлены виды различных экологических и географических групп: аркто-бореальные и бореальные (*Betula humilis* Schrank, *Eriophorum gracile* W.D.J. Koch ex Roth, *Hammarbya paludosa* Kuntze, *Salix lapponum* L.), центрально-европейские неморальные (*Corydalis cava* Schweigger et Korte, *Lilium martagon* L.) и горные (*Allium ursinum* L., *Arnica montana* L., *Lunaria rediviva* L.), а также представители гидрофильной флоры (*Najas major* All.).

Не уступает по числу охраняемых видов растений рассмотренной выше территории флористический комплекс **Споровский**, соответствующий одноименному биологическому заказнику республиканского значения, расположенному в среднем течении реки Ясельды. Здесь также охраняются представители различных эколого-биологических и географических групп растений, среди которых наибольшую ценность имеют опушечные и лугово-болотные виды (*Dactylorhiza majalis*

(Rchb. f.) P.F. Hunt et Summerh., *Gentiana cruciata* L., *Gentianella amarella* (L.) Börner, *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser, *Eriophorum gracile* W.D.J. Koch ex Roth), что объясняется значительным распространением на территории заказника пойменных и материковых лугов, а также лесных болот.

В среднем течении реки Припять расположен **Среднеприпятский** флористический комплекс, соответствующий территории ландшафтного заказника республиканского значения «Средняя Припять». Здесь в настоящее время достоверно установлено произрастание около 20 видов сосудистых растений, имеющих категорию охраны Красной книги Республики Беларусь. Наиболее ценными из них для Припятского Полесья являются *Arnica montana* L., *Botrychium multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr., *Campanula latifolia* L., *Cucubalus baccifer* L., *Gladiolus imbricatus* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Siella erecta* (Huds.) Pimenov, *Viola uliginosa* Besser., часть из которых произрастает на пределе своего естественного ареала.

Около 20 охраняемых видов растений отмечены в составе флористического комплекса **Дивин-Великий Лес**, соответствующего одноименному биологическому заказнику местного значения. В пределах данной территории особую ценность имеют виды растений, предпочитающие карбонатные почвы и имеющие здесь высокую численность: *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *Crepis mollis* (Jacq.) Asch., *Cypripedium calceolus* L., *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser, *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Prunella grandiflora* (L.) Jacq. и некоторые другие.

В составе флористического комплекса **Лунинский** (соответствует биологическому заказнику республиканского значения «Лунинский») произрастает 15

охраняемых видов сосудистых растений. Из них наиболее ценными являются такие таксоны, как *Isoetes lacustris* L. и *Lobelia dortmanna* L., приуроченные к олиготрофному озеру Белое.

Флористический комплекс **Ольманский**, представленный ландшафтным заказником республиканского значения «Ольманские болота» и окрестными территориями, способствует сохранению 13 видов растений. Наиболее ценную природоохранную ценность из них имеют хорологически определенные виды, находящиеся в пределах Беларуси на северных (*Drosera intermedia* Hayne, *Genista germanica* L., *Viscum austriacum* Wiesb.) и южных (*Salix lapponum* L., *Salix myrtilloides* L.) границах ареала.

Схожий состав охраняемых видов характерен для флористического комплекса **Морочно**, расположенного на территории заказника республиканского значения «Морочно» и местного биологического заказника «Ступское». Среди охраняемых видов наиболее ценными являются *Carex pauciflora* Lightf., *Drosera intermedia* Hayne, *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., а также *Salix lapponum* L. и *Salix myrtilloides* L.

На территории флористического комплекса **Хованщина** (биологический заказник местного значения «Хованщина») отмечено произрастание 12 охраняемых видов растений. Большинство из них являются представителями неморальной группы (*Corydalis cava* Schweigger et Korte, *Dentaria bulbifera* L., *Drymochloa sylvatica* (Pollich) Holub, *Lilium martagon* L. и др.), поскольку в пределах территории широко распространены широколиственные леса. К ценным элементам флоры относятся также виды горной экологии *Lunaria rediviva* L., *Allium ursinum* L. и *Arnica montana* L.

Значительным числом охраняемых видов растений выделяется также ряд других природных территорий, рас-

положенных в пределах Припятского Полесья. Среди них следует отметить следующие заповедные территории: республиканский ландшафтный заказник «Простырь», республиканский биологический заказник «Букчанский», водно-болотный заказник местного значения «Булев Мох», биологические заказники местного значения «Изин», «Ярута» и ряд других.

Описанные выше территории представляют высокую ценность для сохранения разнообразия растительного мира (как отдельных видов, так и ценных растительных сообществ). Всего они способствуют сохранению более чем 93 % (82 из 88 таксонов) охраняемых аборигенных видов, отмеченных во флоре Припятского Полесья. Всего только 6 таксонов из Красной книги Республики Беларусь (*Aldrovanda vesiculosa* L., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Lathyrus montanus* Bernh и др.) произрастают здесь за пределами охраняемых природных территорий. Тем самым можно отметить, что современная природно-заповедная сеть Припятского Полесья в достаточно полном объеме способствует сохранению видов растений из Красной книги Республики Беларусь, многие из которых имеют также международный природоохранный статус. Однако полученные данные (смотреть рисунок) показывают, что в пределах центральной части Белорусского Полесья можно выделить еще несколько территорий, имеющих высокую репрезентативность в отношении как охраняемых видов (более 10), так и всей аборигенной флоры рассматриваемого региона.

Среди них особо выделяется **Телеханский** флористический комплекс, расположенный в окрестностях г. п. Телеханы в центральной части Ивацевичского района. Здесь на относительно небольшой и компактной территории достоверно установлено произрастание 16 видов сосудистых растений,

имеющих категорию охраны Красной книги Республики Беларусь. Наиболее ценными в соэологическом отношении являются виды, находящиеся на границах ареала (*Eriophorum gracile* W.D.J. Koch ex Roth, *Dactylorhiza majalis* (Rchb. f.) P.F. Hunt et Summerh, *Hypericum tetrapterum* Fr.) либо в островных локалитетах (*Hedera helix* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Trollius europaeus* L., *Polypodium vulgare* L.).

Не уступает рассмотренной выше территории по количеству охраняемых видов также **Бронногорский** флористический комплекс, расположенный в окрестностях д. Бронная Гора Березовского района. Благодаря положению территории на стыке полесских и предполесских ландшафтов местная флора выделяется существенным разнообразием и богатством. Всего здесь произрастает 14 таксонов, имеющих категорию охраны Красной книги Республики Беларусь, большинство из которых относится к центральноев-

ропейскими видам: *Arnica montana* L. *Melittis sarmatica* Klokov., *Pulmonaria angustifolia* L. и некоторые другие.

Таким образом, современные природные территории Припятского Полесья, имеющие наивысшую ценность для сохранения разнообразия растительного мира в данном регионе, соответствуют существующим заповедным территориям (национальным паркам и заказникам). В их составе охраняется более 93 % видов растений из Красной книги Республики Беларусь, известных в составе аборигенной флоры Припятского Полесья. Оптимизация и дальнейшее развитие природно-заповедной сети в данном регионе должны быть направлены на создание новых (с учетом выделенных репрезентативных флористических комплексов) или расширение уже существующих особо охраняемых природных территорий, что позволит связать отдельные элементы национальной и общеевропейской экологической сети.

Список литературы

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природ. ресурс. и охран. окруж. среды Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (предс.) [и др]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 445 с.
2. Парфенов, В. И. Флора Белорусского Полесья. Современное состояние и тенденции развития / В. И. Парфенов. – Минск : Наук. и техн., 1983. – 295 с.
3. Сосудистые растения Национального парка «Припятский» / В. И. Парфенов [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Белорус. Дом печати, 2009. – 206 с.
4. Дубовик, Д. В. Флористические особенности ландшафтного заказника «Радостовский» / Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович // Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь: материалы Международной научно-практической конф., 24–26 сентября 2012 г., п. Домжерицы / редкол.: В. С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Белорусский Дом печати, 2012. – С. 39–41.
5. Мялик, А. Н. Соэологический анализ флоры Белорусского Полесья // А. Н. Мялик, О. А. Галуц // Весн. Палеск. Дзярж. ун-та. Сер. прыродазн. навук. – 2016. – № 1. – С. 8–16.

Позвольте Природе стать Вашим учителем!

Наумцев Ю. В.¹, Олин П.²

¹Ботанический сад Тверского государственного университета,
г. Тверь, Россия, naumtsev@mail.ru

²Ландшафтный Арборетум университета Миннесоты

Резюме. В сообщении изложены новые решения и концепции по претворению в жизнь второго цикла выполнения Глобальной стратегии по сохранению растений. Перечислены возможности международных альянсов по объединению усилий в сохранении флорного разнообразия в планетарном масштабе. Проведен обзор современных тенденций по экспонированию региональных флор в ботанических садах.

Summary. Naumtsev Yu., Olin P. **Let Nature become your teacher!** The message outlines new solutions and concepts for implementing the second cycle of the Global Strategy for Plant Conservation. The possibilities of international alliances for joining efforts to conserve phyto-diversity on a planetary scale are listed. The review of current trends in the exposure of regional flora in botanical gardens is carried out.

Сохранение биоразнообразия в целом и сохранение биоразнообразия растений в частности в последние годы стали своеобразными «священными коровами» в самых разных аспектах природоохранной работы. Ботанические сады всего мира стремятся в своей работе к сохранению биоразнообразия растений как индивидуально, так и вступая в различные альянсы, крупнейшим из которых является Международный совет по сохранению растений (BGCI). Именно BGCI в рамках Конвенции по сохранению биоразнообразия (CBD) разработал и реализует уже второй цикл выполнения Глобальной стратегии по сохранению растений (GSPC). 16 целевых задач GSPC затрагивают практически все направления, по которым ботанические сады мира могут приблизиться к достижению главной цели GSPC – сохранению биоразнообразия растений на нашей планете. В настоящий момент BGCI завершает реализацию второго цикла GSPC 2011–2020. Именно сейчас идет комплексный анализ успешности достижения ботаническими садами целевых задач GSPC. Именно сейчас, на основе этого анализа и в процессе обмена резуль-

татами работы, идет формирование стратегии по сохранению биоразнообразия растений на следующий десятилетний цикл после 2020 года.

Одним из ключевых событий в этом направлении стала Конференция Глобального партнерства по сохранению растений 2018 (GPPC), которая состоялась в сентябре 2018 в Кейптауне в Ботаническом саду Кирстенбош. Конференция GPPC в Кейптауне действительно стала ключевой для мирового сообщества ботанических садов. Ведь на ней, исходя из анализа почти 20-летнего опыта работы мирового сообщества ботанических садов, были пересмотрены приоритеты и определены новые подходы к формированию и наполнению целевых задач GSPC на будущие 10 лет. Кроме того, Конференция GPPC – 2018 в Кейптауне стала уникальной площадкой для общения, обмена опытом и, что немаловажно, для презентации национальных достижений стран, которые являются наиболее заметными и активными в мировом сообществе в сфере природоохранных инициатив. В первую очередь, Конференция GPPC собрала специалистов из ботанических

садов, ведь Глобальное партнерство по сохранению растений работает в альянсе с Международным советом ботанических садов по сохранению растений (BGCI).

Глобальное партнерство по сохранению растений объединяет международные, региональные и национальные организации для содействия осуществлению Глобальной стратегии сохранения растений (GSPC). Более 180 стран (в их числе и Российская Федерация) поддержали Глобальную стратегию в рамках Конвенции о биологическом разнообразии (CBD), когда она впервые была представлена в апреле 2002 года. Все страны-участницы CBD признали, что до двух третей видов растений в мире могут исчезнуть к концу этого столетия, если не будут приняты срочные меры для защиты десятков тысяч видов. Первоначальная стратегия предусматривала достижение 16 целевых задач в области сохранения растений к 2010 году. В октябре 2010 года Сторонами CBD была принята обновленная Стратегия (GSPC) с пересмотренными целевыми показателями на 2020 год. Чтобы помочь странам выполнить задачи, Консорциум международных и национальных агентств по охране растений и природоохранных организаций сформировал Глобальное партнерство (GPPC). Партнерство работает над внедрением GSPC и предоставляет инструменты и ресурсы о том, как каждая страна может планировать и действовать для достижения целевых задач GSPC.

Именно на Конференции GPPC – 2018 в Кейптауне, в процессе анализа и обсуждения итогов выполнения целевых задач GSPC 2011–2020, было сформулировано несколько принципиально новых подходов к сохранению биоразнообразия растений. Отдельное внимание было уделено целевой задаче 8 (target 8) GSPC – «Сохранение не менее 75 % известных редких видов

растений в ботанических коллекциях, предпочтительно в странах их происхождения. Не менее 20 % должно быть доступно для использования в восстановительных проектах». Эта целевая задача принципиально важна для ботанических садов, ведь изучение и сохранение растений *ex situ* – классическая для мирового сообщества ботанических садов работа. На Конференции GPPC – 2018 в Кейптауне прозвучал тезис, который принципиально меняет наш взгляд на сохранение растений *ex situ*. По мнению лучших специалистов и экспертов международного сообщества ботанических садов, следует прекратить рассматривать сохранение растений *ex situ* как прямой путь сохранения биоразнообразия растений! Звучит практически кощунственно, однако комплексный анализ деятельности ботанических садов в направлении сохранения растений *ex situ* определенно доказывает, что данный метод действительно может являться лишь важным вспомогательным средством для выполнения целевой задачи 7 (target 7) GSPC – «Сохранение не менее 75 % редких (угрожаемых) видов растений в пределах их местообитаний». При этом на Конференции GPPC – 2018 в Кейптауне сохранение редких и исчезающих видов растений *ex situ* было предложено рассматривать как ключевое направление для восстановления нарушенных экосистем, а также для озеленения городских территорий и сохранения биоразнообразия растений на урбанизированных территориях. Участники Конференции GPPC в Кейптауне единодушно отметили, что за годы реализации GSPC мировым сообществом ботанических садов достигнуты определенные успехи, однако целевые задачи GSPC в глобальном масштабе не достигнуты, заметные достижения касаются только отдельных стран.

Каким же образом можно кардинально изменить ситуацию и достигнуть

заметного прогресса в сохранении мирового биоразнообразия растений? Участники Конференции GPPC – 2018 в Кейптауне единодушно акцентировали внимание на максимально широком привлечении к работе мирового сообщества ботанических садов обычных людей. Именно обычных людей, а не ботаников, в мире миллиарды, и именно от обычных людей в первую очередь зависит возможность достижения глобального успеха в работе ботанических садов по сохранению биоразнообразия растений. Поэтому в качестве одного из основных механизмов по достижению целевых задач GSPC в будущем особенное внимание было уделено выполнению целевой задачи 14 (target 14 GSPC) – «Включение в образование знаний о разнообразии растений, необходимых для понимания их важности для жизни на земле». Люди во всем мире должны изменить в первую очередь свое поведение! Осознание – знания – результат – именно такой последовательности, по мнению участников Конференции GPPC – 2018 в Кейптауне, необходимо придерживаться ботаническим садам в своей работе с людьми. Образование и просвещение в ботанических садах должно обязательно быть реализовано в рамках открытых общественных программ. При этом классическая для ботанических садов работа, которую они делают уже несколько столетий – экспонирование коллекций растений, – должна быть пересмотрена и решена таким образом, чтобы максимально воздействовать на людей с целью привлечения их внимания к проблеме сохранения биоразнообразия растений и вовлечения обычных людей в работу по охране редких видов растений.

Несмотря на то, что экспонирование растений ботанические сады осуществляют уже несколько веков, в настоящее время наступил момент, когда они должны пересмотреть свои

подходы к этой работе. В первую очередь это касается экспонирования коллекций растений природной региональной флоры. Несмотря на то, что отделы Природной флоры и коллекции растений природной флоры есть практически во всех ботанических садах мира, далеко не все ботанические сады экспонируют их таким образом, чтобы привлечь к ним внимание обычных людей, которые приходят в гости в сады. Традиционно внимание гостей ботанических садов в первую очередь привлекают экзотические растения из других регионов, а также растения, которые имеют декоративные качества или полезные свойства. Однако, реалии времени таковы, что каждый ботанический сад должен сделать главный акцент в экспонировании именно на коллекции растений региональной природной флоры. Ведь растения региональной флоры, особенно редкие и исчезающие виды, это приоритетная зона ответственности каждого ботанического сада. Стоит изучать и перенимать опыт лучших мировых практик в области экспонирования растений природной флоры в ботанических садах. В этом направлении лидирующие позиции, несомненно, занимают ботанические сады США (Ландшафтный Арборетум университета Миннесоты, Ботанический сад Миссури, Ботанический сад Бруклина в Нью-Йорке), Новой Зеландии (ботанические сады Данедина и Крайсчерча), ЮАР (ботанический сад Кирстенбош), Испании (Канарский ботанический сад Виера-и-Клавихо) и ряд других. Следует отметить, что помимо самих коллекций видов растений региональной природной флоры, которые очень репрезентативны, в этих ботанических садах созданы исключительно привлекательные, доступные и информационно насыщенные для обычных людей экспозиции и дисплеи с видами растений региональной природной фло-

ры. Ботанический сад Миссури даже имеет отдельный природный «заповедник» Shaw Nature Reserve, в который также каждый желающий может приехать и увидеть как естественные сообщества растений, так и безупречные экспозиции, построенные на видах растений региональной флоры. Школа экспонирования растений региональной природной флоры в ботанических садах стремительно развивается, и эти подходы и методики нужно обязательно перенимать и тиражировать. Именно осознание обычными людьми необходимости сохранения растений и природных сообществ тех регионов и стран, в которых они живут сами, может привести ботанические сады к успеху в деле сохранения биоразнообразия растений. Традиции создания коллекций и экспонирования растений природной флоры есть и в российских ботанических садах. Великолепные экспозиции растений природной флоры в свое время были в Главном ботаническом саду РАН в Москве, однако доступность самих экспозиций и информационная среда на этих экспозициях даже в лучшие годы были недостаточными. Сейчас эти экспозиции, к сожалению, практически полностью утрачены. Восстанавливаются в настоящее время подобные экспозиции в Ботаническом саду МГУ на Воробьевых горах, однако этот ботанический сад закрыт для свободного посещения, что, несомненно, можно считать очень странной политикой. Но есть и замечательные примеры. Год назад была открыта новая прекрасная экспозиция растений флоры Средней России в Ботаническом саду МГУ «Аптекарский огород». Целая серия экспозиций, построенных на основе видов растений региональной природной флоры, создана в Ботаническом саду Тверского государственного университета. Среди них в рамках комплексного научно-образовательного проекта «Встаньте

на колени перед растениями» – уникальная экспозиция «Тайный сад». Это действительно уникальный эксперимент по выращиванию в условиях *ex situ* моховидных и сосудистых споровых. На настоящий момент Ботанический сад Тверского государственного университета все еще остается единственным ботаническим садом в мире, где в условиях умеренного климата создана устойчивая коллекция и экспозиция моховидных в открытом грунте, этот эксперимент идет уже 25 лет.

Лучшие садовые дизайнеры и ландшафтные архитекторы мира работают над созданием садов в природном стиле именно на основе растений региональных флор. Среди самых громких проектов стоит назвать Хай Лайн парк в Нью-Йорке. Значительная часть ассортимента растений этого парка состоит именно из видов растений региональной природной флоры. В Новой Зеландии сохранение растений природной флоры путем вовлечения самых широких слоев населения в работу по их изучению, сохранению и выращиванию приобрело масштабы государственной программы. А озеленение новозеландских городов в значительной степени решено на основе видов растений природной флоры страны.

Однако отдельного внимания заслуживает Сад Элоизы Батлер в Миннеаполисе (Eloise Butler Wildflower Garden and Bird Sanctuary). Этот сад может служить иконичным примером экспонирования коллекции видов растений региональной природной флоры и примером идеальной среды для осознания необходимости их сохранения обычными людьми. Именно слова Элоизы Батлер стали названием этой статьи – «Позвольте Природе стать Вашим учителем!». Не являясь ботаническим садом, этот сад – живой пример для ботанических садов всего мира!

Именно Природа способна изменить сознание и, как следствие, пове-

дение людей таким образом, что они захотят поддержать усилия ботанических садов по сохранению биоразнообразия растений. Однако именно ботанические сады могут и должны

«привести» Природу в города, ближе к людям. Именно ботанические сады могут и должны «разбудить» эмоции и чувства людей.

Система сохранения генетических ресурсов растений в Литве

Л. Швейстите

Банк Генов Растений, Вильнюс, Литва, laima.sveistyte@gamtc.lt

Summary. Laima Sveistyte. **The plant genetic resources conservation system in Lithuania.**

The existing system of conservation of plants genetic resources includes *ex situ* and *in situ* methods. The resources of horticultural, cereal and grain legume crops, forage grasses, forest trees, ornamental plants, medicinal and aromatic plants are stored, studied and constantly maintained in the field collections of the responsible institutions. Presently seeds of 3800 accessions representing 260 species of plant species and varieties are stored in Plant Gene Bank storage. The aim of the Plant Gene Bank is to collect and conserve plant species and varieties that are rare, endangered or economically valuable for future generations, as well as the conservation of genetic diversity, which is crucial for plant adaptation to changing environmental conditions. The data about national genetic resources are collected and stored in the Central Database of the Plant Gene Bank.

Биологическое разнообразие Земли необратимо утрачивается со скоростью, вызывающей тревогу, в результате как воздействия изменения климата, так и человеческой деятельности.

Во всем мире прилагаются усилия по сохранению разнообразия растений, одним из способов их сохранения являются банки семян. В мире существует более 1750 семенных банков, созданных для сохранения разнообразия растений *ex situ*, большинство из которых сохраняют разнообразие культурных растений. Банки семян также используются для сохранения диких видов *ex situ*. Со времени принятия Глобальной стратегии сохранения растений в 2002 году многие тысячи образцов семян диких видов были помещены в долговременное хранилище. Основной принцип хранения – семена сушат и хранят при низкой температуре.

Под руководством знаменитого русского ученого Н. Вавилова в начале XX века в Петербурге были собраны семенные коллекции культивируемых растений. В настоящее время одна из крупнейших в мире коллекций семян растений доступна в банке семян Тысячелетия в Ботаническом саду Кью в Англии, где стремятся собрать и сохранить семена растений всей Земли. На архипелаге Свалбард, Норвегия, оборудовано хранилище всемирных сельскохозяйственных культур, в котором хранятся дубликаты семян разных сортов различных генетических банков для восстановления в критическом случае или в случае глобальной катастрофы. Остается только надеяться, что услугами этого хранилища воспользоваться не придется.

Банк Генов Растений в Литве – бюджетное учреждение, основанное в 2004 году, – организует и координирует со-

хранение и исследование национальных генетических ресурсов растений и охраняет генетический материал растений. Целью Банка Генов Растений является сбор и сохранение видов и сортов растений, которые являются редкими, находящимися под угрозой исчезновения или экономически ценными для будущих поколений, а также сохранение генетического разнообразия, которое имеет решающее значение для адаптации растений к изменяющимся условиям окружающей среды. В хранилище Банка Генов хранятся семена сельскохозяйственных, садовых и овощных культур, лесных деревьев, декоративных, лекарственных и ароматических растений, редких и исчезающих диких растений, а также диких сородичей культурных растений.

Система сохранения генетических ресурсов растений содержит в себе *ex situ* и *in situ* методы.

Законодательство. В 1995 ратифицирована Конвенция о биоразнообразии (Рио-де-Жанейро). В 2001 году парламент Литвы принял закон о национальных генетических ресурсах растений. В 2002–2003 годах было принято тринадцать юридических актов, связанных с законом о национальных генетических ресурсах растений. Эти документы регулируют и определяют порядок сбора генетических ресурсов растений, их исследования, сохранения и регенерации. В 2005 году парламент Литвы ратифицировал «Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продуктов питания и сельского хозяйства».

Сохранение *ex situ*. Генетические ресурсы растений изучаются и хранятся в полевых коллекциях, клоновых архивах, семенных плантациях и в долговременном хранилище семян ГенБанка Растений.

Долговременное хранилище семян. Долговременное хранилище семян было основано в 1997 году в Националь-

ном координационном центре генетических ресурсов растений. Генный банк Северных стран предоставил необходимое оборудование. С 2004 года оно принадлежит Ген Банку Литвы.

В хранилище ГенБанка хранятся семена сельскохозяйственных, садовых и овощных культур, лесных деревьев, декоративных, лекарственных и ароматических растений, редких и исчезающих диких растений, а также диких сородичей культурных растений. Образцы семян очищаются от сорняков, вредителей и болезней. Сушильная камера используется для сушки семян. Семена сушат в течение двух-трех месяцев при температуре 15–20 °С и относительной влажности воздуха 10–15 %. Влажность семян после сушки снижается до 5–6 %, они упаковываются в герметические пакеты из алюминиевой фольги и хранятся при температуре –18 °С. Условия длительного хранения гарантируют выживание семян в течение десятилетий.

Сохранение *in situ*. В местах естественного происхождения создаются участки генетических ресурсов или отдельных популяций – ограниченные зоны, содержащие популяции растений, предназначенные для использования семян в качестве генетического материала.

Многолетние наблюдения показали, что защита и определенное управление естественными популяциями *in situ* необходимы для обеспечения их выживания и устойчивого потребления. В процессе отбора территорий было обращено внимание на следующие критерии: экологическая гетерогенность участка, фенотипическое разнообразие и концентрация целевых видов, экономическое значение целевого вида, возможность контроля участка, местоположение участка с учетом охраняемого района. Целевые виды, отобранные на основе социально-экономических и научных ценностей: *Acorus calamus* L., *Arnica montana* L., *Allium* spp., *Crataegus* L., *Origanum vulgare* L., *Thymus* spp.,

Hypericum spp., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Salvia* L., *Vaccinium* spp. и другие. К числу наиболее угрожаемых относятся популяции растений в лесных экосистемах, поскольку они сильно подвержены лесохозяйственной деятельности. В большинстве случаев сохранение *in situ* лекарственных, малых плодовых растений, редких растений и диких родичей культурных растений более надежны в уже существующей сети охраняемых территорий, чем за их пределами.

В период с 2006 по 2017 год было оценено и установлено 26 участков для долгосрочного семенного генетического сохранения лекарственных и ароматических растений. Площадь участков – от 0,4 до 38,0 га, средняя площадь составляет 7,2 га. Большая часть отобранных генетических участков (73 %) входит в охраняемые территории – региональные

парки, заповедники и т. д. На основе Европейской фармакопеи, Европейского агентства по лекарственным средствам, Всемирной организации здравоохранения, монографий лекарственных растений, фармакопей соседних стран и других международных и национальных источников был составлен список 135 приоритетных видов лечебно-ароматических растений.

Также в генетических участках хранятся дикие сородичи культурных растений и редкие виды растений, такие как *Allium angulosum* L., *A. scorodoprasum* L., *A. ursinum* L., *A. vineale* L., *Arnica montana* L., *Gentiana cruciata* L., *Gratiola officinalis* L., *Lithospermum officinale* L., *Myrica gale* L., *Polemonium caeruleum* L., *Prunus spinosa* L.

Данные о национальных генетических ресурсах собираются и хранятся в Центральной базе данных Банка растений.

Список литературы

1. J. Labokas, B. Karpavičienė. Creation of a network of seed sites for in-situ conservation of medicinal and aromatic plant genetic resources in Lithuania. J. Labokas, B. Karpavičienė. *Botanica*, 2018, 24(1):87-97.
2. Rašomavičius V. (red.). *Lietuvos raudonoji knyga*. Vilnius, 2007.

Что мы охраняем: взгляд систематика

Тихомиров Вал. Н., Грушецкая З. Е., Дзюбан О. В.
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь,
Tikhomirov_V_N@list.ru; Tikhomvn@bsu.by

Резюме. Установлено, что среди видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь и законодательно охраняемых на территории республики, высоким над- или внутри-видовым полиморфизмом обладают не менее 14 видов высших растений: *Hyperzia selago* s. l., *Isoetes lacustris* s. l., *Polypodium vulgare* s. l., *Pulsatilla pratensis* s. l., *Pulsatilla patens* s. l., *Cotoneaster melanocarpus* s. l., *Trapa natans* s. l., *Gentianella amarella* s. l., *Crepis mollis* s. l., *Najas major* s. l., *Lilium martagon* s. l., *Allium ursinum* s. l., *Anacamptis coriophora* s. l., *Gymnadenia conopsea* s. l. Необходима первоочередная ревизия данных групп для принятия мер по их более детализированной охране.

Summary. Tikhomirov Val. N., Grushetskaja Z. E., Dzuban O. V. **What we are protect: a view of taxonomist.** It is established that among species included in the Red Book of the Republic of Belarus and legally protected, at least 14 have a high supraspecific or intraspecific polymorphism: *selago* s. l., *Isoëtes lacustris* s. l., *Polypodium vulgare* s. l., *Pulsatilla pratensis* s. l., *Pulsatilla patens* s. l., *Cotoneaster melanocarpus* s. l., *Trapa natans* s. l., *Gentianella amarella* s. l., *Crepis mollis* s. l., *Najas major* s. l., *Lilium martagon* s. l., *Allium ursinum* s. l., *Anacamptis coriophora* s. l., *Gymnadenia conopsea* s. l. A priority revision of these groups is necessary for their more detailed protection.

Таксономия подчеркивает любую природоохранную деятельность, начиная от сбора исходного материала и составления различных Красных книг и Красных списков и заканчивая юридическими аспектами правоприменения и определения легального статуса для различных таксонов живых организмов [1, 2 и др.]. Именно поэтому таксономия охраняемых групп организмов рассматривается как один из важнейших аспектов практического применения таксономических и систематических исследований в целом [3, 4 и др.].

Основным юридическим документом, определяющим природоохранный статус видов биоты нашей страны, на сегодняшний день является «Список редких и находящихся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь видов диких животных, включаемых в Красную книгу Республики Беларусь» [5]. В него включено 189 видов высших сосудистых растений (3 вида Lycopodiophyta, 1 вид Equisetophyta, 11 видов Polypodiophyta, 1 вид Pinophyta и 173 вида Magnoliophyta). Анализ данного списка показал, что высоким над- или внутривидовым полиморфизмом обладает не менее 14 видов включенных в него высших растений.

1. *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. s. l. – Баранец обыкновенный

Довольно полиморфный, по-видимому, ещё недостаточно изученный с систематической точки зрения вид. Помимо типичных растений, обращают на себя внимание мощные растения

до 50 см выс., с приподнимающимся до прямого, слабо разветвленным стеблем, которые указываются J. Holub (in Hegi) под названием f. *sarmatica* (Wol.). Стоит отметить, что помимо типичного *H. selago*, на территории Беларуси произрастает и *Huperzia continentalis* Testo, A. Haines & A. V. Gilman (*Huperzia appressa* auct. non (Desvaux) Á. Löve & D. Löve) – Баранец континентальный, – недавно описанный вид [6], который, как видно из приведенной синонимии, ранее указывался для территории Беларуси под ошибочным названием *Huperzia appressa* (Desvaux) Á. Löve & D. Löve [7]. К сожалению, этот крайне редкий для Беларуси вид баранца не был взят под охрану при выпуске последнего издания республиканской Красной книги.

2. *Isoëtes lacustris* L. – Полушник озерный

Помимо типичного *Isoëtes lacustris*, в последнее время на территории Беларуси был выявлен *Isoëtes echinospora* Durieu – Полушник колючеспоровый, известный пока только из оз. Белое в окр. д. Азино Полоцкого р-на [8] и озер Заозерское и Кармановское Бельничского района [9]. К сожалению, этот крайне редкий для Беларуси вид полушника не был взят под охрану при выпуске последнего издания республиканской Красной книги.

3. *Polypodium vulgare* L. s. l. – Многоножка обыкновенная

Так же, как и предыдущий вид, на территории республики представлен несколькими разновидностями:

типовой разновидностью *P. vulgare* var. *vulgare*, а также *P. vulgare* var. *rotundum* Milde и *P. vulgare* var. *angustum* Haussm. Данные разновидности несколько различаются по своей экологической приуроченности и имеют различающиеся, хотя и частично перекрывающиеся, ареалы. Это дает основание предполагать, что на самом деле они могут быть криптическими видами. Тем более что многие исследователи указывают на довольно высокий уровень как морфологического, так и молекулярно-генетического полиморфизма данной группы.

4. *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. s. l. – Прострел луговой

Европейский вид, находящийся в Беларуси на восточной границе ареала. В Европе встречается 4 подвида прострела лугового, которые многими учеными рассматриваются в качестве самостоятельных видов. Из них два – *P. pratensis* subsp. *pratensis* и *P. pratensis* subsp. *bohemica* Skalický – указываются для флоры Беларуси [10] и рассматриваются при этом в ранге самостоятельных видов. Распространение, морфологическая и генетическая дифференциация этих видов детально в Беларуси не изучалась.

5. *Pulsatilla patens* (L.) Mill. s. l. – Прострел раскрытый

Так же, как и предыдущий вид, на территории Беларуси представлен двумя морфологически различающимися формами, которые большинством исследователей рассматриваются в качестве либо подвигов, либо самостоятельных видов *P. patens* (L.) Mill. s. str. и *P. wolfgangiana* (Besser) Rupr. (*P. teklae* Zämsel) – Прострел Вольфганга [10].

6. *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt s. l. – Кизильник черноплодный

Видовое разнообразие рода кизильник – *Cotoneaster* Medik. (*Asteraceae*), оценивающееся к настоящему времени в 300 видов [11], по большей части складывается из многочисленных труд-

норазличимых апомиктических рас. Обширная гибридизация и последующее апомиктическое размножение гибридогенных производных привели к образованию многочисленных региональных рас, различающихся мелкими деталями формы и опушения листьев и цветков, а также оттенками окраски плода. Для территории Беларуси ранее указывался лишь один дикорастущий вид данного рода – *C. melanocarpus*, который является охраняемым видом [12]. Как было недавно обнаружено [13], данный вид на территории Беларуси неоднороден, и популяция кизильника с острова на Освейском озере в Витебской области относится к недавно описанному виду *C. rannensis* B. Hultm. et J. Fryer. Распространение, морфологическая и генетическая дифференциация этих видов детально в Беларуси не изучалась.

7. *Tropa natans* L. s. l. – Водяной орех плавающий, или чилим

Очень сложный в систематическом отношении род, представленный в Европе большим числом видов. Для территории Беларуси указывается до 11 видов этого рода: *T. borysthena* V. Vassil., *T. conocarpa* (Aresch.) Fler., *T. cruciata* (Gluck.) V. Vassil., *T. europaea* Fler., *T. flerovii* Dobroc., *T. hungarica* Opiz, *T. natans* L. s. str., *T. pseudocolchica* V. Vassil., *T. pyramidalis* V. Vassil., *T. rossica* V. Vassil., *T. septentrionalis* V. Vassil. Анализ морфологической изменчивости данной группы позволяет нам предположить произрастание в республике не менее 3 видов.

8. *Gentianella amarella* (L.) Böern. s. l. – Горечавочка горьковатая

Очень сложный в систематическом отношении центральноевропейский горный комплекс, включающий около 30 морфологически очень близких видов. Ситуацию усложняет еще и формирование сезонных рас у многих видов. Для территории Беларуси разными авторами помимо *G. amarella* s. str.

приводились еще *G. lingulata* (Agardh) Pritchard и *G. uliginosa* (Willd.) Boern.

9. *Crepis mollis* (Jacq.) Asch. s. l. – Скерда мягкая

В Европе данный вид представлен тремя подвидами, два из которых могут встречаться в Беларуси: *C. mollis* subsp. *mollis* и *C. mollis* subsp. *hieracioides* (Domin) Domin (*C. hieracioides* Waldst. et Kit.). В Беларуси внутривидовая дифференциация скерды мягкой не изучалась.

10. *Najas major* All. s. l. – Наяда большая

В Беларуси данный вид представлен по меньшей мере двумя морфологически отличающимися формами. Типичная *N. major* имеет цилиндрические (скорее даже веретеновидные) плоды. На западе Беларуси встречается форма, у которой на боковых стенках плодов образуются выросты, делая плоды почти 4-гранными в поперечном сечении. Именно такие формы и были в свое время описаны как *Najas polonica* Zaleski. К сожалению, в дальнейшем этот вид был незаслуженно забыт или же принимался в качестве разновидности, но название применялось к абсолютно другому таксону. Необходимо посмотреть внутреннее строение плодов *N. major* и *N. polonica*, а также провести молекулярно-генетические исследования для того, чтобы убедиться в наличии достоверных различий между этими таксонами.

11. *Lilium martagon* L. s.l. – Лилия кудреватая, или царские кудри, саранка.

Вид полиморфен по характеру опушения бутонов, листочков околоцветника и молодых листьев. Растения на большей части республики не имеют опушения, однако преимущественно в восточных и северо-восточных районах отмечаются популяции, у которых растения имеют рассеянное опушение из длинных спутанных волосков на бутонах, наружной стороне листочков околоцветника и прицветниках. Такие растения близки к сибирско-восточ-

ноевропейской *L. pilosiusculum* (Frey) Miscz., который разными исследователями рассматривается в ранге вида, подвида либо разновидности [14, 15, 16, 17, 18]. Этот вид, по данным К. В. Киселевой [17], практически доходит до восточных границ Беларуси. Во «Флоре Беларуси...» данный таксон по непонятным для нас причинам указывается только в культуре [19]. Его степень обособленности от типичного центрально-европейского *L. martagon* s.str., имеющего голые цветки и прицветники, нуждается в детальном изучении, в том числе с привлечением методов молекулярной систематики. Нуждается также в уточнении и общем распространении данного таксона на территории Беларуси, в отдельном изучении нуждается также *L. martagon* var. *daugavia* Malta (*L. martagon* f. *daugavia* (Malta) Lacis), описанный сиз долины Даугавы (Западной Двины) в Латвии и отличающийся ритмом сезонного развития [15, 20, 21].

12. *Allium ursinum* L. s. l. – Лук медвежий, или черемша

На территории Беларуси этот вид находится на северо-восточной границе равнинной части ареала. Традиционно он рассматривается как реликтовый, по происхождению средневропейский [12], однако реальная ситуация оказалась гораздо сложнее. Дело в том, что на территории Европы данный вид представлен двумя подвидами: *A. ursinum* subsp. *ursinum* и *A. ursinum* subsp. *ucrainicum* [22]. Проведенное изучение внутривидовой дифференциации черемши показало, что в Беларуси произрастают оба подвида, которые в настоящее время не контактируют друг с другом. На юго-востоке Беларуси произрастает subsp. *ucrainicum*, который по происхождению является балканско-кавказским таксоном, а на северо-западе – типовой подвид, распространенный в Западной и Центральной Европе. Оба подвида очень редки и должны рассматриваться как

реликты голоценовой трансформации флоры. Большая часть территории республики занята гибридами этих двух подвидов, которые распространены в Беларуси гораздо шире родительских таксонов [23, 24, 25] и, вероятнее всего, имеют голоценовое происхождение.

13. *Anacamptis coriophora* (L.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase (*Orchis coriophora* L.) – Анакамптис клопоносный

В Беларуси отмечен только типовой подвид *Anacamptis coriophora* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase subsp. *coriophora*, однако не исключено нахождение в юго-восточных регионах республики *Anacamptis coriophora* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase subsp. *nervulosa* (Sakalo) Mosyakin et Tymchenko (*Orchis nervulosa* Sakalo). Он отличается от типового подвида цветками, имеющими слабый приятный запах (у типового подвида цветки имеют неприятный запах клопов), наличием трёх (а не одной) тёмных жилок на нижних прицветниках и несколько большими размерами цветка. В то же самое время размерные признаки, исходя из протолога, у данного подвида сильно перекрываются с таковыми

у типового подвида, что дало основание В. В. Куропаткину и П. Г. Ефимову их синонимизировать [26]. Однако до сих пор не было проведено оценки ни морфологической, ни молекулярно-генетической изменчивости данной группы на внутри- и межпопуляционном уровне, что могло бы окончательно разрешить данный вопрос.

14. *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. s. l. – Кокушник комарниковый

Род *Gymnadenia* R. Br. – Кокушник – небольшой, но очень сложный в систематическом отношении род Орхидных. Прежде всего это связано с высоким полиморфизмом такого комплекса, как *Gymnadenia conopsea* s.l., в пределах которого описано большое количество подвидов, разновидностей и форм. Некоторые из них многими учеными рассматриваются как самостоятельные виды [27]. В 2002 г. с территории Германии было описано еще 3 вида и 2 подвида кокушников [28], которые потенциально могут произрастать и в Восточной Европе. Детального изучения данного рода на территории Беларуси до сих пор не проводилось, хотя помимо типичного в Беларуси отмечен и гораздо более редкий *G. densiflora*.

Список литературы

1. Agapow, P.–M. The impact of species concept on biodiversity studies / P.– M. Agapow, O. R. P. Bininda-Emonds, K. A. Crandall [et al.] // Quarter. Rev. Biol. – 2004. – Vol. 79. – P. 161–179.
2. Mage, G. M. The role of taxonomy in species conservation / G. M. Mage // Phil. Trans. Royal. Soc. London. B. – 2004. – Vol. 359. – P. 711–719.
3. Raven, P. H. Taxonomy: where are we now? / P. H. Raven // Phil. Trans. Royal. Soc. London. B. – 2004. – Vol. 359. – P. 729–730.
4. Mosyakin, S. L. Taxonomic aspects of treatments of vascular plants in the Red Data Book of Ukraine / S. L. Mosyakin, I. A. Korotchenko // The Plant Kingdom in the Red Data Book of Ukraine: Implementing the Global Strategy for Plant Conservation. Proceedings of International Conference (11-15 October, Kyiv). – Kyiv: Alterpress, 2010. – P. 28–32.
5. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 9 июня 2014 г. № 26 «Об установлении списков редких

и находящихся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь видов диких животных и дикорастущих растений, включаемых в Красную книгу Республики Беларусь» / Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 9 июля 2014 г. N 8/28838

6. Testo, W. *Huperzia continentalis* (Lycopodiaceae), a New Species of Gemmiferous Firmoss Separated from *Huperzia haleakalae* / W. Testo, A. Haines, A. V. Gilman // Systematic Botany. – 2016. – Vol. 41, N 4. – P. 894–901.

7. Шимко, И. И. Новые виды цветковых для флоры Беларуси / И. И. Шимко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2001. – Т. 19, N. 1. – С. 88–91.

8. Шимко, И. И. Полушник колючеспоровый (*Isoetes echinospora* Durieu) новый вид растений для флоры Беларуси / И. И. Шимко, И. П. Вознячук // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты = Modern Problems in Botanical and Mycological Research: сб. ст. II междунар. научн.-практ. конф., Минск, 12-14 ноябр. 2013 г. / Редкол.: В. Д. Поликсенова (отв. ред.) и др. – Минск: Изд. центр БГУ, 2013. – С. 79–81.

9. Савчук, С. С. Новые находки охраняемых растений в Бельничском районе Могилевской области (Беларусь) / С. С. Савчук, В. Н. Лебедев // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2018. – Т. 12, № 1. – С. 106–109.

10. Цвелев, Н. Н. Прострел – *Pulsatilla* Mill. / Н. Н. Цвелев // Флора Восточной Европы, Том 10. – СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, 2001. – С. 85–94.

11. Гладкова, В. Н. Кизильник – *Cotoneaster* Medik. / В. Н. Гладкова, Т. С. Крюгель // Флора Восточной Европы, Том 10. – СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, 2001. – С. 588–592.

12. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, пред. редкол. Качановский И.М. – 4-е изд. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2015. – 445 с.

13. Сенников, А. Н. Дикорастущие виды рода *Cotoneaster* (Rosaceae) во флоре Беларуси / А. Н. Сенников // Актуальные проблемы изучения фито- и микобиоты: Сб. статей Междунар. научн.-практ. конферен., к 80-летию каф. ботаники БГУ, Минск, 161 25-27 окт. 2004 г. / Бел. гос. ун-т; редкол.: В. Д. Поликсенова (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Издательский центр БГУ, 2004 – С. 113–115.

14. Matthews, V. A. *Lilium* L. / Matthews, V. A. // Flora Europaea (*Alismataceae* to *Orchidaceae*): in 5 vol. / Tutin T. G., Heywood V. H., Burges W. A., Moore D. M., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A. (eds.) . – Изд. 1. – Cambridge: Cambridge University Press, 1980. – Vol. 5. – С. 34-35.

15. Баранова, М. В. Лилии / Баранова, М. В. – Ленинград: Агропромиздат, 1990. – 384 с.

16. Songyun L. *Lilium* Linnaeus. / Liang Songyun, Minoru N. Tamura // Flora of China. – 2000. – Т. 24. – С. 135–149.

17. Киселева, К. В. *Lilium* L. / К. В. Киселева // Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / Товарищество научных изданий КМК. – Изд. 11-е изд., испр. и доп. – Москва, 2014. – С. 635.

18. Завадская, Л. В. Лилии (*Lilium*) природной флоры в коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Л. В. Завадская // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук. – 2016. – № 2. – С. 11–14.

19. Дубовик, Д. В. *Liliaceae* Jus., nom. cons. – Лилейные – Лілейныя / Дубовик, Д. В. // Флора Беларуси: сосудистые растения. Liliopsida (*Agavaceae*, *Alliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Asparagaceae*, *Asphodelaceae*, *Cannaceae*, *Colchicaceae*, *Convallariaceae*,

Cyperaceae, Diosco-reaceae, Iridaceae, Ixioliriaceae, Hemerocallidaceae, Hostaceae, Hyacinthaceae, Juncaceae, Liliaceae, Melantheriaceae, Ophiopogonaceae, Orchidaceae, Pontederiaceae, Tofieldiaceae, Trilliaceae): под общ. ред В. И. Парфенова : в 6 т. / Беларуская навука. – Минск, 2017. – Т. 3. – С. 19–63.

20. Balode, A. Variability of wild martagonlily (*Lilium martagon* L.) in the region of Kurzeme, [Latvia] / A. Balode // International Scientific Conference: Research for Rural Development 2007, 13, Jelgava (Latvia), 16–18 May 2007 / Latvia University of Agriculture. – 2007. – P. 50–56.

21. Balode, A. Diversity of the martagon lily (*Lilium martagon* L.) in Latvia / A. Balode // Scripta Horti Botanici Universitatis Vytauti Magni. – 2013. – Т. 17. – С. 25–35.

22. Stearn, W. T. *Allium* L. / W. T. Stearn // Flora Europaea (*Alismataceae* to *Orchidaceae*) : in 5 vol. / T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (eds.). – Cambridge: Cambridge University Press, 1980. – Vol. 5. – P. 49–69.

23. Дзюбан, О. В. Морфологический и молекулярно-генетический полиморфизм *Allium ursinum* L. / О. В. Дзюбан, З. Е. Грушецкая, В. Н. Тихомиров, В. И. Парфенов // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира: сб. материалов международной научной конференции, Минск - Нарочь, 23-26 сентября 2014 г./ ред.кол.: А. В. Пугачевский (гл.ред.) [и др.]. – Минск: Экоперспектива, 2014. – 412 с., с. 316–319.

24. Дзюбан, О. В. Идентификация и генетическая паспортизация подвидов *Allium ursinum* L. как перспективного источника пищевого и лекарственного сырья / О. В. Дзюбан, З. Е. Грушецкая, В. Н. Тихомиров [и др.] // Овощеводство, Сборник научных трудов. – 2016. – Т. 24. – С. 36–40.

25. Дзюбан, О. В. Филогеографическое картирование *Allium ursinum* L. на территории Республики Беларусь / О. В. Дзюбан, З. Е. Грушецкая, В. Н. Тихомиров, В. И. Парфенов // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2016. – № 2. – С. 30–37.

26. Куропаткин, В. В. Конспект родов *Anacamptis*, *Neotinea* и *Orchis* s. str. (*Orchidaceae*) флоры России и сопредельных стран с обзором проблемы подразделения *Orchis* s. l. на отдельные роды / В. В. Куропаткин, В. П. Ефимов // Ботанический журнал. – 2014. – Т. 99, № 5. – С. 555–593.

27. Marhold, K. Morphological and karyological differentiation of *Gymnadenia densiflora* and *G. conopsea* in the Czech Republic and Slovakia. / K. Marhold, I. Jongepierová, J. Krahulcová & J. Kučera // Preslia, Praha – 2005 – Vol. 77. – P. 159–176.

28. Dworschak, W. Gliederung der verschiedenen Erscheinungsformen der Mücken-Händelwurz in Südbayern // W. Dworschak // Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal. – 2002 – Bd. 55. – P. 27–45.

Анализ межвидовой и внутривидовой изменчивости по результатам молекулярно-генетических экспериментов на примере рода *Anthyllis* (Fabaceae).

Ярмишин А. А.¹, Сидор Л. С.¹, Джус М. А.², Аношенко Б. Ю.¹
¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь,

B.Anoshenko@cbg.org.by

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Резюме. В результате анализа межвидовой и внутривидовой изменчивости на примере образцов рода *Anthyllis* установлено: достоверный эффект межвидовых различий по молекулярным маркерам с использованием анализа молекулярной дисперсии (AMOVA); отсутствие достоверных различий внутривидовой (популяционной) изменчивости у изученных видов с использованием традиционного дисперсионного анализа (ANOVA); невысокий, но достоверный уровень различий в межвидовой изменчивости у изученных видов с использованием традиционного дисперсионного анализа (ANOVA); внутривидовая (популяционная) изменчивость значительно превышает внутривидовой уровень и составляет 77.3 % и 22.7 % соответственно.

Summary. Yarmishin A. A., Sidor L. S., Dzhus M. A., Anoshenko B. Yu. **Analysis of interspecific and intraspecific variation in molecular genetic research using genera *Anthyllis* (Fabaceae) as a case study.** The analysis of interspecific and intraspecific variation allow the following conclusions to be provided: significant effect of interspecific differences of molecular markers using analysis of molecular variance (AMOVA); absence of significant differences in intraspecific variation of species studied based on the results of traditional ANOVA; low but significant level of interspecific variation based on the results of traditional ANOVA; intraspecific (population) variation (77.3 %) significantly greater than interspecific one (22.7 %).

Анализ межвидовой и внутривидовой изменчивости является важной составляющей генетико-популяционных и ботанико-таксономических исследований. В традиционных исследованиях такой анализ проводится с использованием дисперсионного анализа (ANOVA). В молекулярно-генетических экспериментах (анализ различий ДНК) такой подход невозможен, т. к. используются не величины проявления признака, а различия (расстояния) между изучаемыми объектами. Для этой цели Laurent Excoffier, Peter Smouse и Joseph Quattro в 1992 предложили иную статистическую модель, названную AMOVA (Analysis of Molecular Variance), позволяющую, как традиционный однофакторный дисперсионный анализ, оценить внутри- и межгрупповую изменчивость матрицы различий (рас-

стояний), полученную на основе молекулярно-генетических данных.

Целью данного исследования было провести изучение использования методов ANOVA и AMOVA в оценке межвидовой и внутривидовой изменчивости матрицы расстояний, полученной на основе молекулярно-генетических данных.

Материалом для исследований служили 35 гербарных образцов различных популяций и видов растений рода *Anthyllis* и 12 образцов представителей других родов семейства *Fabaceae* (*Leguminosae*) (табл. 1). Навеску листьев 15–20 мг измельчали на гомогенизаторе TissueLyser LT (Qiagen, Германия) с помощью стальных шариков. К измельченному материалу добавляли лизирующий буфер AP1 (400 мкл) и 4 мкл РНКазы (Rnase A) из набора Dneasy Plant Mini Kit (Qiagen, Германия) и даль-

нейшее выделение проводили согласно инструкции к набору. Измерение концентрации ДНК и оценку чистоты

выделенных образцов проводили на спектрофотометре NanoPhotometr P-330 (Implen, Германия).

Таблица 1. Использованные в исследовании виды рода *Anthyllis* и количество их популяций

Вид	КОЛ-ВО ПОПУЛЯЦИЙ
1. <i>Anthyllis arenaria</i> (Rupr.) Juz.	3
2. <i>Anthyllis baltica</i> Klotzsch.	4
3. <i>Anthyllis carpatica</i> Pantol.	1
4. <i>Anthyllis colorata</i> Juz.	3
5. <i>Anthyllis macrocephala</i> Wender.	4
6. <i>Anthyllis polyphyloides</i> Juz.	4
8. <i>Anthyllis schiwereckii</i> (DC.) Błocki	5
9. <i>Anthyllis vulneraria</i> L. S.str.	2
10. <i>Anthyllis vulneraria</i> × <i>schiwereckii</i>	2

Для оценки уровня генетического разнообразия семейства *Fabaceae* были использованы виды *Astragalus glycyphyllos* L., *Albizia julibrissin* Durazz., *Caragana arborescens* Lam., *Cercis sili-*

quastrum L., *Genista tinctoria* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Glycine max* (L.) Merr., *Lathyrus sylvestris* L., *Lotus corniculatus* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi, *Vicia cracca* L.

Таблица 2. Адаптеры и праймеры EcoRI и MseI, использованные для предварительной и селективной амплификации

№	Адаптер/праймер	Нуклеотидная последовательность (5'→3')
Адаптеры		
1	E-адаптер 1	CTCGTAGACTGCGTACC
2	E-адаптер 2	AATGGTACGCAGTCTAC
3	M-адаптер 1	GACGATGAGTCCTGAG
4	M-адаптер 2	TACTCAGGACTCAT
Праймеры для предварительной амплификации		
5	E_pre	GACTGCGTACCAATTC A
6	M_pre	GATGAGTCCTGAGTAA C
Праймеры для селективной амплификации		
7	M-CAA	GATGAGTCCTGAGTAA CAA
8	M-CAC	GATGAGTCCTGAGTAA CAC
9	M-CAG	GATGAGTCCTGAGTAA CAG
10	M-CAT	GATGAGTCCTGAGTAA CAT
11	E-AAC	GACTGCGTACCAATTC AAC
12	E-AAG	GACTGCGTACCAATTC AAG
13	E-ACA	GACTGCGTACCAATTC ACA
14	E-ACC	GACTGCGTACCAATTC ACC

AFLP-анализ проводили по стандартной схеме (Vos et al., 1995). Для фрагментации ДНК (200 нг) использовали две рестриктазы EcoRI и MseI (Thermo Scientific) с последующим ли-

гированием полученных фрагментов с соответствующими адаптерами. Полимеразную цепную реакцию проводили в амплификаторе C1000 Touch™ Thermal Cycler (BioRad, США). AFLP-

праймеры для преамплификации содержали один селективирующий нуклеотид. Для селективной амплификации использовали 8 пар универсальных праймеров с тремя дополнительными нуклеотидами на 3'-конце (табл. 2). Кроме того, EcoRI-праймеры на 5'-конце содержали флуоресцентную метку Ву5. Анализ полученных ДНК-фрагментов осуществляли с помощью системы генетического анализа GenomeLab GeXP (Beckman Coulter, США).

Статистический анализ был проведен: расчет генетических расстояний, метод главных компонент и AMOVA – с использованием программы GenAlEx версии 6.503 (Peakall and Smouse 2012); кластерный анализ – Trex-online (<http://www.trex.uqam.ca/>); ANOVA – пакета программ AB-Stat (Анощенко 1995).

Проведенный анализ по 7 комбинациям праймеров выявил 970 фрагментов в целом для образцов семейства *Fabaceae* и 366 фрагментов для образцов рода *Anthyllis* в частности. Распределение полиморфности фрагментов для различных комбинаций праймеров представлено в таблице 3. В целом большинство выявленных фрагментов были высоко полиморфны. Для большинства комбинаций праймеров выяв-

лены специфические для рода *Anthyllis* фрагменты, которые не встречались у представителей других проанализированных родов.

Кластерный анализ по каждой комбинации праймеров выявил примерно одинаковый характер группировки изученных образцов: образцы рода *Anthyllis* группировались в 2–3 отдельные от остальных образцов семейства *Fabaceae* группы. Совокупный анализ по всем комбинациям праймеров представлен на рисунке 1. В целом образцы рода *Anthyllis* формировали две группы: в основе первой группы находились виды *A. Vulneraria* и *A. Schiwereckii*, основу второй группы составляли виды *A. Macrocephala* и *A. Polyphyloides*. Остальные виды и гибриды распределялись в основном во второй группе неравномерно и не создавали отдельных групп или подгрупп. В целом лишь *A. Vulneraria*, *A. Schiwereckii* и *A. Macrocephala* формировали сравнительно близкие группы, однако и в этих случаях межпопуляционные различия были значительны. Сходные результаты были получены Kalinowski et al. (1983a, 1983b) с использованием изоферментного анализа и Nanni et al. (2005) и Köster et al. (2008) с использованием молекулярных ДНК-маркеров.

Таблица 3. Распределение фрагментов по степени полиморфности у образцов семейства *Fabaceae* и образцов рода *Anthyllis*, в частности, для 7 комбинаций AFLP-праймеров.

Комбинация праймеров	семейство <i>Fabaceae</i>						род <i>Anthyllis</i>					
	всего фрагментов	частота фрагментов по степени полиморфности					всего фрагментов	частота фрагментов по степени полиморфности				
		0	0.2	0.3	0.4	0.5		0	0.2	0.3	0.4	0.5
7–11	171	0	0.19	0.15	0.09	0.57	71	0	0.39	0.11	0.18	0.31
7–12	154	0	0.22	0.16	0.02	0.42	56	0.09	0	0.38	0.07	0.46
7–14	144	0	0.23	0.21	0.17	0.39	41	0.12	0	0.24	0.12	0.51
8–11	124	0	0.29	0.26	0.12	0.33	36	0.08	0	0.47	0	0.44
8–13	149	0	0.28	0.19	0.14	0.40	69	0	0	0.36	0.06	0.58
9–14	80	0	0	0.49	0.21	0.28	45	0.02	0	0.47	0.22	0.29
10–11	148	0	0.26	0.20	0.14	0.41	48	0.1	0	0.19	0.15	0.56
Всего	970	0	0.22	0.22	0.15	0.41	366	0.05	0.08	0.3	0.12	0.45

Дендрограмма кластерного анализа не отражает в достаточной мере распределение исследованных образцов в многомерном пространстве. Более детальную картину можно получить с использованием метода главных компонент (principal component analysis (PCA)). Распределение исследованных образцов на первых двух главных компонентах, охватывающих 37.3 % дисперсии, представлено на рисунке 2. Очевидно, что у изученных образцов изменчивость внутри рода *Anthyllis* значительно меньше изменчивости между родами семейства *Fabaceae* (рис 2a). Среднее генетическое расстояние между исследованными родами семейства *Fabaceae* равно 48.5, а среднее расстояние внутри рода *Anthyllis* равно 12.3, следовательно, доля изменчивости рода *Anthyllis* составляет 25.3 % от общей изменчивости изученных родов семейства *Fabaceae*.

В тоже время межвидовая и внутривидовая изменчивость внутри рода *Anthyllis* не так однозначна (рис 2b). Проведенный анализ молекулярной вариации (AMOVA) выявил достоверное влияние межвидовых различий по 4 из 7 комбинациям праймеров и в общем по всем комбинациям (табл. 4).

Доля межвидовых различий колебалась от 4 до 31 % и в общем составила 20.3 %. Внутривидовая (популяционная) изменчивость рода *Anthyllis* значительно превышает межвидовую, и ее доля составляет 79.7 %. Это и определяет полученный характер классификации (кластеризации) образцов данного рода без четких видовых групп.

Для более детального анализа внутривидовой изменчивости у 8 видов рода *Anthyllis* были использованы средние внутривидовые генетические расстояния (табл. 5). В подавляющем большинстве случаев выявлено отсутствие достоверных различий между видами по внутривидовой изменчивости (между средними внутривидовыми генетическими расстояниями) для всех комбинаций праймеров. Проведенный дисперсионный анализ подтвердил отсутствие достоверных различий между видами по уровню внутривидовой изменчивости (табл. 6). Достоверным выявлено только различие между используемыми комбинациями праймеров, что является ожидаемым, т. к. различные комбинации праймеров выявляют различия в разных районах генома и в различной степени.

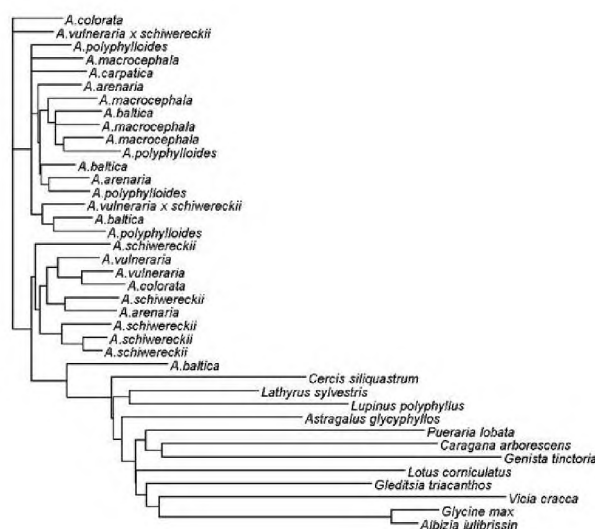


Рисунок 1. Дендрограмма кластерного анализа изученных образцов семейства *Fabaceae*.

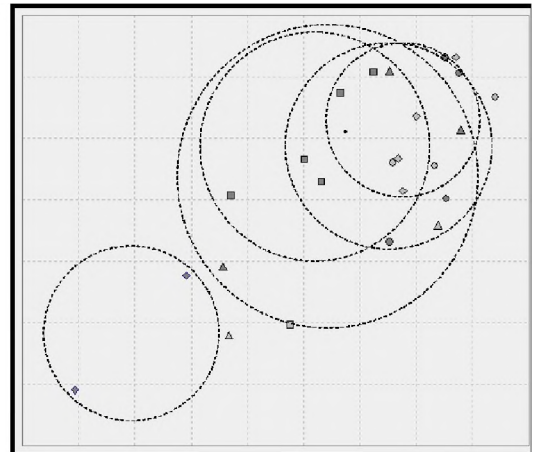
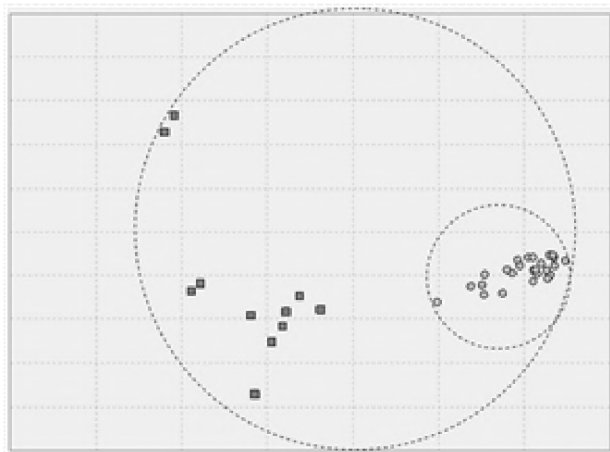


Рисунок 2. Распределение на первых двух главных компонентах образцов семейства *Fabaceae* (a) и, более детально, образцов рода *Anthyllis* (b).

Таблица 4. Результаты анализа молекулярной вариации (AMOVA) образцов рода *Anthyllis* для 7 комбинаций AFLP-праймеров.

Комбинация праймеров	df		MS		Es.Var		Доля в вариации	PhiPT
	sp	pop	sp	pop	sp	pop		
7-11	6	16	15.16	7.04	2.51	7.04	0.26	0.263**
7-12	5	15	7.15	5.59	0.45	5.59	0.08	0.075
7-14	6	16	4.98	4.38	0.19	4.38	0.04	0.041
8-11	5	14	4.33	3.46	0.27	3.46	0.07	0.072
8-13	6	16	16.49	6.74	3.00	6.74	0.31	0.308**
9-14	6	18	4.97	3.24	0.49	3.24	0.13	0.132**
10-11	6	16	8.98	4.93	1.25	4.93	0.20	0.203**
по всем праймерам	6	17	8.98	4.93	1.25	4.93	0.203	0.215**

Примечание: ** – достоверно при уровне значимости ($P < 0.01$), sp – между видами, pop – внутри видов.

Таблица 5. Внутривидовая изменчивость (внутривидовые генетические расстояния) у 8 видов рода *Anthyllis* для 7 комбинаций AFLP-праймеров.

Образец	комбинация праймеров							среднее по виду
	7-11	7-12	7-14	8-11	8-13	9-14	10-11	
<i>A.vulneraria</i>	10.00	7.00	7.00		9.00		8.00	8.20
<i>A.schiwreckii</i>	14.80	8.80	8.40	5.60	10.50	3.20	9.00	8.61
<i>A.arenaria</i>	17.33	9.33	9.33	7.00	21.33	6.00	11.33	11.66
<i>A.macrocephala</i>	15.00	8.67	9.67	5.33	6.83	8.00	8.00	8.79
<i>A.colorata</i>						15.33		15.33
<i>A.baltica</i>	10.67	17.17	8.67	9.83	14.67	7.17	10.00	11.17
<i>A.polyphylloides</i>	13.33	14.67	9.17	10.00	9.50	4.17	11.67	10.36
<i>A.vulneraria</i> × <i>A.schiwreckii</i>	15.00		7.00	2.00	10.00	3.00	12.00	8.17
среднее по комбинации	13.73	10.94	8.46	6.63	11.69	6.70	10.00	

Таблица 6. Результаты дисперсионного анализа внутривидовой изменчивости у рода *Anthyllis* для 7 комбинаций AFLP-праймеров.

Источник вариации	число степеней свободы	сумма квадратов	средний квадрат	F-критерий
между видами	6	84.52	14.09	1.71
между праймерами	6	337.23	56.21	6.84**
случайные отклонения	33	271.30	8.22	
Общая вариация	45	693.06	15.40	

Примечание: ** – достоверно при уровне значимости ($P < 0.01$).

Средние межвидовые генетические расстояния у всех изученных образцов превышали среднее внутривидовое расстояние для всех комбинаций праймеров, что указывает на определенный уровень межвидовой изменчивости. Для анализа межвидовой изменчивости рода *Anthyllis* были использованы разницы между средними генетическими расстояниями между видами и внутри вида. Чем больше различие между видами по сравнению с внутривидовым разнообразием, тем данный показатель больше нуля. Его достоверность можно оценить по наименьшей существенной разнице (Least Significant Difference (LSD)) от нуля. Полученные результаты представлены в таблице 7.

Уровень межвидовой изменчивости для ряда видов был значительный и превышал наименьшую существенную разницу. Однако уровень этой межвидовой изменчивости существенно различен для разных видов. Межвидовые различия у видов *A. Vulneraria*, *A. Schiwereckii* и *A. Macrocephala* существенны и достоверны. Уровень межвидовой изменчивости у видов *A. Arenaria*, *A. Colorata*, *A. Baltica* и *A. Polyphyloides* сопоставим с их уровнем внутривидовой изменчивости. Гибрид между *A. vulneraria* и *A. schiwereckii* имеет достоверные межвидовые различия, но уровень их невысок.

Таблица 7. Межвидовая изменчивость у 8 видов рода *Anthyllis* для 7 комбинаций AFLP-праймеров.

Образец	комбинация праймеров							среднее по виду
	7-11	7-12	7-14	8-11	8-13	9-14	10-11	
<i>A.vulneraria</i>	9.45	4.87	2.44		11.77		6.58	7.02
<i>A.schiwerekii</i>	10.59	1.69	1.54	3.30	13.81	3.43	6.25	5.80
<i>A.arenaria</i>	0.86	1.47	0.16	0.52	-3.33	0.80	0.23	0.10
<i>A.macrocephala</i>	4.95	2.38	0.15	2.59	8.47	0.90	3.50	3.28
<i>A.colorata</i>						-2.28		
<i>A.baltica</i>	6.17	-4.12	0.75	-0.28	3.33	0.51	1.67	1.15
<i>A.polyphyloides</i>	5.84	-2.77	0.96	-0.08	5.99	2.32	1.15	1.92
<i>A.vulneraria</i> × <i>A.schiwerekii</i>	2.25		1.44	4.81	4.54	2.90	0.21	2.69
LSD ₀₅	4.59	8.49	2.55	3.34	4.09	2.02	2.74	2.47
среднее по комбинации	5.73	0.59	1.06	1.81	6.37	1.23	2.80	2.86

Примечание: жирным шрифтом выделены значения, достоверно ($P < 0.05$) превышающие межвидовую изменчивость над внутривидовой.

Таблица 8. Результаты дисперсионного анализа межвидовой изменчивости у рода *Anthyllis* для 7 комбинаций AFLP-праймеров.

Источник вариации	df	SS	MS	F-критерий
между видами	6	228.01	38.00	7.13**
между праймерами	6	210.11	35.02	6.57**
случайные отклонения	33	175.99	5.33	
общая вариация	45	614.12	13.65	

Примечание: ** – достоверно при уровне значимости ($P < 0.01$).

Проведенный дисперсионный анализ выявил достоверное различие в межвидовой изменчивости у изученных видов рода *Anthyllis* (табл. 8), т. е. изученные виды достоверно различаются по уровню межвидовых генетических расстояний. Среднее значение превышения межвидовой изменчивости (генетических расстояний) над внутривидовой составило 2.86 и достоверно (при $P < 0.05$) отличалось от нуля.

Проведенный анализ позволил выявить, что у 39 изученных образцов семейства *Fabaceae* генетическая изменчивость (среднее межвидовое генетическое расстояние) составила 48.5, а у образцов рода *Anthyllis* составила 12.3, или 25.3 %. У изученных 28 образцов рода *Anthyllis* изменчивость между видами составила 2.87 (22.7 %), а изменчивость внутри вида (популяционная) – 9.78 (77.3 %) (рис. 3). Результаты анализа молекулярной варiances (AMOVA) показали схожие результаты: 21.5 % и 78.5 % соответственно. Результаты дисперсионного анализа не выявили достоверных различий внутривидовой (популяционной) изменчивости у образцов рода *Anthyllis*. В то же время установлены достоверные различия в их межвидовой изменчивости, хотя уровень этой изменчивости значительно ниже внутривидовой. Это дает основание для дальнейшего изучения генетических и ботанических особенностей рода *Anthyllis* и, возможно, изменения его систематики и таксономии.

Таким образом, в результате анализа межвидовой и внутривидовой из-

менчивости образцов рода *Anthyllis* установлено:

- достоверный эффект межвидовых различий по молекулярным маркерам с использованием анализа молекулярной варiances (AMOVA);
- отсутствие достоверных различий внутривидовой (популяционной) изменчивости у изученных видов с использованием традиционного дисперсионного анализа (ANOVA);
- невысокий, но достоверный уровень различий в межвидовой изменчивости у изученных видов с использованием традиционного дисперсионного анализа (ANOVA);
- внутривидовая (популяционная) изменчивость значительно превышает внутривидовой уровень и составляет 77.3 % и 22.7 % соответственно.

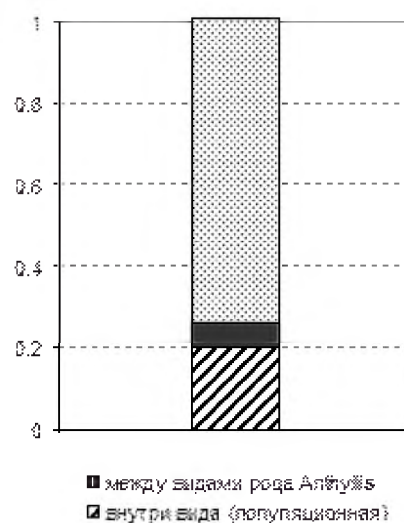


Рисунок 3. Уровни межвидовой и внутривидовой изменчивости у образцов рода *Anthyllis* в общей изменчивости изученных образцов семейства *Fabaceae*

Список литературы

1. Excoffier, L; Smouse, Pe; Quattro, Jm (Jun 1992). "Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data". *Genetics*. 131 (2): 479–91.
2. Kalinowski A., Szweykowski J., Kaczmarek Z., Analysis of the variability of natural *Anthyllis vulneraria* s. l. populations from Baltic coast. Patterns of three enzyme systems following electrophoretic separation, *Bulletin de la Societe des Amis des Sciences et des Lettres*, 1983a, 23, 67–78.
3. Kalinowski A., Szweykowski J., Kaczmarek Z., Analysis of the variability of natural *Anthyllis vulneraria* s. l. populations from Baltic coast. Patterns of esterases following separation by isoelectrofocusing and general analysis of variation of enzymatic system, *Bulletin de la Societe des Amis des Sciences et des Lettres*, 1983b, 23, 79–89.
4. Köster E., Bitocchi E., Papa R., Pihu S., Genetic structure of the *Anthyllis vulneraria* L. s. l. species complex in Estonia based on AFLPs, *Cent. Eur. J. Biol.*, 3(4), 2008, 442–450.
5. Nanni L., Ferradini N., Taffetani N., Papa R., Molecular Phylogeny of *Anthyllis* spp, *Plant Biol.*, 2005, 6, 454–464.
6. Peakall, R. and Smouse P. E. (2012) GenAEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics* 28, 2537–2539.
7. Vos P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, T. van de Lee, M. Homes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, M. Zabeau AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. // *Nucleic Acids Research*. – 1995. V.23. – P. 4407–4414.
8. Аношенко Б. Ю. Программы анализа и оптимизации селекционного процесса растений. Материалы 1-ого съезда Вавиловского общества генетиков и селекционеров (Саратов, 20–25 декабря 1994 г.). *Генетика*, Т30 (приложение) с. 8–9.

Вегетативное размножение цитрусовых растений в горшечной оранжерейной культуре

Атесленко Е. В.¹, Гетко Н. В.¹, Кулян Р. В.², Шамшур Г. Ч.¹

¹ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь, ekaterina.ateslenko@yandex.by

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», г. Сочи, Россия

Резюме. В статье представлены сведения о горшечной оранжерейной культуре цитрусовых растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, а также результаты вегетативного размножения данной культуры и основные требования к условиям среды при черенковании.

Summary. Ateslenko E. V., Getko N. V., Kulyan R. V., Shamshur G. Ch. **Vegetative propagation of citrus plants in the pot greenhouse culture.** The article presents information about the potted greenhouse culture of citrus plants of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, as well as the results of the vegetative propagation of this crop and the main requirements for the environmental conditions during grafting.

В настоящее время цитрусовые растения получили широкое распространение в качестве горшечной культуры. Различные виды и сорта активно используют для озеленения зимних садов и интерьеров. Такое повышенное внимание к данной культуре вызвано прежде всего тем, что цитрусовые занимают третье место в мире по распространению среди плодовых культур. Их плоды обладают высокими вкусовыми и диетическими качествами, а сами растения обладают фитонцидной активностью, что позволяет использовать их для оздоровления воздуха в помещениях [1, с. 5].

Множественные и многовековые спонтанные мутации, перекрестное опыление, сильная изменчивость полового потомства, часто закрепленная апомиксисом и полностью сохраняемая вегетативным размножением, а также естественный и искусственный отборы способствовали возникновению прототипов многих видов, множества промежуточных форм и современного сортимента цитрусовых [2, с. 20]. Все эти явления, а также высокая взаимоскрещиваемость цитрусовых растений, не позволяют дать четкого представления о количестве видов и об их генетическом родстве в этом полиморфном и широко представленном роде.

По имеющимся литературным данным, наиболее тесные родственные отношения среди основных представителей цитрусовых имеются между грейпфрутом (*C. paradisi*) и помело (*C. grandis*), эремоцитрусом (*C. glauca*) и микроцитрусом (*C. australasica*). В близком родстве находятся апельсин (*C. sinensis*), мандарин (*C. reticulata*) и грейпфрут (*C. paradisi*) [3, с. 35]. Лайм (*C. aurantiifolia*) генетически наиболее близок лимону (*C. limon*). Растения, объединяемые под общим названием лайм, когда-то относились к лимонным и рассматривались как их гибриды. На сегодняшний день в пределах вида выделяются два сортотипа: кислый лайм (*C. aurantiifolia*) и сладкий

лайм (*C. limetta*) [4]. Гибриды относятся к одному из этих сортотипов в зависимости от кислотности плодов.

Сортотип кислые лаймы составляют гибриды, плоды которых имеют зернистую, очень сочную, кислую мякоть. Используются в свежем виде в качестве заменителя лимона. Сортотип сладкие лаймы объединяет сорта вида лайм и разновидности лиметта, у которых мякоть плодов сладкая. Количество сортов этого сортотипа, а также ареал их возделывания и хозяйственное значение гораздо меньше по сравнению с кислым лаймом. Плоды используются в качестве заменителя плодов сладких цитрусовых [2, с. 139].

Исходя из вышесказанного, а также в связи с повышенным интересом к цитрусам, вопрос разработки эффективных способов размножения данных растений является весьма актуальным.

Молодые растения цитрусовых можно получить генеративным способом, вырастив их из семян. Но гораздо более эффективным и предпочтительным для горшечной культуры является вегетативное размножение цитрусовых черенкованием.

С недавнего времени в оранжерее Центрального ботанического сада НАН Беларуси разрабатываются приемы малообъемной горшечной культуры мандарина сетчатого и его спонтанных природных гибридов. Начало коллекции составили: мандарин (*Citrus reticulata* Blanco), каламондин (*Citrus microcarpa* Bunge), бигарадия (*Citrus × aurantium* L.) и грейпфрут (*Citrus paradisi* Macfad.) [5]. Дальнейшее пополнение коллекции горшечной культуры цитрусовых составили селекционные образцы, полученные в виде черенков из ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур». Укоренение черенков проходило в период с 17.10.2017 по 28.02.2018 при температуре +25–27 °С, влажности 65–70 %. Источником света послужили обычные люминесцентные лампы с интенсивно-

стью светового потока 3000 лк. В качестве субстрата использовали речной песок и перлит в соотношении 1:1 соответственно. После успешного укоренения (рис. 1) были получены следующие сорта цитру-

совых растений: *Citrus limetta* Risso, *Citrus limetta* cv. Марокко, *Citrus limetta* cv. Кислая оранжевая, *Citrus limetta* cv. 1, *Citrus aurantiifolia* cv. Таити, *Citrus aurantiifolia* cv. Foro, *Citrus limon* cv. Бесколючий.



Рис. 1. Укоренившиеся черенки: а – *Citrus limon* cv. Бесколючий; б – *Citrus aurantiifolia* cv. Таити

Растения содержатся в оранже-рее Центрального ботанического сада в малообъемной горшечной таре в субстратной смеси из торфа, песка,

перлита в соотношении 2:1:1 (рис. 2). Режим освещенности – от 960–2600 лк в осенне-зимний период до 3000–3200 лк в летний период.



Рис. 2. Однолетние растения на стеллаже в оранжерее

Весной 2019 года совместно с ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур» провели уточнение систематической принадлежности однолетних растений, после чего они были описаны по морфологическим признакам.

***Citrus limon* cv. Бесколючий**

Растения высотой 35 см, ветви без колючек. Длина листовой пластинки 7,0–12,2 см, ширина – 2,6–5,2 см. Че-

решки округлые, 0,5–0,7 см длиной, крылаток нет. Листья симметричные, продолговатой формы, основание округлое, иногда немного клиновидное, верхушка заостренная, края – выемчатые.

***Citrus aurantiifolia* cv. Таити**

Растения высотой 17–25 см, ветви с колючками. Листовая пластинка длиной 6,6–10,4 см, шириной 3,8–6,4 см, черешок — 0,6–1,2 см, крылатки едва заметны. Форма листа овальная, ос-

нование — округлое, верхушка — заостренная, иногда выемчатая. Край листовой пластинки выемчатые.

***Citrus aurantiifolia* cv. Foro**

Растения высотой 20–25 см, ветви с колючками. Длина листа 6,6–10,6 см, ширина — 2,8–4,8 см. длина черешка 1,3–1,9 см, крылатки едва заметны. Листовая пластинка продолговатой, реже овальной, формы, основание округлое, верхушка заостренная, края выемчатые.

***Citrus limetta* Risso**

Высота растений 29–40 см, ветви с колючками. Листовая пластинка длиной 6,8–12,4 см, шириной 3,5–6,9 см.

Длина черешка 0,9–1,5 см, крылатки практически отсутствуют. Форма листовой пластинки — яйцевидная, основание округлое, верхушка заостренная, края листа — выемчатые.

***Citrus limetta* cv. Марокко**

Растения высотой 23–27 см, ветви с колючками. Лист длиной 7,0–11,6 см, шириной 3,1–4,3 см. Длина черешка 1,0–1,4 см, крылатки едва заметны. Листовая пластинка продолговатой формы, основание округлое, верхушка заостренная, края выемчатые. В условиях ЦБС растение прошло стадию цветения и завязало плоды (рис. 3).



Рис. 2. Однолетние растения на стеллаже в оранжерее

Весной этого же года (12.04.2019) было проведено повторное черенкование однолетних растений. Для опыта брали полуодревесневшие черенки вышеперечисленных сортов цитрусовых длиной 5–10 см. Перед посадкой черенков нижние срезы опудривали препаратом «Корневин», действующим веществом которого является индолилмасляная кислота, в количестве 10–20 мг на 1 черенок. В качестве субстрата для укоренения использовали речной песок,

предварительно промытый и пропаренный, и перлит в соотношении 1:1 соответственно. Укоренялись черенки на стеллаже в световом шкафу при температуре +25–29 °С, влажности 85–90 %. В качестве источника света использовали люминесцентные лампы с акцентом в синей и красной области спектра и световым потоком 1400 лм (интенсивность светового потока 2980–3320 лк) (рис. 4). Процесс укоренения оценивали через 53 дня после закладки опыта.



Рис. 4. Укоренение черенков на стеллаже

Таким образом, в условиях оранжереи ЦБС НАН Беларуси оказалось возможным создание благоприятных

условий для вегетативного размножения горшечной культуры цитрусовых (рис. 5)



а



б

Рис. 5. Черенки после повторного укоренения: а – *Citrus limon* cv. Бесколючий; б – *Citrus aurantiifolia* cv. Таити.

При черенковании необходимо соблюдать определенные требования к условиям среды:

Одной из основных биологических особенностей цитрусовых растений является их высокая требовательность к теплу. Поэтому при укоренении температура субстрата и воздуха должна поддерживаться на уровне +25–30 °С.

Для всех цитрусовых, родиной которых являются тропические и субтропические районы Юго-Восточной Азии, благоприятна высокая влажность воздуха и почвы. Являясь растениями весьма требовательными к влажности, они требуют соблюдать это условие и в процессе укоренения. Оптималь-

ные показатели влажности – 70–90 %.

Цитрусовые относятся к светолюбивым растениям, поэтому следует учитывать и этот фактор при их вегетативном размножении. В данном опыте использовались люминесцентные лампы Osram FLUORA T8 36W/77 с акцентом в синей и красной области спектра и световым потоком 1400 лм (интенсивность светового потока 2980–3320 лк).

Важно использование различных стимуляторов корнеобразования. При проведении опыта для опудривания нижних срезов черенков использовался препарат «Корневин», действующим веществом которого является индолилмасляная кислота.

Список литературы

1. Любительское цитрусоводство / А. В. Рындин [и др.]. – Сочи : ВНИИЦиСК, 2016. – 130 с.
2. 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.
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. Кулян, Р.В. Лайм (*Citrus aurantifolia* Sw.), его сорта и гибриды в коллекции ВНИИЦиСК / Р.В. Кулян // Вестн. Мичуринского аграрного ун-та. — 2016. — № 4. — С. 16–20.
5. Атесленко, Е.В. Мандарин и его спонтанные природные гибриды в горшечной оранжерейной культуре / Е.В. Атесленко, Г.Ч. Шамшур // Стратегии сохранения растений в ботанических садах и дендропарках: сб. материалов Междунар. науч. конф., посвященной 90-летию со дня рождения чл. — корр. НАН Украины, д.б. н., профессора Татьяны Михайловны Черевченко / Национальный ботанический сад им. М.М. Гришко НАН Украины; под ред. чл. — корр. НАН Украины, проф. Н.В. Заименко. — Киев, 2019. — С. 40–41.

Опыт создания декоративных экспозиций редких и охраняемых растений в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси

Гулис А. Л.

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск,
Республика Беларусь, gulis@cbs.org.by

Резюме. Ряд редких и охраняемых растений природной флоры Беларуси обладает высокими декоративными качествами. Создание цветочно-декоративных экспозиций с их использованием позволяет решить ряд задач по сохранению и восстановлению биоразнообразия. В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси подобная экспозиция существует более 5 лет. Был предложен и уточнен ассортимент растений, с учетом периода их декоративности и требований в культуре. На сегодняшний момент используется 34 вида редких и охраняемых растений (11,2 % от числа таких видов). Наиболее широко представлена группа IV категории редкости (24,1 %). Данные виды позволяют создать цветник круглогодичной декоративности.

Summary. Gulis A. L. **The experience of creating decorative expositions of rare and protected plants in the Central Botanical Garden of the NAS of Belarus.** A number of rare and protected plants of the natural flora of Belarus has high decorative qualities. Using this species in creation of decorative expositions allows us to solve a number of problems in the conservation and restoration of biodiversity. A similar exposition has existed in the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus for more than 5 years. An assortment of plants was proposed and refined, taking into account the period of their decorativeness and cultural requirements. To date, 34 species of rare and protected plants are used (11.2 % of the number of such species). The most widely represented group of the 4th category of rarity (24.1 %). These species allow to create a flower garden year-round decorativeness.

Сохранение и восстановление фиторазнообразия немислимо без проведения просветительской работы среди различных групп населения. В качестве одного из методов такой работы в ЦБС НАН Беларуси было предложено создание декоративной экспозиции «Редкие и охраняемые растения флоры Беларуси». Проект был разработан и успешно воплощен Светланой Павловой Торчик, куратором коллекции редких и охраняемых растений, в период с 2009 по 2015 гг. [1].

Экспозиционный участок площадью около 150 м² расположен в центральной части коллекционных полей пряноароматических и лекарственных растений и круглогодично доступен для посещения. Для более эффектного размещения растений на относительно небольшой площа-

ди был сформирован искусственный рельеф с перепадом высот, достигающим 0,8 м. В качестве высотных доминант постоянной декоративности были использованы крупные валуны, а также небольшие группы хвойных растений (карликовые сорта сосны горной и обыкновенной, кипарисовика горохоплодного и тупого, туи западной, можжевельника казацкого) и вяз шершавый «Camperdownii». Для удобства в уходе растения высаживались на слой черного укрывного материала, замульчированного галькой и корой, при этом участок оборудован системой полива. Первоначально было использовано 43 вида растений из Красной книги республики Беларусь, которые отбирались по принципу максимального декоративного эффекта [2] (таблица 1).

Таблица 1. Видовой состав декоративной экспозиции

№ п/п	Вид	Категория редкости	Период декоративности (месяцы)	Сроки цветения (месяцы)
1	<i>Allium ursinum</i> L.	III	V	V
2	<i>Anemone sylvestris</i> L.	IV	V–VIII	V
3	<i>Anthericum ramosum</i> L.	LC	V–IX	VI–VII
4	<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	LC	V–IX	V
5	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	III	V–IX	V–VI
6	<i>Aster amellus</i> L.	I	VI–IX	VII–IX
7	<i>Astrantia major</i> L.	I	IV–X	VII, IX
8	<i>Campanula latifolia</i> L.	IV	V–VI	VI
9	<i>Carex davalliana</i> Sm.	I	I–XII	-
10	<i>Carex ornithopoda</i> Willd.	II	I–XII	-
11	<i>Clematis recta</i> L.	II	IV–X	VI
12	<i>Colchicum autumnale</i> L.	LC	VIII–IX	VIII–IX
13	<i>Dracocephalum ruyschiana</i> L.	II	IV–X	VI, VIII
14	<i>Dryocallis rupestris</i> (L.) So	I	V–X	VI
15	<i>Gentiana cruciata</i> L.	III	IV–X	VIII–IX
16	<i>Hedera helix</i> L.	II	I–XII	-
17	<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	DD	I–XII	VI, IX
18	<i>Hepatica nobilis</i> Mill.	LC	I–XII	IV
19	<i>Inula hirta</i> L.	LC	V–IX	VI
20	<i>Iris aphylla</i> L.	I	IV–IX	V, VIII
21	<i>Iris sibirica</i> L.	IV	IV–X	V–VI
22	<i>Lilium martagon</i> L.	IV	V–VIII	VI
23	<i>Lunaria rediviva</i> L.	IV	V–VI, X–XII	V
24	<i>Melittis melissophyllum</i> L.	III	V–IX	VI

25	<i>Primula elatior</i> (L.) Hill	LC	IV–IX	IV–V
26	<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	III	IV–X	VI–VIII
27	<i>Pulmonaria mollis</i> Wulfen ex Hornem.	III	IV–IX	IV
28	<i>Salvia pratensis</i> L.	IV	V–IX	VI, IX
29	<i>Scabiosa columbaria</i> L.	I	V–X	VII–IX
30	<i>Sempervivum ruthenicum</i> Schnittsp. & C.B.Lehm.	I	I–XII	VI
31	<i>Sesleria caerulea</i> (L.) Ard.	LC	IV–XI	-
32	<i>Trollius europaeus</i> L.	IV	IV–VIII	V
33	<i>Tulipa sylvatica</i>	LC	IV–VI	V
34	<i>Veronica austriaca</i> subsp. <i>teucrium</i> (L.) D.A.Webb	LC	IV–VIII	VI
Виды, исключенные из состава экспозиции в 2018 г.				
35	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	II	V	V
36	<i>Campanula persicifolia</i> L.	LC	V–VI	V–VI
37	<i>Carex rhizina</i> Blytt ex Lindblom	IV	IV–XI	-
38	<i>Linum flavum</i> L.	I	V–VIII	VI
39	<i>Matteuccia struthiopteris</i> (L.) Tod.	LC	IV–X	-
40	<i>Potentilla alba</i> L.	III	IV–V, IX–X	V
41	<i>Scorzonera purpurea</i> L.	II	V–VIII	VI
42	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	LC	IV–VII	V–VI
43	<i>Vicia pisiformis</i> L.	I	IV–VI	VI
44	<i>Viola montana</i> L.	I	V–VI	V

Однако за 5 лет существования экспозиции была отмечена недостаточная стабильность декоративности таких видов, как лук скорода, лук медвежий, безвременник осенний, колокольчик широколистный, лунник оживающий, лапчатка белая, василистник водосборolistный, горошек гороховидный и фиалка высокая. Такие виды, как лен желтый, колокольчик персиколистный, ирис безлистный, шалфей полевой и козелец пурпуровый, оказались неустойчивыми при выращивании на укрывном материале, а осока корневищная и страусник — излишне агрессивными.

Учитывая это, в 2018–2019 гг. была проведена реконструкция экспозиционного участка, в ходе которой практически все вышеперечисленные виды были исключены из ассортимента, хотя для некоторых из них были сделаны исключения. Так, например, эфемероиды (лук медвежий, безвременник осенний) высажены среди почвопокровных растений, скрывающих отмирающую листву. Колокольчик

широколиственный и лунник оживающий с увядающей после цветения листвой высажены на заднем плане среди крупных камней либо довольно высоких растений. Для ириса безлистного и шалфея полевого были предусмотрены достаточно широкие посадочные места, на которых данные виды могут успешно возобновляться. Также для расширения сроков цветения в ассортимент была включена скабиоза голубиная.

На сегодняшний день экспозиция демонстрирует значительную часть видового разнообразия представителей сосудистых растений из Красной книги (11,2%), при этом отличается практически круглогодичной декоративностью. Среди использованных видов 6 отнесены к I категории редкости (9,7% от числа видов данной категории охраны), 4 — к II (7,7%), 6 видов — к III (13,0%), 7 — к IV (24,1%). В категории профохраны представлено 9 видов (7,8%). Большинство таксонов в данных условиях регулярно плодоносит и успешно размножается. Таким об-

разом, экспозиция выполняет целый ряд функций:

- эстетическо-рекреационная;
- резервно-восстановительная;
- познавательно-информационная.

Для улучшения познавательной функции в ходе дальнейших работ предусмотрена установка табличек с информацией о представленных видах растений, которая будет полезна для самостоятельных посетителей и позволит им представить роль и значение данных растений в природных сообществах Беларуси и сопредельных территорий, особенности распро-

странения, типичные местообитания.

Подобный опыт может быть полезен при проектировании специализированных экспозиционных участков в различных учреждениях экологического профиля, а также учреждениях образования. Учитывая возросший интерес ландшафтного дизайна к использованию видов природной флоры, снижению количества используемых в озеленении экзотов, использование редких и охраняемых видов растений из представленного ассортимента можно рекомендовать также и для использования в городских цветниках.

Список литературы

1. Центральный ботанический сад НАН Беларуси: коллекции и экспозиции: путеводитель / Володько И.К. и др.; под ред. чл. — кор. НАН Беларуси В.В. Титка. — Минск: Беларуская навука, 2019. 254 с.

2. Торчик, С.П. Рекомендации по использованию многолетних травянистых растений природной флоры Беларуси в озеленении / С.П. Торчик, В.В. Титок. — Минск: Право и экономика, 2014. — 26 с.

Оценка семяношения и посевные качества семян пихты белой (*Abies alba* Mill.) при интродукции в Беларусь

Караневский Р. И., Торчик В. И.
Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
ruskar1992@gmail.com (г. Минск, Беларусь)

Резюме. В статье представлены данные об урожайности, посевных качествах и влиянии различных способов предпосевной подготовки на всхожесть семян *A. alba* при интродукции в Беларусь. Установлено, что полнозернистость семян за годы наблюдений составила 40,6 %, а всхожесть варьировала в пределах 5,5–36,5 %. Оптимальным способом для предпосевной подготовки семян пихты белой является снегование. Своевременный сбор шишек и использование рекомендуемого способа предпосевной подготовки семян позволяет вырастить посадочный материал местной репродукции, что не только сохранит, но и расширит площади произрастания вида на территории республики.

Summary. Karaneuski R. I., Torchyk V. I. **Evaluation of seed production and sowing qualities the seeds of white fir (*Abies alba* Mill.) at introduction to Belarus.** The article presents data on yield, sowing qualities and the influence of various methods of pre-sowing preparation on the germination of *A. alba* seeds during introduction into Belarus. It was found that the full grain size

of the seeds over the years of observation was 40.6%, and germination varied between 5.5–36.5%. The best way for pre-sowing preparation of white fir seeds is snowing. Timely collection of cones and the use of the recommended method of pre-sowing preparation of seeds allows you to grow planting material of local reproduction, which will not only preserve, but also expand the area of species growth in the republic.

Пихта (*Abies* Mill.) — род голосеменных растений семейства Сосновые (*Pinaceae*). Впервые пихта была описана Теофрастом в I в. до н.э. под названием «*Elate*». После, в 37 г. н.э., римский естествоиспытатель Плиний применил для пихт название «*Abies*», которое в начале XVIII века было использовано и закреплено французским ботаником Турнефором при описании рода. Позже из-за недостаточного знания морфологии пихт разные исследователи, в том числе К. Линней, относили ее то к роду *Pinus* (Сосна), то к роду *Picea* (Ель). Название рода *Abies* восстановил ботаник Миллер в 1768 г., когда выделил некоторые виды пихт в роде на основе исследования анатомии хвои [1].

В настоящее время род включает в себя, по разным данным, около 50 видов. В Беларуси естественно произрастает один вид — пихта белая (*Abies alba* Mill.), интродуцировано — 22 вида. Встречаются представители рода на территории республики довольно редко, в основном в ботанических садах, дендрариях, зеленых насаждениях крупных городов, парках и частных садах [2, 3].

На территории Беларуси существует единственное естественное насаждение растений *A. alba* — урочище «Тиссовик» (Беловежская пушта). Первые сведения о нахождении пихты в пуште были опубликованы в 1829 г. профессором Горским. Автор привел таксационные показатели 200 пихт, произрастающих в урочище, и отметил наличие обильного пихтового подростка в возрасте 2–5 лет. Позже Шкутко Н.В. провел анализ хода роста растений и изучил их эколого-биологи-

ческие особенности [4], а в 1975 году Парфенов В.И. исследовал влияние антропогенного фактора на ухудшение состояния флоры Беловежской пушты, включая растения *A. alba* [5]. За 170-летний период с момента посещения урочища «Тиссовик» наблюдается постепенное снижение численности и ухудшение жизненного состояния пихты белой. В настоящее время сохранилось около 20 взрослых деревьев.

В последние годы, учитывая, что *Abies alba* Mill. занесена в Красную книгу Республики Беларусь (1-я категория охраны — наивысшая национальная природоохранная значимость), и в связи с разработкой различных мероприятий по ее сохранению и воспроизводству активизировались исследования по изучению эколого-биологических особенностей растений и совершенствованию технологических приемов выращивания посадочного материала [3, 6–8].

Целью настоящей работы было изучение урожайности, посевных качеств и влияния различных способов предпосевной подготовки на всхожесть семян пихты белой в условиях интродукции.

Объектом исследования служили семяноящие растения и семена пихты белой, произрастающей на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЦБС).

Урожай шишек определяли по шкале Каппера [9]. Сбор семенного материала приходился на конец третьей декады августа и начало первой декады сентября. Показатели доброкачественности семян оценивали согласно ГОСТ 13056.6–97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести»

[10]. Энергию прорастания отмечали на 10 день. Первым днем учета считался следующий день после раскладки семян. Опыт проводился как в полевых условиях, так и в лабораторных, в термостате с автоматическими настройками. Режим проращивания семян: 20 °С (16 ч.) с освещением, 30 °С (8 ч.) без освещения. Влажность — 60%. [11]. Жизнеспособность семян определяли согласно ГОСТ 12039–82 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности». Семена разрезали вдоль зародыша и замачивали в растворе тетразоля

на 4 часа при температуре +30 °С [12]. Изучение влияния предпосевной подготовки на всхожесть семян проводили согласно методике по проращиванию покоящихся семян [13]. Для обработки экспериментальных данных использовали общепринятые методы вариационной статистики [14].

В ЦБС пихта белая была привлечена семенами из Киева в 1948 и 1955 гг., сеянцами в 1956 г. из Тростенца, а также саженцами из Беловежской пуши. Оценка урожайности и посевных качеств семян пихты белой представлена в таблице 1.

Таблица 1. Оценка урожайности и посевных качеств семян *A. alba*

Год сбора урожая	Урожайность, балл	Выход семян из шишки, шт.	Масса 1000 семян, г	Полнозернистость, %	Лабораторная всхожесть, %	Грунтовая всхожесть, %
2016	3	207±7	59,1±1,1	33,0±2,6	5,5±1,1	19,2±0,9
2017	4	303±3	50,7±2,0	28,6±4,0	4,8±0,2	14,0±1,6
2018	2	273±5	66,7±1,3	60,1±2,1	16,5±0,3	36,5±3,1

Следует отметить, что *A. alba* регулярно семяносит, а урожай шишек варьирует в пределах от 2 до 4 баллов. Средний выход семян из шишки за 3 года наблюдений составил 261±5 шт. Масса 1000 семян варьировала в пределах 50–66 г. Для сравнения, масса 1000 семян пихты белой, произрастающей в своем естественном ареале (горы Закарпатской области), составляла 44–45 г. Масса семян напрямую зависит от их полнозернистости, при этом, несмотря на больший вес 1000 семян, собранных в ЦБС, их грунтовая всхожесть гораздо ниже, чем всхожесть семян из естественного ареала, и она варьировала от 14 % до 36,5 % (50–70 % всхожесть семян, собранных

в горах Татры) [1]. Такая закономерность, по-видимому, связана с тем, что не все полнозернистые семена являются всхожими. Зачастую семена могут быть полнозернистыми, но без зародыша. Доля таких семян у пихты белой, произрастающей на территории ЦБС, составляла 8–10 % от общего количества полнозернистых семян (1–5 % у семян из естественного ареала). Всходы появлялись с 25 по 30 день (20–23 дня в естественном ареале).

Для увеличения всхожести и энергии прорастания семян перед посевом применяют стратификацию, которая направлена на ускорение прорастания всходов и заключается в выдерживании семян определенный

срок при определенной температуре в зависимости от глубины их физиологического покоя. О влиянии предпо-

севной подготовки семян пихты белой на их всхожесть можно судить по данным таблицы 2.

Таблица 2. Влияние различных способов предпосевной подготовки на всхожесть семян *A. alba*

Способ предпосевной подготовки	Всхожесть, %
Замачивание на 24 часа в дистиллированной воде (контроль)	5,5
Смешивание с влажным песком и выдерживание в течение 30 дней при температуре +4 °С.	16,5
Замачивание на 24 часа в дистиллированной воде и выдерживание на леднике в течение 90 дней при температуре -1-0 °С (снегование)	36,5
Выдерживание в холодильной камере в течение 180 дней при температуре -20 °С	0
Посев семян в открытый грунт в ноябре (под зиму)	12,4

Анализ полученных результатов показал, что оптимальным способом стратификации семян пихты белой является снегование на протяжении 90 дней. Всхожесть в этом варианте была на 31,0 % выше, чем в контроле. При предпосевной подготовке семян в песке всхожесть была на 11 % выше, чем в контроле, но значительно ниже (на 20 %), чем при снеговании. Предпосевная подготовка семян при низких отрицательных температурах не дала положительных результатов. Семена не взошли, однако определение их жизнеспособности тетразолюс-топографическим методом показало, что все полнозернистые семена имели жизнеспособный зародыш. По-видимому, для вывода семян из физиологического покоя после данного способа стратификации требуется

увеличивать амплитуду дневных и ночных температур при проращивании в лабораторных условиях.

В условиях Центрального ботанического сада растения пихты белой семяножат ежегодно, но обильное семяношение наблюдается каждые 3-4 года. Изучение посевных качеств семян показало, что их полнозернистость составляет 40,6 %, из них 8-10 % семян не имело зародыша. Всхожесть семян варьировала в пределах 5,5-36,5 % в зависимости от способа предпосевной подготовки. Своевременный сбор шишек и использование рекомендуемого способа предпосевной подготовки семян позволяет вырастить посадочный материал местной репродукции, что не только сохранит, но и расширит площади произрастания вида на территории республики.

Список литературы

1. Крылов, Г.В. Пихта / Г.В. Крылов, И.И. Марадудин, Н.И. Михеев, Н.Ф. Козакова — Москва: Агрпромиздат, 1986. — 239 с.
2. Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т. / под общ. ред. В.И. Парфенова. — Минск: Беларус. навука, 2009-2013. — Т. 1: Lycopodiophyta. Equisetophyta. Polypodiophyta. Ginkgophyta. Pinophyta. Gnetophyta / Р.Ю. Блажевич [и др.]. — 2009. — 199 с.

3. Торчик, В.И. Представители рода *Abies* Mill. в составе культурной дендрофлоры Беларуси / В.И. Торчик, Р.И. Караневский // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. — 2018. — Т. 63, № 4. — С. 455–462.

4. Шкутко, Н.В. Пихта белая в Белоруссии / Н.В. Шкутко, Б.А. Мартинович // Дендрология и лесоведение: сб. ст. / редкол.: И.Д. Юркевич (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 1967. — С. 77–81.

5. Парфенов, В.И. Влияние антропогенных факторов на флору Беловежской пушчи / В.И. Парфенов, Р.П. Кузнецова // Беловежская пушча. — Мн., 1975. — Вып. 9 — С. 48–72.

6. Торчик, В.И. Воспроизводство пихты белой (*Abies alba* L.) в природно-климатических условиях Беларуси / В.И. Торчик // Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т леса. — Гомель, 2016. — Вып. 76: Проблемы лесоведения и лесоводства. — С. 533–542.

7. Караневский, Р.И. Характер естественного возобновления видов рода *Abies* Mill. в условиях Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси / Р.И. Караневский, В.И. Торчик // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. — 2019. — Т. 64, № 1. — С. 102–106.

8. Красная книга Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://redbook.minpriroda.gov.by/plantsinfo.html?id=12> — Дата доступа: 24.06.2019.

9. Справочник работника лесного хозяйства / ред.: И.Д. Юркевич, В.П. Романовский, Д.С. Голод. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск: Наука и техника, 1986. — 623 с.

10. ГОСТ 13056.6–97. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. — 8 с.

11. Franklin, T.B. The woody plant seed manual / ed.cor.: G.N. Rebecca. — USA: Agriculture Handbook 727. — 2008. — 1227 p.

12. ГОСТ 12039–82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности. Москва: Стандартинформ, 2011. — 41 с.

13. Справочник по проращиванию покоящихся семян / под ред.: М.Ф. Данилова [и др.]. — Ленинград: Изд-во Наука, 1985. — 506 с.

14. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. — 3-е изд., испр. — Минск: Высшая школа, 1973. — 320 с.

Морфометрическая характеристика семян трех охраняемых видов орхидных белорусской флоры

Козлова О. Н., Решетников В. Н.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь,

e-mail: kozlova_o@yahoo.com

Резюме. Приведены результаты морфометрических исследований семян трех охраняемых видов белорусской флоры (*Coeloglossum viride*, *Listera cordata*, *Corallorhiza trifida*). Поведен качественный и количественный анализ аномалий развития семян исследуемых видов.

Summary. O. N. Kozlova, V. N. Reshetnikov. **Morphometrical characteristics of the seeds of three rare orchid species of Belarusian flora.** The results of morphometric studies of the seeds of three rare orchid species of Belarusian flora (*Coeloglossum viride*, *Listera cordata*, *Corallorhiza trifida*) are presented. The qualitative and quantitative analysis of anomalies in the development of seeds of the studied species was carried out.

Глобальные проблемы потери генетического разнообразия растительных ресурсов и изменения климата требуют разработки научно обоснованных подходов оптимального сохранения всего разнообразия растений. Орхидные в силу специфики своей биологии являются одними из наиболее уязвимых компонентов биоценозов и при различных нарушениях экосистем «выпадают» из них в первую очередь. Это связано, в том числе, и с особенностями их жизнедеятельности, в частности с полной или частичной зависимостью от микосимбионта на разных стадиях своего развития [1]. Размножение этих видов в искусственных условиях, в том числе с использованием культуры *in vitro*, позволяет как сохранить эти растения в коллекциях ботанических садов, так и получить посадочный материал для последующей реинтродукции в естественные местообитания. Несмотря на огромный опыт по проращиванию семян орхидных умеренной зоны в условиях асептической культуры, далеко не все виды поддаются успешному размножению искусственным путем [2]. Разработка эффективных методик семенного размножения *in vitro* невозможна без качественной оценки семенного материала. Поэтому исследования, связанные с изучением качества семян орхидных умеренной зоны, представляют теоретический и практический интерес [3].

В наших исследованиях был использован семенной материал трех видов орхидных, собранный в естественных популяциях на территории Витебской и Минской областей, а также в условиях ЦБС НАН Беларуси. Сбор семян производили с 10–15 растений в популяции за исключением пололепестника зеленого (*Coeloglossum viride*), семена которого были получены при искусственном опылении коллекционных образцов. Сбор семян в природных популяциях проводили

по методике, описанной в статье Е. В. Спиридович с соавторами [4].

В лабораторных условиях семена и плоды со зрелыми семенами распределяли по бумажным пакетам и помещали на хранение в холодильник при +4 °С до момента посева. Перед посевом проведен визуальный анализ качества семян исследуемых видов. Пробы семян для анализа отбирали в объеме около 10–20% от общего объема образца. Образцы семян перед микроскопированием около суток выдерживали в 96,6% этаноле для улучшения смачиваемости. Временные препараты семян рассматривали под микроскопом для определения качества семян (размеры семян и зародышей, наличие полноценных зародышей, цельность семенной оболочки и т. д.). Также проводили учет различных аномалий развития семян и зародышей. Подсчет количества семян проводили по модифицированной методике В. В. Буджака с соавторами [5]. Для получения изображений использованы поляризационный микроскоп Olympus BX53P с цифровой камерой DP27, стереомикроскоп Olympus SZ61 и цифровая камера Olympus PowerShot SX210. Обработка полученных изображений и измерение параметров семян производились с помощью программы ImageJ, версия 1.50d. Обсчет и анализ полученных данных проводили с помощью программ STATISTICA 7.0 и Microsoft Excel.

В результате проведенных исследований установлено, что во всех исследуемых образцах преобладали полноценные семена с зародышами (рисунок 1). Морфометрические характеристики семян исследуемых видов соответствовали видовым характеристикам. Разница в размерах полноценных семян внутри выборки была незначительной (таблица 1). Наиболее крупными и широкими были семена у *Listera cordata*. Соотношение дли-

ны/ширина было самым небольшим из всех исследуемых видов. При этом размер зародыша был относительно небольшим. Семена имели более округлую форму по сравнению с тремя остальными видами (рисунок 1в).

Самые мелкие семена были у *Coeloglossum viride*. У этого вида наблюдали и самые мелкие зародыши (таблица 1). Семена поллолепестника были наиболее вариабельными

по форме и размеру (рисунок 1а). Также следует отметить наибольшее количество аномальных семян в исследуемом образце данного вида (таблица 2). Зародыши *Corallorhiza trifida* имели более вытянутую форму по сравнению с другими исследуемыми видами. Также у этого вида наблюдалось наибольшее соотношение длины/ширины семени (таблица 1, рисунок 1а).

Таблица 1. Основные морфометрические характеристики семян трех исследуемых видов

Вид	Общее число семян в пробе	Длина семени, мкм	Ширина семени, мкм	Длина зародыша, мкм	Ширина зародыша, мкм
<i>Coeloglossum viride</i>	41	285,3±8,6	118,7±2,8	115,3±3,3	92,2±3,1
<i>Corallorhiza trifida</i>	128	521,2±9,6	178,8±3,0	197,3±3,0	103,8±1,7
<i>Listera cordata</i>	131	526,0±7,1	243,9±3,8	140,4±2,1	105,9±1,7

Во всех исследуемых образцах наблюдали аномальные семена (таблица 2). Наибольшее количество аномальных семян наблюдали у *C. viride*. Их количество составило 36,6 % от об-

щего количества семян (таблица 2). У *Cor. trifida* и *L. cordata* количество неполноценных семян было значительно ниже, 15,6 % и 16,0 % от общего количество соответственно.

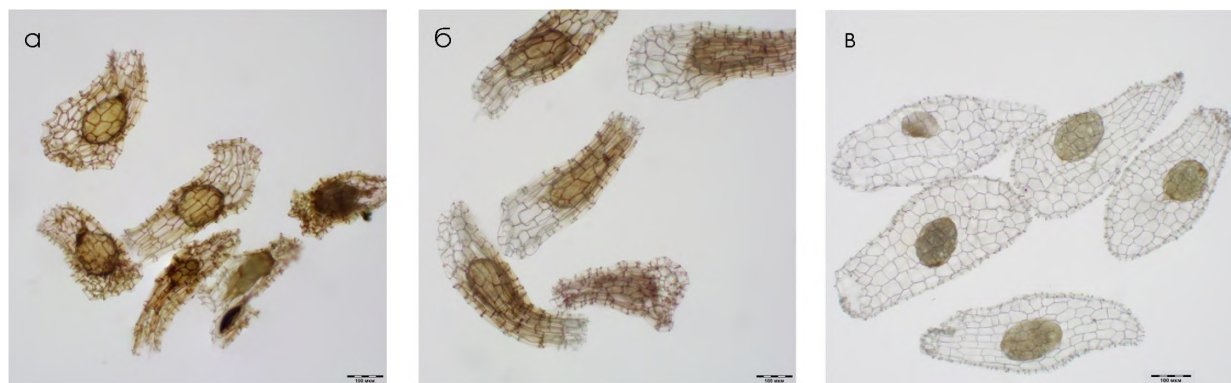


Рисунок 1. Внешний вид семян исследуемых видов: а – *Coeloglossum viride*, б – *Corallorhiza trifida*, в – *Listera cordat*

Характер аномалий развития был различен. Наиболее часто встречающейся аномалией у всех исследуемых образцов было недоразвитие

зародыша (таблица 2, рисунок 2б). Часто зародыш состоял из живых клеток, но его размеры существенно отличались от размеров зародышей в пол-

ноценных семенах. Также в образцах наблюдали семена с некротизированными, черными зародышами. Часто размер таких семян и зародышей соответствовал средним характеристикам нормально сформированных семян. Количество подобной аномалии в образце значительно варьиро-

вало от вида, и было наименьшим у *L. cordata* (таблица 2). Пустые семена без зародышей встречались достаточно редко и составляли не более 2,4% на образец (у *C. viride*) (таблица 2). Самой редкой аномалией было наличие двух зародышей в одном семени (таблица 2, рисунок 2а).

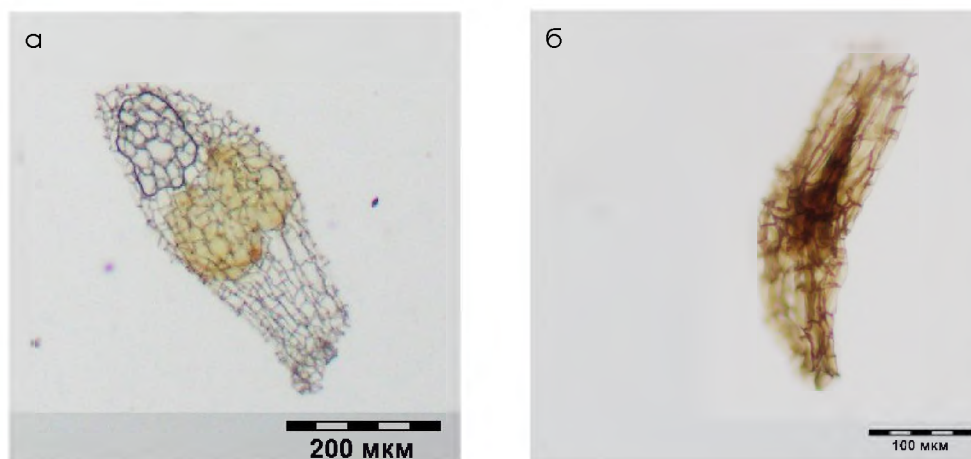


Рисунок 2. Примеры аномальных семян: а – два зародыша в одном семени у *L. cordata*; б – недоразвитый маленький зародыш *Cor. trifida*.

Как правило, семена с двумя зародышами встречались не более одного семени на образец. Наличие в исследуемых образцах зародышей без обо-

лочка, на наш взгляд, связано вероятнее с механическим повреждением семян при приготовлении препарата, нежели с нарушениями развития семязачатков.

Таблица 2. Аномалии развития семян в образцах исследуемых видов

	<i>Coeloglossum viride</i>	<i>Corallorhiza trifida</i>	<i>Listera cordata</i>
Всего семян	41,00	128,00	131,00
Без аномалий	26,00	108,00	110,00
С аномалиями	15,00	20,00	21,00
% семян с аномалиями	36,6	15,6	16,0
Различные аномалии развития (в % от общего числа семян):			
Некротизированный зародыш	9,8	6,3	0,8
Недоразвитый маленький зародыш	22,0	6,3	13,0
Отсутствие зародыша	2,4	0,8	1,5
Зародыш без оболочки	2,4	1,6	-
Два зародыша в одном семени:	-	0,8	0,8

Учитывая большую вариабельность по наличию аномальных семян в образцах разных видов, вопрос изучения нарушений при развитии семязачатков и эмбриогенезе требует дальнейшего

изучения с привлечением большего количества семенного материала из различных популяций исследуемых видов.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ГПУ «Березинский био-

сферный заповедник» за помощь в сборе семенного материала исследуемых видов. Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ № Б18МС-030 «Сравнительное изучение видового со-

става грибов-симбионтов у орхидных общих для флоры Беларуси и Миннесоты (США) и разработка эффективных стратегий сохранения этих орхидных *in situ* и *ex situ*».

Список литературы

1. Вахрамеева, М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. В. Орхидные России (биология, экология, охрана) / М.: Товарищество научных изданий КМК. 2014. 437с.
2. Андропова Е. В. О биологическом разнообразии, семенном размножении *in vitro* и репатриации орхидных // Материалы VIII международной конференции «Охрана и культивирование орхидей» и 4 международного совещания по динамике популяций орхидных, Вестник Тверского Государственного Университета, 2007, № 7(35), с. 8–11.
3. Широков А. И., Крюков Л. А., Коломейцева Г. Л. Морфометрический анализ изменчивости семян некоторых видов орхидных Нижегородской области // Материалы VIII международной конференции «Охрана и культивирование орхидей» и 4 международного совещания по динамике популяций орхидных, Вестник Тверского Государственного Университета, 2007, № 7(35), с. 205–208.
4. Спиридович Е. В., Фоменко Т. И., Власова А. Б., Козлова О. Н., Вайновская И. Ф., Юхимук А. Н., Кузьменкова С. М., Носиловский О. Н., Решетников В. Н. Асептическая коллекция и банк ДНК Центрального Ботанического Сада НАН Беларуси как эффективные инструменты сохранения редких растений // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2017. № 3. С. 117–128.
5. Буджак В. В., Чорней И. И., Токарюк А. И. К методике подсчета семян представителей семейства *Orchidaceae* Juss. // Охрана и культивирование орхидей: сборник статей X Международной научно-практической конференции, Минск, 1–5 июня 2015 г. / ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»; ред. кол.: В. В. Титок [и др.]. — Минск, 2015. — С. 33–35.

Genetic diversity of *Dianthus arenarius* assessed with retrotransposon-based molecular marker system (iPBS)

Nikole Krasnevska¹, Dace Grauda¹, Alesya Kruchonok², Isaak Rashal¹

¹Institute of Biology, University of Latvia, 1 Jelgavas Str., Riga, LV-1050, Latvia

²Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, 2v Surganova Str., Minsk, 220012, Belarus.

Dianthus arenarius is endangered perennial plant species, which is included in Annex II of the European Council Habitats Directive 92/43/EEC as well as

in the Latvian endangered plant list. In Latvia, Lithuania and Belarus *D. arenarius* create a complex of several perennial subspecies. *Dianthus arenarius*

is closely associated to the grey dunes and dry grasslands habitats. The area and quality of these sites decrease due anthropogenic and natural factors, such as recreation and overgrowing. Genetic diversity of populations reflects their adaptation to environmental conditions and its knowledge helps to choose appropriate protection measures for rare and endangered species. Genetic variability is one of evaluation's criteria of the populations' and species' sustainable existence. Until now genetic variability of *D. arenarius* in Europe has not been studied.

In total, 300 *D. arenarius* mature leaf samples were collected from 12 localities in Baltic region and Belarus: 8 from Latvia, 3 from Lithuania and 1 from Belarus. For investigation of genetic diversity, the retrotransposon-based markers type iPBS (inter primer binding site) was applied. 51 primers previously effective on different eukaryote species were tested and three of them, which represent higher level of polymorphism, were used for further population's characterisation (iPBS2242, iPBS2239, iPBS2386). Differences in genetic variation within and between localities were shown.

Современное состояние астранции большой (*Astrantia major* L.) в Беловежской пуще

Кравчук В. В.¹, Кручонок А. В.², Бернацкий Д. И.¹, Новик Е. Л.¹

¹ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща», аг Каменюки, Беларусь
e-mail: nrbpby@mail.ru

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь.

Резюме. Обобщена информация о распространении и популяционной динамике астранции большой на территории Национального парка «Беловежская пуща». Приведены данные первичного мониторинга созданных в 2018 г. резервных ценопопуляций.

Summary. Kravchuk V. V., Kruchonok A. V., Bernatski D. I., Novik E. L. **The current state of *Astrantia major* L. in the Belovezhskaya Pushcha National Park.** The information on the distribution and population dynamics of *Astrantia coli* in the territory of the National Park "Belovezhskaya Pushcha" is summarized. The first monitoring data of reserve cenopopulations created in 2018 are presented.

Одной из важнейших глобальных проблем, стоящих перед человечеством, является сохранение биологического разнообразия Земли. Биоразнообразие — это разнообразие жизни во всех ее проявлениях, а также показатель сложности биологической системы и разнокачественности ее компонентов. Самым хрупким и неустойчивым звеном биоразнообразия, самым чувствительным индикатором его неблагоприятных изменений выступают редкие виды животных и растений. Для сохранения таких

видов наиболее эффективным способом является организация особо охраняемых природных территорий, которые позволяют охранять не просто отдельные популяции, а все многообразие видов, экосистем и ландшафтов, в том числе уязвимых, не способных или ограниченно способных существовать в условиях интенсивной деятельности человека.

Тем не менее даже на таких территориях существует серьезная угроза полного исчезновения вида при снижении численности до критического уров-

ня. На территории Беловежской пущи для редких видов растений негативное влияние может оказывать усиление зоогенного пресса (диких копытных животных), что проявляется в вытаптывании почвы и разрушении напочвенного покрова, поедании растений. Немаловажное значение имеют также проходящие естественные процессы (сукцессии), которые, затрагивая места произрастания, меняют экологические условия, что может привести к гибели ценопопуляций редких видов как крайне неустойчивых к нарушению своей среды обитания.

Восстановление и сохранение растительных популяций, особенно тех, которые уже находятся в критическом состоянии, невозможно без специальных мероприятий, включающих в том числе выращивание и репатриацию редких растительных объектов в исчезающие/исчезнувшие места произрастания либо реинтродукцию в экотопы со схожими эдафо-фитоценоотическими и экологическими условиями.

Одним из таких растений, находящихся в критическом состоянии, является астранция большая (*Astrantia major* L.). Это вид 1 категории охраны (Красная книга РБ, 2015), практически исчезнувший из естественных мест произрастания на территории Республики Беларусь. Крайне редкая встречаемость этого вида, его географическое положение на восточной границе ареала, неудовлетворительное состояние популяционной структуры и жизненности в целом, исчезновение местонахождений в последние десятилетия позволяют отнести вид не только к редким и редчайшим, но и к исчезающим во флоре Беларуси. Единственная оставшаяся в Беловежской пуще популяция астранции находится в критическом состоянии.

Еще в 50–70-е годы XX столетия в Беловежской пуще отмечались 4 местобитания *A. major* (Николаева, Зефиоров,

1971; Грушевская, 1981). Фитоценоотически они были приурочены к дубраве грабово-кисличной, грабняку с елью и липой, разреженному ельнику и молодой дубраве орляковой. Самые крупные ценопопуляции располагались в дубраве грабово-кисличной (100–120 особей) и разреженном ельнике (54 особи).

Ценопопуляция № 1 впервые описана в 1955 г. в молодой дубраве (возраст 40–50 лет) и включала только единичные растения астранции. Ценопопуляция № 2 описана в 1957 г. в разреженном ельнике на границе с ольсом березово-кисличным. Численность особей составила 54 экземпляра. Ценопопуляция № 3 описана в 1972 г. в сосново-дубовом лесу и также включала единичные особи вида. Ценопопуляция № 4 в квартале 590 Никорского лесничества впервые описана в 1972 году и является единственной, которая сохранилась до настоящего времени. Это местопроизрастание приурочено к смешанному насаждению с преобладанием дуба черешчатого и примесью сосны и ели, а также формирующимся вторым ярусом из граба. Возраст преобладающей породы на момент обнаружения ценопопуляции составлял 120 лет. Сама ценопопуляция располагается на берегу водопоя внутри лесного массива, где условия освещенности намного более благоприятные по сравнению с таковыми под пологом леса. Таким образом, последние 50 лет достоверно подтверждено существование единственного местопроизрастания вида — в дубраве грабово-кисличной в квартале 590 (урочище «Белая вода»). На период первоначального обследования (1972–1980 гг.) ценопопуляция состояла из 100–120 экземпляров и уже тогда была представлена слабо- и средне-развитыми особями с нестабильным цветением. Остальные ценопопуляции в настоящее время считаются исчезнувшими.

Одним из факторов, который поспособствовал сохранению данной ценопопуляции, по-видимому, является проведенный в 1975 году подсев в нее семян из питомника, в результате чего изменился возрастной спектр данной ценопопуляции. До этого времени здесь отмечались исключительно особи возрастом 30–40 лет, которые, по мнению исследователей, не способны были выполнять генеративные функции (Грушевская, 1981, 1982). Семена, высеянные в поверхностный слой почвы с нарушенной подстилкой, в последующие годы дали многочисленные всходы, что привело к омоложению ценопопуляции. В 2000-е годы здесь также наблюдалось цветение астранции, хотя и относительно слабое.

Результаты долговременных исследований состояния ценопопуляции *Astrantia major* в квартале 590 на протяжении последних десятилетий позволяют говорить о постепенном угасании жизненного состояния данной ценопопуляции. При обследованиях вида в 2004–2006 годах отмечена невысокая численность особей (31–38 шт.) с преобладанием в возрастном спектре старых вегетативных и сенильных особей. В этот период было отмечено наличие генеративных растений, которые находились в угнетенном состоянии. Проростков и ювенильных особей было отмечено крайне мало, что свидетельствует об угнетении генеративной функции в ценопопуляции в течение ряда лет. Появление генеративных растений можно связать с проведенными в середине 90-х гг. прошлого столетия мероприятиями по депопуляции копытных животных в Беловежской пушче, в результате чего численность оленя сократилась более чем в 2 раза. При обследовании ценопопуляции в 2017 году отмечено резкое ухудшение состояния вида из-за ряда естественных причин, одной из которых является уничтожение части ценопопуляции ветровальным

крупномерным стволом дуба. К тому времени ценопопуляция насчитывала лишь 14 особей и состояла исключительно из взрослых растений без признаков генерации.

Изучение динамических процессов широколиственных насаждений изучалось на постоянной пробной площади №1Д, которая непосредственно прилегает к исследуемой ценопопуляции. Среди основных закономерностей следует отметить повышение полноты древостоя с 0,8 в 1972 году до 1,1 в 2008 году, прежде всего за счет формирования подчиненного яруса, практически полностью состоящего из граба, при повышении возраста преобладающей породы со 120 до 170 лет. Эти закономерности полностью отражают общую ситуацию развития широколиственных насаждений в Беловежской пушче в условиях жесткого ограничения лесохозяйственной деятельности.

В целях сохранения биоразнообразия Национального парка «Беловежская пушча» и в рамках выполнения ГПНИ «Природопользование и экология» подпрограммы 10.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» по заданию 2.23 «Создание научных основ формирования национального резервного генофонда редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси и определение путей их сохранения и репатриации» был проведен комплекс транслокационных мероприятий, направленных на улучшение состояния сохранившейся популяции и реинтродукцию вида в новые местообитания.

В 2018 году в данном местопроизрастании был проведен подсев семенного материала, полученного из ЦБС НАН Беларуси от особей, выращенных из семян, взятых из этой же ценопопуляции в 90-х гг. прошлого столетия. В начале 2019 года здесь были проведены мероприятия, направленные

на повышение жизненности ценопопуляции и заключавшиеся в огораживании местопроизрастания и удалении подроста граба. При последующем исследовании состояния ценопопуляции в июле 2019 года за пределами ограды осталось 3 взрослые особи астранции, которые на 70% были повреждены копытными животными, генеративные особи отсутствовали.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии нескольких основных лимитирующих факторов, обуславливающих современный статус астранции в Беловежской пушче: высокая плотность копытных, недостаточная освещенность под пологом высоковозрастных широколиственных лесов, конкурентные отношения с подростом граба на освещенных участках.

Кроме того, была проведена работа по реинтродукции астранции большой в лесные комплексы национального парка. Предварительно с использованием метода фитоиндикации (Кручонок и др., 2018), был проведен подбор наиболее подходящих участков, где впоследствии была осуществлена реинтродукция вида. Подобрано 4 участка, в которых была осуществлена посадка 166 разновозрастных особей вида, выращенных из семенного материала, ранее полученного из пушчи. Для подтверждения родства был проведен сравнительный анализ фрагментов ДНК беловежской ценопопуляции, родственных ей образцов из ЦБС и контрольных образцов из горных областей Европы, собранных в природе и содержащихся в ботанических садах.

Участок № 1 располагается на берегу небольшого водоема в дубраве кисличной (I ярус — 7Дс3Д+Е, С; II ярус — 8Г1Д1Е), возраст 200 лет, полнота — 0,6, освещенность участка — 70%. Высадка астранции большой в данном биотопе носит в том числе просветительский характер, поскольку располагается рядом

с туристическим маршрутом и будет снабжена информационным аншлагом. На этом участке было высажено 43 разновозрастных особи астранции. При обследовании в 2019 году отмечено произрастание 35 растений. В возрастном спектре отмечено 8 генеративных растений (высотой 27–61 см, цветоносы единичные, в двух случаях сформировалось по 2 цветоноса, количество листьев — 4–6), 22 виргинильных растения (высотой 18–43 см, количество листьев варьирует от 2 до 8) и 5 имматурных особей (высотой 12–22 см, количество листьев варьирует от 2 до 5). Участок был огорожен, что полностью исключило влияние диких копытных животных.

Участок № 2 располагается в дубраве кисличной (I ярус — 7Дс3Д+Е, С; II ярус — 8Г1Д1Е), возраст 200 лет, полнота — 0,7, освещенность участка — 40%. На втором участке было высажено 36 растений астранции и при повторном обследовании установлено произрастание 26 особей. Онтогенетический спектр представлен только одной генеративной слабо развитой особью (высота растения 35 см, 5 листьев), виргинильных растений — 21 экземпляр (высотой 15–26 см, количество листьев от 1 до 6), также отмечено 4 имматурные особи (высотой 10–18 см, количество листьев 1–2). Место произрастания в достаточно сильной степени пострадало от действий копытных животных (наблюдались в основном погрызы растений).

Участок № 3 располагается в березняке орляковом с сосной (I ярус — 6ББ2Д2С+Е, Г), возраст 80 лет, полнота — 0,6, освещенность участка — 60%. В этом участке было высажено 35 растений и при обследовании подтверждено произрастание 26 экземпляров. В спектре отмечено 3 растения генеративного возраста, однако все были крайне слабо развиты и практически не образовали полноценных цветков. Также отмечено про-

израстание 13 виргинильных особей (высотой 22–42 см, с 2–5 листьями) и 10 особей имматурных (высотой 8–25 см, количество листьев варьирует от 2 до 8). Данное место произрастания также испытывало сильное влияние диких копытных (порои кабана, погрызы) и впоследствии было огорожено.

Участок №4 находится в дубраве кисличной (I ярус — 5Д1Е2Б61Г1Ос), возраст 75 лет, полнота — 0,5, освещенность участка — 50%. В данном участке высажено 52 особи растений и в 2019 году подтверждено произрастание 47 растений. Возрастной спектр представлен 5 генеративными растениями (высотой 20–41 см, с 5–9 листьями), 23 виргинильными (высотой 16–38 см, количество листьев варьирует от 2 до 7) и 19 имматурными (высотой 12–24 см, число листьев 2–8) растениями.

При обследовании в 2019 году установлено произрастание 134 особей астранции большой (т.е. приживаемость составляет около 80%). Предварительная первичная оценка (приживаемость растений и ряд мор-

фологических показателей) показала, что наиболее подходящие условия для произрастания растений оказались на первом и четвертом участках.

По результатам обследования единственной из ныне известных естественной популяции *Astrantia major* выявлено, что в условиях Беловежской пуши наиболее существенным фактором, оказывающим влияние на состояние вида на протяжении последних нескольких десятилетий, является избыточный пресс диких копытных животных (поедание, выбивание). Кроме того, в условиях длительного режима строгой заповедности в натуральных широколиственных лесах протекают естественные сукцессионные процессы, которые приводят к резкому снижению площади подходящих для произрастания вида местообитаний. При проведении дальнейших работ по подбору участков для реинтродукции вида следует уделять особое внимание минимизации воздействия указанных экологических факторов.

Список литературы

6. Николаева В.М., Зефирова Б.М. Флора Беловежской пуши (сосудистые, споровые и семенные растения). — Мн., 1971. — 183 с.
7. Грушевская О.М. *Astrantia major* L. в Беловежской пуше // Сб. Заповедники Белоруссии. — Мн., Ураджай, 1981. В. 5. — С. 13–18.
8. Грушевская О.М. Онтогенез и возрастные состояния астранции большой (*Astrantia major* L.) // Сб. Заповедники Белоруссии. — Мн., Ураджай, 1982. В. 6. — С. 3–5.
9. Кручонок А.В., Кравчук В.В., Анощенко Б.Ю., Титок В.В. Практическое применение комплексного фитоиндикационного метода для оценки экологической валентности ценопопуляции *Astrantia major* L. // Мониторинг и оценка растительного мира: материалы V Международной научной конференции, Минск — Беловежская пуша, 8–12 октября 2018 г. — Мн: Колоград, 2018. — С. 249–251.

Опыт создания резервной ценопопуляции исчезающего вида на примере дримокаллис скальной (*Drymocallis rupestris* (L.) Sojak) в г. Слоним Гродненской области

Кручонок А. В.¹, Махонина О. И.¹, Скуратович А. Н.², Дубовик Д. В.²,

Масло С. В.³, Гончарова Л. В.¹, Веевник А. А.¹

¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь,

e-mail: A.Kruchonok@cbg.org.by

²Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь

³Слонимский районный экологический центр детей и молодежи, Слоним, Беларусь

Резюме. В сообщении представлены технические этапы создания резервной ценопопуляции дримокаллис скальной в г. Слоним (Гродненская область). Алгоритм действий имеет следующий порядок: изучение исходной ценопопуляции, определение спектра угроз. Оформление обоснований для природоохранных перемещений. Формирование *ex situ* банка генофонда ценопопуляции. Производство гетерогенных разновозрастных сеянцев. Определение места новой резервной ценопопуляции. Перенос резервированного и восстановленного материала в условия *in situ*. Мониторинг.

Summary. Kruchonok A. V., Mahonina O. I., Skuratovich A. N., Dubovik D. V., Maslo S. V., Goncharova L. V., Veevnik A. A. **The experience of creating a reserve coenopopulation of an endangered species using the example of rock cinquefoil (*Drymocallis rupestris* (L.) Sojak) in the Slonim (Grodno region).** The report presents the technical stages of creating a reserve coenopopulation of rock cinquefoil in the city of Slonim (Grodno region). The action algorithm has the following order: studying the initial coenopopulation and determining the spectrum of threats. Feasibility studies for conservation translocation. *Ex situ* formation of a coenopopulation gene pool bank. Production of heterogeneous seedlings of different ages. Determining the place of a new reserve coenopopulations. Transfer of reserved and recovered material to *in situ* conditions. Monitoring.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси совместно с Институтом экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси в ходе выполнения задания 2.23 «Создание научных основ формирования национального резервного генофонда редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси и определение путей их сохранения и репатриации» ГПНИ «Природопользование и экология», раздел 5.2. «Биоразнообразие, биоресурсы и экология» в 2015–2018 гг. проводили серию исследований, касающихся ценопопуляций редких и исчезающих видов расте-

ний, которые находятся в угрожаемых состояниях. Эта деятельность имеет большую практическую значимость в сохранении природного биоразнообразия и восстановления раритетных элементов растительных сообществ [2, 3, 7, 8, 11, 12].

Одним из таких объектов является популяция дримокаллис скальной, или лапчатки скальной (*Drymocallis rupestris* (L.) Sojak syn. *Potentilla rupestris* L.). Природоохранный статус: I категория (CR) — вид, находящийся на грани исчезновения. Многолетнее травянистое растение с толстым деревянистым корневищем. Стебель

прямостоячий бороздчатый, в верхней части краснеющий, сильноветвистый, высотой 30–60 см. Прикорневые листья малочисленные, 5–7 перисто-раздельные, длиной 6–12 см. Верхние листья короткочерешковые, тройчатые. Все листочки снизу по жилкам усеяны мохнатыми волосками и железками, по краю реснитчатые. Цветки собраны в многоцветковые метельчатые соцветия. Плод — многоорешек. Цветет в мае — июне. Зацветает на второй год. Энтмофил. Плодоносит в июле — августе. Размножение семенное [6, 9].

Единственная в стране популяция произрастает в окрестностях г. Слоним Гродненской области. На сегодняшний день место произрастания находится под государственной охраной, территория имеет паспорт места произрастания и охранное обязательство, включена в систему республиканского мониторинга, присутствует в перечне видов лесов особой природной ценности ГЛХУ «Слонимский лесхоз» (Поречское л-во:

квартал 101 выдел 7). Популяция в удовлетворительном состоянии с полным онтогенетическим спектром и высоким потенциалом в развитии. Обследования 2016 и 2017 годов выявили расширение популяционного поля. Однако место произрастания — это обе обочины шоссе, что несет определенные угрозы для растительного сообщества в целом и популяции дримокаллис скальной в частности. Возросшая в последние годы транспортная нагрузка и выброс различных поллютантов создают угрозу изменений в геноме растений и деградации исходных форм. Пропашка противопожарной полосы между дорожным полотном и опушкой леса играет двоякую роль — с одной стороны, она дает возможность лапчатке рассеиваться на нарушенных землях, с другой стороны, делает фитоценоз открытым для внедрения чужеродной придорожной растительности большого инвазивного потенциала.



Рис. 1. Дримокаллис скальная *Drymocallis rupestris* (L.) Sojak (syn. *Potentilla rupestris* L.) в естественном месте произрастания

В рекомендациях по охране этого вида в Красной книге РБ особо отмечено предупреждение в местах произрастания дримокаллис негативных антропогенных воздействий, поиск новых мест произрастания, более широкое введение вида в культуру в качестве декоративного растения, его расселе-

ние в соответствующие естественные природные экотопы [6].

Это явилось подоплекой для разработки технологического регламента сохранения и воспроизведения резервного генофонда этой ценопопуляции в соответствии с местной спецификой. С помощью биотехнологических спо-

собов было произведено необходимое количество гетерогенных семян и апробирована методика переноса из условий *ex situ* в *in situ* с соблюдением правил экобезопасности.

Растения произрастают дисперсно по обе стороны шоссе. На 13.06.2017 инвентаризировано 11 групп с популя-

ционной плотностью в среднем 5–6 растений на м², Онтогенетическая структура всей ценопопуляции красноречиво свидетельствует о том, что она по **Q-критерию** [5] относится к процветающему виталитетному типу, где преобладают хорошо развитые особи состояний **j-g1** (рис. 2).

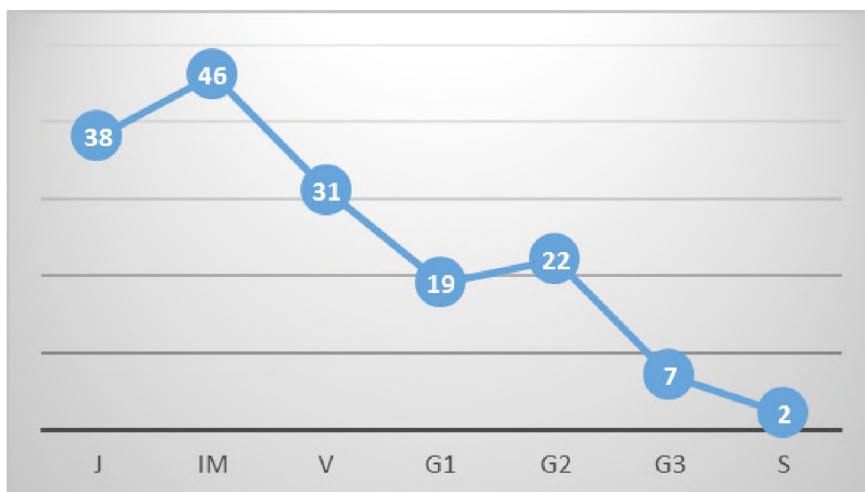


Рис. 2. Онтогенетическая структура ценопопуляции дримокаллис скальной (*Drymocallis rupestris* (L.) Sojak)

Оценены репродуктивное усилие каждой группы и потенциальная семенная продуктивность, вычислена

выходная масса семян со всей ценопопуляции в сезон.

Таблица 1. Репродуктивное усилие и семенная продуктивность групп в ценопопуляции дримокаллис скальной (*Drymocallis rupestris* (L.) Sojak)

Номер группы	Количество семян одного цветка, шт.	Количество семян на одно растение, шт.	Количество семян в группе, шт.
1	28 ± 3	450,5 ± 200,5	901
2	18,5 ± 4,4	598,5 ± 266,5	2394
3	22,9 ± 1,4	758 ± 74,7	10 612
4	26 ± 3	1163 ± 342,2	3488
5	22,8 ± 1,5	519 ± 96,9	5714
6	34	1904	1904
7	0	0	0
8	26,2 ± 0,75	1079 ± 105,3	4314
9	19,6 ± 0,5	321,6 ± 32,6	1608
10	0	0	0
11	22,8 ± 0,7	438,8 ± 31,5	7460
Среднее	20,7 ± 3,24	657 ± 167,7	Всего семян: 38 395
Коэфф. вар.	53,6 %	84,57 %	95,21 %

Группы неравномерно продуцируют семена. Очевидные лидеры по репродуктивному усилию — 3, 11, 5, 8, 4. В потенциальном развитии группа 10 будет лидировать через 5 лет.

Мы брали семена из каждой локальной группы, описанной выше. С каждого растения собирали по min 4 — max 8 плодов. Таким образом, мы охватили все вероятное разнообразие аллелей в популяции. В работе были использованы семена *D. rupestris*, заготовленные в природной популяции 10.09.2016 г., и семена интактных растений лапчатки скальной из коллекции редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси ГНУ «ЦБС» НАН Беларуси», заготовленные в тот же период. Основные принципы сборов диаспоры [2, 3] из природных популяций редких и исчезающих видов растений:

- **легальность** — необходимо наличие разрешения на изъятие редкого вида от Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды;

- **генетическая репрезентативность** — сбор необходимо проводить со всех особей в ценопопуляции, а не только с плюсовых;

- **неразрушительность сбора** — необходимо изымать не более необходимого для полноты и репрезентативности и не повреждая особи в ценопопуляции;

- **своевременность** — собираемая диаспора должна быть выполненной, зрелой, неповрежденной.

Плод — апокарпный многоорешек. Орешки овально-односторонние, слегка почковидные, веерообразно жилковатые. Поверхность зернистая. Плодовый рубчик овальный, боковой, у основания плодового шва, который достигает половины длины семени. Окраска — песочно-коричневая, плодовый рубчик и жилки — желтоватые, размер 0,3 на 0,5 мм. 1000 семян лапчатки скальной имеют массу 0,32 г (Рис. 3). Относятся к типу ортодоксальных семян.

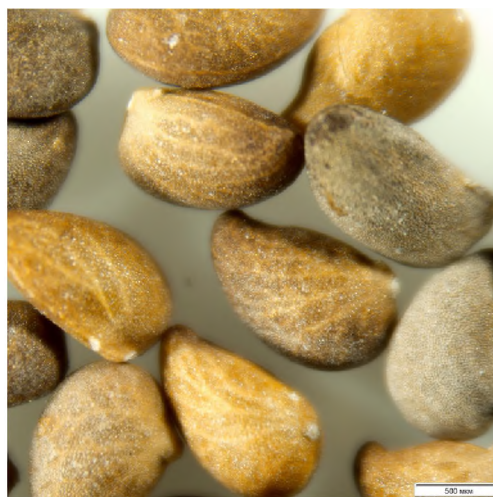


Рис. 3. Семена *Drymocallis rupestris*

Работы по получению посадочного материала *D. rupestris* из семян природной популяции проводились с апреля по сентябрь 2017 г. Для получения асептической культуры *D. rupestris* первоначально провели стерилизацию посадочного материала. Для выведения

семян из состояния физиологического покоя их замачивали в 0,5-процентном растворе гибберелловой кислоты на 20 минут, далее их замачивали в растворе синтетического моющего средства на 20 минут, затем шестикратно промывали дистиллированной

водой. Непосредственно стерилизация проводилась в асептических условиях, работы проводились в помещениях второго класса чистоты с соблюдением всех правил антисептики (ламинар-бокс). Для стерилизации использовали 70% этиловый спирт и дезинфицирующее средство на основе гипохлорита натрия с концентрацией по активному хлору в готовом дезинфицирующем растворе 2,0% с добавлением 2–3 капель детергента «Твееп 80». Экспозиция 20 минут при постоянном встряхивании с последующей 10-кратной промывкой семян стерильной дистиллированной водой.

С целью выявить всхожесть семян дримокаллис в лабораторных условиях простерилизованные семена были разделены на три части и высеяны различными способами. Первую часть семян высевали на поверхность агаризированной модифицированной безгормональной питательной среды WPM (pH 6,7) в чашки Петри. При выборе питательной среды опирались на результаты культивирования кальцефильных растений [61–63]. Вторую и третью часть семян высевали в стерильные чашки Петри на поверхность ложа в одном случае из стерильного нетканого материала «Спанбонд» (белый, плотность 30 г/м²), уложенного в один слой, во втором — на поверхность ложа из стерильной медицинской марли плотностью 32 г/м², уложенной в два слоя. Подложку из «Спанбонда» и марли увлажняли стерильной дистиллированной водой. Чашки герметично укупоривали и помещали в световую комнату на экспозицию с фотопериодом 16 ч. при температуре 25°C и освещенностью 4000 лк. Подсчет проросших семян проводили на 7, 14, 21 и 28 сутки.

Сеянцы, имеющие 2–3 настоящих листочка, корешки и достигшие высоты 0,8–1,0 см (ювенильная стадия), отбирались для дальнейшей посадки. Отбор проводился с 21 по 60 день.

Для подбора оптимальных условий проращивания сеянцев дримокаллис скальной отобранные экземпляры с трех видов подложек пересаживали на 4 вида субстрата:

1) питательную среду WPM с добавлением 2 мг/л 6-БАП, 0,4 мг/л ИМК, 0,5 мг/л ГКЗ, pH 5,6;

2) агроперлит (фракции 1–5 мм), увлажненный раствором, содержащим 1/2 минеральных компонентов и полный состав витаминов по прописи Мурасиге и Скуга (MS), без сахарозы и гормонов, pH 6,8;

3) стерильный песок (фракции — до 1,5 мм), увлажненный раствором, содержащим 1/2 микро- и макроэлементов и полный состав витаминов по MS, без сахарозы и гормонов, pH 6,8 (табл. 5.1);

4) стерильный песок (фракции — до 1,5 мм), увлажненный стерильной дистиллированной водой.

Банки со средой, контейнеры с песком и перлитом герметично укупоривали и помещали на изолированные стеллажи (t=22°C, фотопериод 16 ч., 4000 лк). Каждый эксперимент выполнялся в трех повторностях по 15–20 растений. Контроль за ростом и состоянием растений проводился каждые 3 дня. Контаминированные растения выбраковывались.

На имматурной стадии проводился отбор растений для дальнейшей пересадки. Были выбраны два варианта грунта: смесь раскисленного торфа, садовой земли и песка в соотношении 1:1:1, послойный субстрат.

Слои насыпались в пластмассовые горшки для рассады объемом 200 мл (7x7x8 см) в следующем порядке: 1-й слой — 1,5 см дренажный керамзит; 2-й слой — 4 см смеси нейтральный грунт для суккулентов и песок в соотношении 3:1; 3-й слой — 1 см нейтральный грунт для суккулентов, песок, вермикулит в соотношении 1:1:1; 4-й слой — 0,5 см вермикулит.

Работы по пересадке растений в грунт проводились в условиях теплицы. Пересадка сеянцев дримокаллис скальной осуществлялась методом перевалки. Горшки с растениями устанавливали на стеллажи в теплице на расстоянии 5 см друг от друга. Стеллажи защитили от попадания прямых солнечных лучей. Растения выращивались при температуре воздуха от 20 до 25 °С днем, 16–18 °С ночью, влажности воздуха 65–75%. По мере необходимости грунт увлажняли водой.

Растения дримокаллис скальной на виргинильной стадии пересаживались методом перевалки в горшки объемом 500 мл, заполненные почвогрунтом, заготовленным в природном местообитании, или нейтральным садовым грунтом с песком в соотношении 3:1. Затем горшки с растениями переносились на открытое место для доращивания. Место подбиралось таким образом, чтобы избежать длительного воздействия прямых солнечных лучей на растения.

Процент стерильных проростков при применении указанного способа стерилизации (70% этиловый спирт, экспозиция 2 мин., дезинфицирующий раствор, содержащий гипохлорит Na с добавлением 2–3 капель детергента («Tween 80»), экспозиция 20 мин.) составил 70% для семян, высаженных на агаризированную среду, и 100% для семян, помещенных для прорастания на два вида ткани.

Скорость прорастания семян и количество проростков варьировали при различных условиях посева. В чашках Петри, выстланных материалом «Спанбонд» и марлей, первые всходы семян наблюдались на 5-й день, на агаризированной питательной среде — на 7-й день. Прорастание семян фиксировалось на протяжении 35 дней во всех трех случаях. Конечный процент прорастания составил: агаризированная среда — 60%, увлажненный водой «Спанбонд» — 90%, увлажненная марля — 93% (табл. 2). Отмечено более активное прорастание семян на «Спандбонде» в первые 2 недели проращивания.

Таблица 2. Всхожесть семян *Drymocallis rupestris* (L.) Sojak на различных субстратах

Вариант опыта	% ВСХОДОВ				
	7 сут.	14 сут.	21 сут.	28 сут.	35 сут.
Агаризированная среда WPM	5,1	10,3	30,2	55,2	60,3
«Спанбонд», увлажненный водой	20,2	60,4	75,6	90,6	70,5
Марля, увлажненная водой	10,2	40,2	80,4	90,8	93,4

Во всех трех опытах первые сеянцы с 2–3 настоящими листочками и корешками появились практически в одно и то же время. Затем в течение первой и второй недели более активно развивались проростки на «Спанбонде», начиная с четвертой недели – на ложе из марли. Также отмечено, что первые 4 недели проростки на «Спандбонде» и агаризированной среде WPM развивались нормально, а затем начали гибнуть. Можно

предположить, что высокая плотность данных субстратов отрицательно повлияла на развитие и состояние первичных корешков растений, что повлекло за собой угнетение и гибель надземной части растений. В конечном итоге общее количество ювенильных растений, пригодных для дальнейшей посадки, было значительно выше в опытах с проращиванием семян на марле, увлажненной дистиллированной водой.

Таблица 3. Жизнеспособность проростков *Drymocallis rupestris* (L.) Sojak на различных субстратах

Вариант опыта	Частота некроза, %				
	21 сут.	28 сут.	35 сут.	42 сут.	50 сут.
Агаризированная среда WPM	2,0	5,4	7,2	20,3	25,2
«Спанбонд», увлажненный водой	0	2,6	10,8	15,6	30,6
Марля медицинская увлажненная	0	0	1,2	3,1	5,3

Отмечено, что наилучшим вариантом для укоренения оказался мелкозернистый песок, увлажненный раствором с микро- и макроэлементами, процент жизнеспособных растений на котором составил 68,6 % (табл. 4). Развитие ра-

стений дримокалис на остальных видах субстрата к концу наблюдаемого периода полностью прекратилось, особенно угнетенными они были на среде WPM и песке, увлажненном дистиллированной водой.

Таблица 4. Влияние состава субстрата на укоренение *Drymocallis rupestris* (L.) Sojak

Вариант субстрата	Количество жизнеспособных растений, % от общего числа посаженных			
	4 сут.	8 сут.	12 сут.	16 сут.
Агаризированная среда WPM 2 мг/л 6-БАП, 0,4 мг/л ИМК, 0,5 мг/л ГКЗ	100	80,0	40,0	16,0
Агроперлит с 1/2 минеральных компонентов по MS	90,0	75,0	20,0	20,0
Песок с 1/2 минеральных компонентов по MS	100	76,9	61,5	68,6
Песок с дистиллированной водой	66,7	32,5	15,7	10,0

Первые имматурные особи (начинается рост боковых побегов, формируется розетка, коневая система) появились на 14–18 день после пересадки на песочный субстрат

После достижения имматурной стадии растения дримокалис пересаживались на 2 вида субстрата: торфопочвенно-песчаную смесь и послойный субстрат.

Лучше себя чувствовали растения на послойном субстрате, состоящем

из (снизу-вверх) 1,5 см дренажного керамзита, 4 см смеси нейтрального грунта для суккулентов и песка в соотношении 3:1, 1 см нейтрального грунта для суккулентов, песка, вермикулита в соотношении 1:1:1 и 0,5 см вермикулита. Здесь приживаемость растений через 3 недели после посадки составила 90%, на смеси из торфа, грунта и песка — 20%, причем на последнем субстрате растения вначале развивались нормально, а затем начали выпадать.

Таблица 5. Жизнеспособность *Drymocallis rupestris* (L.) Sojak имматурной стадии на различных субстратах

Вариант опыта	Количество жизнеспособных растений, %		
	1 нед. после пересадки	2 нед. после пересадки	3 нед. после пересадки
Смесь торф-садовый грунт-песок	95	60	20
Послойный субстрат	100	95	90

Следует отметить, что сеянцы, пересаженные с агроперлита, значительно отставали в развитии от растений, пересаженных с песка, увлажненного раствором, содержащим 1/2 минеральных компонентов по MS. А сеянцы, пересаженные со среды WPM и песка,

увлажненного дистиллированной водой, погибли на третий день после пересадки. Это можно объяснить их угнетенным развитием на данных субстратах и в результате слаборазвитой корневой системой, что не позволило перенести стресс последующей пересадки.



А



Б

Рис. 3. Дримокаллис скальная *Drymocallis rupestris* (L.) Sojak (syn. *Potentilla rupestris* L.) в условиях теплицы, 1 неделя после посадки в грунт (А – растения, пересаженные с агроперлита, Б – растения, пересаженные из песка, увлажненного питательным раствором)

У всех растений, пересаженных в послойный субстрат в условиях теплицы, на 21-й день имелась хорошо развитая розетка до 10 настоящих листьев, высота растений варьировала от 10 до 15 см. Через 1,5 месяца растения дримокаллис скальной достигли возраста вергинильной стадии и были пересажены на два вида грунта: почвогрунт с природного местообитания и в смесь

из нейтрального садового грунта и песка в соотношении 3:1. Растения на данных субстратах развивались достаточно интенсивно и равномерно. Также было замечено, что растения дримокаллис скальной лучше развивались, если листья розеток разных особей минимально перекрывали друг друга. Через месяц их состояние позволило выполнить пересадку в открытый грунт.

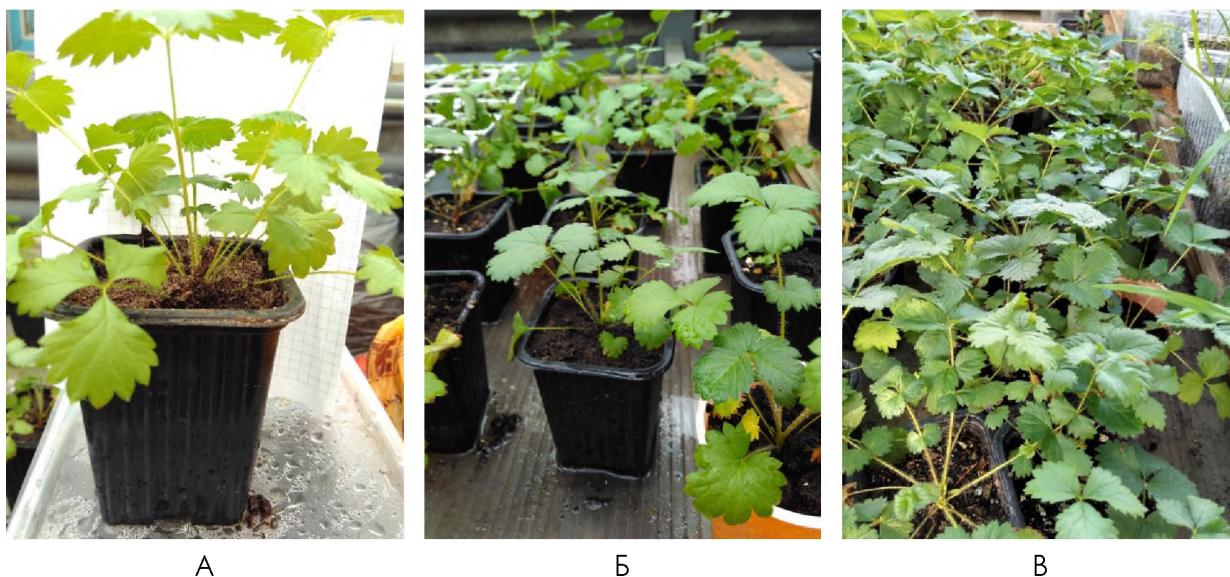


Рис. 4. Дримокаллис скальная (*Drymocallis rupestris* (L.) Sojak) на вергинильной стадии: А – растение возрастом 1,5 месяца после посадки в смесь нейтрального садового грунта и песка; Б – общий вид, возраст 1,5 мес.; В – общий вид, возраст 2 мес.

Результаты исследований показали, что наибольший процент всхожести семян *D. rupestris* наблюдался при использовании в виде первичного субстрата стерильного хлопчатобумажного материала, увлажненного водой.

На этапе укоренения сеянцев более жизнеспособными оказались растения, имеющие 2–3 настоящих листочка и корешки, высаженные в стерильный мелкозернистый песок, увлажненный раствором, содержащим половинный минеральный состав и полное количество витаминов по MS, без сахарозы и гормонов, с pH 6,8. Пересадку растений на имматурной стадии рекомендуется производить на субстрат, состоящий из слоев дренажного керамзита, смеси нейтрального грунта для суккулентов и песка в соотношении 3:1, нейтрального грунта для суккулентов, песка, вермикулита в соотношении 1:1:1 и верхнего слоя вермикулита. Для дальнейшего роста оптимальным является высаживание растений дримокаллис в грунт, близкий по составу к почве природного местобитания, так как в процессе изучения особенностей адаптации выявилась

высокая лабильность ростовых процессов к колебаниям таких факторов, как кислотность и гранулометрический состав субстрата. Обязательное условие при подготовке грунта для транслокационных мероприятий — стерилизация его, чтобы избежать ассоциированных инвазий. При подращивании сеянцев необходимо контролировать процесс занесения семян сорняков и культурных растений с высоким инвазионным потенциалом в горшки. Для этого необходимо создать ширму в теплице и вкладыши из водонепроницаемого нетканого материала в горшки.

Исходная ценопопуляция, как было указано выше, расположена в непосредственной близости от шоссе и испытывает негативные антропогенные влияния: химические — зона действия выхлопных газов, зона влияния дорожных реагентов; и механические — повреждения, наносимые пропашкой лесозащитной полосы у дороги.

Подбор нового местообитания проводился методом подобия и фитоиндикации [1, 4, 13]. Из 7 изученных вариантов расположения нового места произрастания был выбран наиболее близко

соответствующий по комплексу абиотических факторов: освещенность, экспозиция склона, гранулометрический состав почв. Оба места обитания относятся к категории ЛВПЦ (леса высокой природной ценности) — неморальные широколиственные леса с грабом. Растительное сообщество места резервной ценопопуляции незначительно отличается от исходного, представлено производным сосняком, высаженным на месте неморального леса с подростом дуба. Однако наиболее важным было соблюдение необходимого ценотического требования — плотности травянистого покрова. Дело в том, что дримокаллис скальная — растение осыпей, низкотравных склонов, в высоком травостое не конкурентоспособно со своей стратегией популяционного развития. На новом месте произрастания весьма разреженный травостой, постоянно высокая освещенность, и гранулометрические и химические характеристики почв идеально отвечают экоморфе вида [1, 13].

16 сентября 2017 г. была произведена транслокация из *ex situ* в условия *in situ* с использованием исходного генофонда природной ценопопуляции. Место резервной популяции отмечено аншлагом с описанием вида, способа транслокации, режимом охраны. Высадка производилась наименее разрушающим инкрустирующим ме-

тодом — использование винтовых вилок и аккуратное вкладывание увлажненных комков с растениями. Использование такого способа позволяет сажать растения в фитоценоз без создания микрозалежей, которые образуются при использовании лопаты. Каждый сеянец снабжали маячком с номером для облегчения проведения первичного мониторинга приживаемости. Растения, выращенные в несколько очередей, имитировали популяцию правостороннего типа: генеративные растения стадии (**g1**) с преобладанием ювенильных (**j**) и имматурных (**im**) особей в основной численности. Также был создан способом поверхностного посева семенной почвенный банк. Это необходимое условие успеха развития резервной популяции во времени. Резервная ценопопуляция была картирована и описана учащимися Слонимского районного экологического центра детей и молодежи. Учащиеся были обучены методикам проведения фенологических, морфологических и популяционных наблюдений. На территории Центра высажены дополнительные образцы дримокаллис скальной для создания полевого банка семян *ex situ* на случай непредвиденных обстоятельств. В мае 2018 г. был проведен первичный мониторинг приживаемости после зимовки. Растения имели 100% приживаемости и дали обильный самосев.

Таблица 6. Этапы проведения природоохранного перемещения

Условия	Мероприятия	Специальные требования
<i>in situ</i>	Определение популяционных показателей, жизнестойкости и спектра угроз для популяции	Наличие плана действий по восстановлению вида и официально зарегистрированного обоснования проекта
<i>in situ</i>	Сбор гермоплазмы. Неразрушительный, легальный, в полной мере отражающий фенотипы популяции	Официальные разрешения на изъятия частей растений от Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды
<i>in situ</i>	Подбор и подготовка места для резервной ценопопуляции	Официальное обременение землепользователя
<i>ex situ</i>	Резервирование гермоплазмы. Депонирование в банк семян на долгосрочное хранение. Депонирование в живую <i>ex situ</i> коллекцию	Документация образца, определение генетического статуса, определение пороговых жизненных показателей

<i>ex situ</i>	Восстановление части резерва для природоохранных нужд	Работа со средней пробой семян в асептических условиях. Производство материала в несколько очередей для создания нескольких онтогенетических состояний, использование стерильных субстратов для адаптации
<i>in situ</i>	Перенос в природные условия	Картирование и маркировка объектов
<i>in situ</i>	Первичный и последующий мониторинги	

Благодарности. Коллектив авторов выражает благодарность Слонимской районной инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, Слонимскому лесхозу и ОАО «АСБ Бе-

ларусбанк» за помощь в проведении природоохранных мероприятий и последующее техническое сопровождение исследовательских работ.

Список литературы

10. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. — Göttingen: Goltze, 1974. — 97 S.

11. IUCN Guidelines for Re-introductions. Prepared by the IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. IUCN, Garland, Switzerland and Cambridge, UK, 1998, 10 p.

12. IUCN position statement on translocation of living organisms. Garland, Switzerland, 1987, 20 p.

13. Жукова Л. А. и др. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Монография. — Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2010. — 368 с.

14. Злобин, Ю. А. Популяция редких видов растений: теоритические основы и методика изучения: монография / Ю. А. Злобин, В. Г. Скляр, А. А. Клименко. — Сумы: Университетская книга, 2013. — 439 с.

15. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растения / Мин. природ. ресур. и охр. окр. среды РБ, Нац. академ. наук Беларуси; редкол.: И. М. Качановский [и др.]. — Минск: Беларуск. энцыкл. ім. П. Броўкі, 2015. — 448 с.

16. Лознухо, И. В. Испытание приемов репатриации редких видов флоры Беларуси / И. В. Лознухо // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира: тез. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 30–31 мая 2002 г. / Центральный ботанический сад НАН Беларуси; редкол.: В. Н. Решетников (гл. ред.) [и др.]. — Минск: БГПУ, 2002. — С. 168–169.

17. Лубягина Н. П. Создание искусственных растительных сообществ. // Бюл. Гл. ботан. сада, 1989, вып. 152, с. 3–8.

18. Редкие и исчезающие виды растений Белоруссии и Литвы / АН БССР, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича, АН ЛитССР, Ин-т ботаники. — Минск: Наука и техника, 1987. — 350, [2] с.

19. Скрипчинский В. В. Восстановление природных травянистых угодий, достигших крайней степени разрушения // Вестн. с. — х. науки, 1981, № 7, с. 122–130.

20. Тихонова В.Л., Беловодова Н.Н. Реинтродукция дикорастущих травянистых растений: состояние проблемы и перспективы // Бюлл. Гл. ботан. сада, 2002, вып. 183, с. 90–106.
21. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991, 215 с.
22. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов М.: Наука, 1983. — 193 с.

Сохранение высоковозрастных генотипов липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в культуре *in vitro*

Петров Г. В., Кусенкова М. П., Константинов А. В., Каган Д. И.
ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Гомель, Беларусь, demuyrg86368@gmail.com

Резюме. Изучена регенерационная способность высоковозрастных генотипов липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) при микроклональном размножении и культивировании *in vitro*. Определены оптимальные условия хранения вегетативного материала и выгонки зеленых побегов, стерилизации растительного материала, инициации процессов морфо-органогенеза на эксплантах липы мелколистной. Установлены особенности регенерации одноузловых эксплантов липы мелколистной на питательных средах различного минерального состава.

Summary. Petrov G. V., Kusenкова M. P., Konstantinov A. V., Kagan D. I. ***In vitro* conservation of old-age genotypes of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.).** The regenerative ability of explants of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) old-age trees under *in vitro* conditions was studied in order to develop micropropagation protocol. The methods of storage and forced flushing of branch segments, sterilization of explants and initiation of morphoorganogenesis were developed. The features of the regeneration of single-node small-leaved linden explants on nutrient media of various mineral compositions were determined.

Проблема сохранения биологического разнообразия приобрела в последнее время особую актуальность, поскольку воздействие комплекса антропогенных факторов, а также наблюдающиеся изменения окружающей среды существенно изменяют места обитания видов в сроки, не достаточные для их адаптации к новым условиям. В первую очередь это относится к видам с длительным жизненным циклом, каковыми являются древесные растения. В связи с этим представляется целесообразным уделять больше внимания древесным породам, характеризующимся широкой экологической амплитудой, засухо-

устойчивостью, которые могут получить экологическую и экономическую ценность в условиях изменяющегося климата. Одной из таких пород является липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). Возможность сохранения наиболее ценных генотипов и производства качественного посадочного материала определяют перспективность разработки и внедрения биотехнологических методов размножения древесных растений, включая *T. cordata*.

Хранение вегетативного материала и выгонка зеленых побегов. Успешность введения древесных видов в культуру *in vitro* определяется физиологическим состоянием материала. Активный рост

побегов в лабораторных условиях можно индуцировать посредством создания условий для прохождения почками фазы органического (физиологического) глубокого покоя (темнота, низкие положительные температуры). Кроме того, наличие методики хранения исходного материала позволяет значительно продлить время, когда возможно проводить достаточно трудоемкий этап инициации культуры *in vitro*.

В экспериментах по подбору оптимальных условий хранения вегетативного материала липы мелколистной использованы одревесневшие побеги (ветви) 5–8-летнего возраста диаметром 0,5–3,5 см, отобранные в осенний период (ноябрь). Ветви нарезали на сегменты около 40 см и связывали

в пучки по 10–15 шт., одновременно проводя их сортировку на три группы по диаметру: 1) 0,5–1,0 см; 2) 1,1–2,5 см; 3) 2,6 см и более.

После предварительной обработки экспериментальный материал помещали в емкости, на 1/3 наполненные водой, оборачивали двойным слоем упаковочной или газетной бумаги и переносили в холодильник, где депонировали 30, 60 и 90 дней. В каждый из учетных периодов извлекали по 1–2 связки сегментов ветвей разных групп по диаметру и оставляли при комнатной температуре для распускания почек. Результаты учета распускания вегетирующих почек в зависимости от группы ветвей по диаметру и сроку депонирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Учет распускания вегетирующих почек липы мелколистной в зависимости от диаметра ветвей и продолжительности холодового хранения, шт.

Диаметр, см	Продолжительность депонирования, дней		
	30	60	90
< 1,0	3,2±2,8	2,7±2,3	4,2±2,2
1,1-2,5	3,8±1,8	5,1±2,2	7,4±3,2
> 2,6	4,6±1,7	6,9±2,1	7,6±2,4

Хранение в течение 30 дней при низкой положительной температуре не позволило интенсифицировать прохождение почками фазы физиологического покоя. Распускалось в среднем не более 3–5 почек, а формировавшиеся из них побеги оказывались укороченными и непригодными для культивирования на нулевом пассаже, т.е. на этапе введения в культуру *in vitro*.

Интенсивное распускание почек наблюдалось после 60 и 90 дней холодового хранения, что, по-видимому, связано с изменением гормонального статуса тканей. При этом наиболее активно ростовые процессы протекали на ветвях, диаметр которых был больше 1,0 см, а количество распускавшихся спящих почек увеличивалось с возра-

станием продолжительности срока хранения ветвей большего диаметра. Так, при хранении ветвей липы мелколистной диаметром более 2,5 см в течение 90 дней в среднем распускалось 7,6±2,4 почек.

Таким образом, при осеннем сборе продолжительность холодового хранения должна составлять не менее 2–3 месяцев, что обеспечивает распускание почек и получение физиологически активных побегов липы в количествах, достаточных для работ по получению культуры *in vitro*.

Результаты изучения влияния физических условий (освещение) и регуляторов роста (фитогормонов) на эффективность выгонки зеленых побегов *T. cordata* представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние стимуляторов роста и условий освещения на эффективность выгонки зеленых побегов липы мелколистной

Вариант	Тип материала	Среднее количество побегов, шт.	Средняя длина побега, см	Среднее количество междоузлий на побег, шт.
Естественное освещение				
Контроль (вода)	I*	10,1±3,4	3,4±1,5	3,9±1,1
	II**	5,2±1,7	4,8±1,6	2,8±1,0
Гиббереллин (ГК ₃ , 2,0 мг·л ⁻¹)	I	14,2±2,8	3,1±1,2	2,9±0,9
	II	6,5±1,2	7,5±2,6	3,4±1,1
Ауксин (β-ИМК, 1,0 мг·л ⁻¹)	I	12,7±4,1	3,3±1,1	2,3±0,4
	II	5,8±1,4	5,2±1,4	2,5±0,7
Искусственное освещение				
Контроль (вода)	I	1,4±1,0	3,9±1,3	2,8±0,5
	II	2,8±1,0	4,4±0,8	2,3±0,7
Гиббереллин (ГК ₃ , 2,0 мг·л ⁻¹)	I	2,9±1,1	3,5±0,9	2,6±0,5
	II	4,2±1,5	5,9±2,2	2,9±0,7
Ауксин (β-ИМК, 1,0 мг·л ⁻¹)	I	2,8±1,0	3,8±1,3	2,3±0,8
	II	3,6±1,1	4,1 ±2,3	3,0±1,1
Примечание: *I – терминальные части ветвей. **II – ветви без апикальной части				

Установлено, что при выгонке зеленых побегов их наибольшая средняя длина наблюдается в варианте с концентрацией 2,0 мг·л⁻¹ ГК₃ на ветвях без апикальной части, составляя 7,5±2,6 см и 5,9±2,2 см с естественным и искусственным освещением соответственно, что достоверно выше контрольных показателей (4,8±1,6 см и 4,4±0,8 см). Для терминальных фрагментов ветвей статистически достоверных различий по средней длине побегов выявлено не было. Учет среднего количества междоузлий показал, что во всех вариантах опыта применение гиббереллиновой кислоты не приводило к статистически значимому увеличению количества формируемых на зеленых побегах метамеров. Полученные данные свидетельствуют о том, что этот фитогормон стимулирует рост стебля за счет растяжения междоузлий.

Применение как гиббереллина, так и ауксина в концентрациях, указанных в таблице 2, приводило к увеличению в 1,3–1,4 раза количества распускающихся на терминальных фрагментах ветвей почек, дающих пригодные для дальнейшей работы побеги.

В зависимости от физиологического состояния собранного материала выгонка зеленых побегов занимала от 7 до 20 дней. При этом развитие побегов происходило как из пазушных и верхушечных (годовые приросты), так и из спящих (2–4-летние побеги) почек. Развивались два основных типа побегов, классифицируемых как длинные, или ростовые — ауксибласты, и укороченные побеги — брахибласты.

Стерилизация растительного материала. Микроорганизмы, способные расти в условиях культуры растительных тканей, могут оказывать отрицательное воздействие на целевые объекты *in vitro*, повреждая ткани или изменяя химические параметры среды посредством выделения различных метаболитов. На начальных этапах получения культур *in vitro* важной задачей является оптимальный подбор концентраций стерилизующих агентов, времени экспозиции в их растворах и режима промывки первичных эксплантов, что позволяет элиминировать нежелательную микрофлору и получать высокий выход стерильного материала.

В исследовании применялись следующие схемы стерилизации:

- № 1. ПАВ + перекись + спирт + сулема (3 мин.);
- № 2. ПАВ + «Хлороцид» + перекись + спирт + сулема (3 мин.);
- № 3. ПАВ + «Хлороцид» + перекись + спирт + сулема (6 мин.);
- № 4. ПАВ + «Доместос» + «Хлороцид» + перекись + спирт + сулема (3 мин.);
- № 5. ПАВ + «Доместос» + «Хлороцид» + перекись + спирт + сулема (6 мин.).

Установлено, что при использовании различных схем стерилизации контаминированными являлись от 86,7% (схема № 1 без применения хлорсодержащих препаратов) до 53,3% (схема № 4 с совместным использованием «Хлороцид» и «Доместос») эксплантов (рис. 1). Для 27,3–52,6% эксплантов была отмечена смешанная контаминация грибами и бактериями. Увеличение времени экспозиции в растворе сулемы с трех до шести минут на выход стерильного материала существенно не влияло, однако снижало жизнеспособность тканей, поскольку повышался процент некротизирующих эксплантов: 23,3 и 36,7% для схем № 2 и № 3 соответственно; 43,3 и 53,3% для схем № 4 и № 5 соответственно. Максимальный выход пригодного для культивирования материала (30,0%) отмечен в случае применения схемы № 4.

Инициация процессов морфоогенеза на эксплантах липы мелколистной. Одним из факторов, определяющих успешную регенерацию микропобегов на первичных эксплантах, является минеральный состав питательной среды. Различные виды требуют различного соотношения минеральных солей в среде, однако следует отметить, что ряд составов являются достаточно универсальными, и культивирование с их использованием показывает высокую эффективность. К таковым относятся питательная среда Мурасиге-Скуга (MS), изначально разработанная для культивирования травянистых растений, и Woody Plant Medium (WPM), пригодная для культивирования клеток и тканей древесных растений.

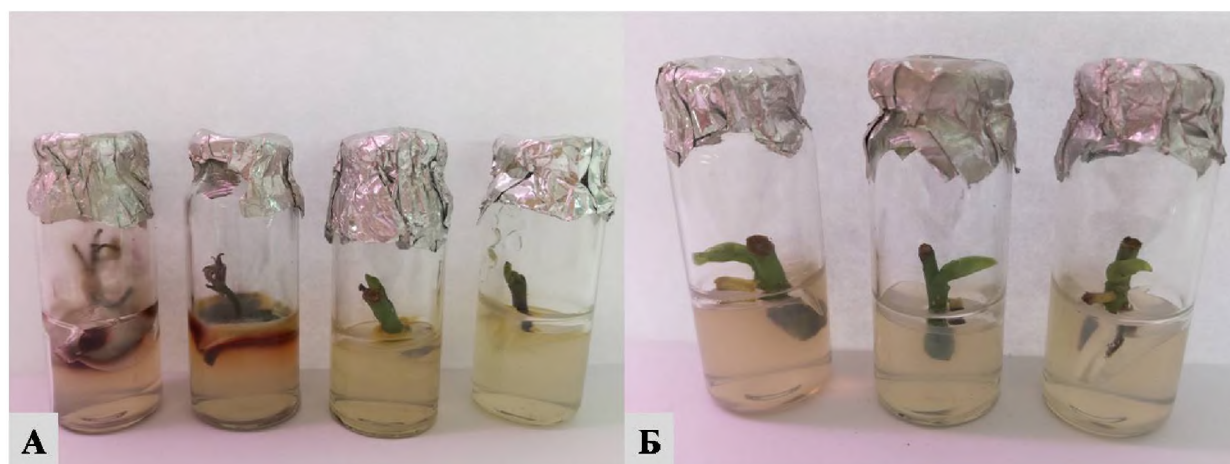


Рис. 1. Стерилизация эксплантов липы мелколистной:

А – контаминированный материал; Б – экспланты без признаков заражения

Учет результатов влияния питательных сред различного минерального состава на эффективность морфо-

генеза первичных эксплантов проводили через три недели после их высадки на среду (таблицы 3, 4).

Таблица 3. Влияние минерального состава среды MS на эффективность морфогенеза первичных эксплантов липы мелколистной

Генотип / Количество эксплантов, шт.	Без морфогенеза	С набухшими почками	С микропобегами длиной 0,5–1,0 см	С микропобегами длиной 1,1–2,5 см
	шт./%	шт./%	шт./%	шт./%
MS: 0,3 мг·л ⁻¹ БАП, 0,05 мг·л ⁻¹ ТДЗ, 0,5 ГК ₃ мг·л ⁻¹ , 0,1 мг·л ⁻¹ ИМК				
№ 1/24	6/25,0	11/45,8	5/20,8	2/8,3
№ 2/28	8/28,6	14/50,0	6/21,4	0/0
№ 3/19	5/26,3	9/47,4	4/21,1	1/5,3
MS: 1,0 мг·л ⁻¹ БАП, 0,5 мг·л ⁻¹ ГК ₃ , 0,1 мг·л ⁻¹ ИМК				
№ 4/5	1/20,0	0/0	2/40,0	2/40,0
№ 5/6	1/16,7	0/0	2/33,3	3/50,0
№ 6/6	1/16,7	3/50,0	1/16,7	1/16,7
№ 7/6	2/33,3	2/33,3	0/0	2/33,3
№ 8/7	2/28,6	2/28,6	2/28,6	1/14,3
MS: 1,0 мг·л ⁻¹ БАП, 0,5 мг·л ⁻¹ ГК ₃ , 0,1 мг·л ⁻¹ НУК				
№ 9/13	3/23,1	3/23,1	4/30,8	3/23,1
№ 10/14	2/14,3	4/28,6	5/35,7	3/21,4
№ 11/15	4/26,7	2/13,3	5/33,3	4/26,7
Примечание: ¹ БАП – 6-бензил-аминопурин; ТДЗ – тидиазурон; ГК ₃ – гиббереллиновая кислота; ИМК – индолилуксусная кислота; НУК – α-нафтилуксусной кислоты; ² тип эксплантов: выгонка побегов – генотипы № 1, 2, 3; фрагменты семян – генотипы № 4, 5, 6, 7, 8; прикорневая поросль – генотипы № 9, 10, 11				

Анализ интенсивности морфогенеза эксплантов показал, что для эксплантов, полученных из корневой поросли липы мелколистной, состав MS позволяет стимулировать рост боковых по-

бегов. Так, для 30,8–35,7% эксплантов получены микропобеги до 1,0 см, для 21,4–26,7% — длиной до 2,5 см, которые пригодны к переносу на питательные среды для мультипликации.

Таблица 4. Влияние минерального состава среды WPM на эффективность морфогенеза первичных эксплантов липы мелколистной

Генотип/ Количество эксплантов, шт.	Без морфогенеза	С набухшими почками	С микропобегами длиной 0,5–1,0 см	С микропобегами длиной 1,1–2,5 см
	шт./%	шт./%	шт. %	шт. %
WPM: 1,0 мг·л ⁻¹ БАП, 0,5 мг·л ⁻¹ ГК ₃ , 0,1 мг·л ⁻¹ ИМК				
№ 4/5	2/40,0	0/0	1/20,0	2/40,0
№ 5/6	0/0	2/33,3	4/66,7	0/0
№ 6/6	1/16,7	2/33,3	3/50,0	0/0
№ 7/5	0/0	2/40,0	3/60,0	0/0
№ 8/6	1/16,7	2/33,3	2/33,3	1/16,7
WPM: 1,0 мг·л ⁻¹ БАП, 0,5 мг·л ⁻¹ ГК ₃ , 0,1 мг·л ⁻¹ НУК				
№ 9/13	1/7,7	7/53,8	3/23,1	2/15,4
№ 10/13	3/23,1	8/61,5	1/7,7	1/7,7
№ 11/14	3/21,4	6/42,9	2/14,3	3/21,4
Примечание: ¹ БАП – 6-бензил-аминопурин; ГК ₃ – гиббереллиновая кислота; ИМК – индолилуксусная кислота; НУК – α-нафтилуксусной кислоты; ² тип эксплантов: фрагменты семян – генотипы № 4, 5, 6, 7, 8; прикорневая поросль – генотипы № 9, 10, 11				

На среде WPM у эксплантов, полученных из корневой поросли, происходило интенсивное набухание почек

(42,9–61,5 %), до 23,1 % эксплантов формировали микропобеги длиной 0,5–1,0 см, до 21,4 % – длиной 1,1–2,5 см (рис. 2).

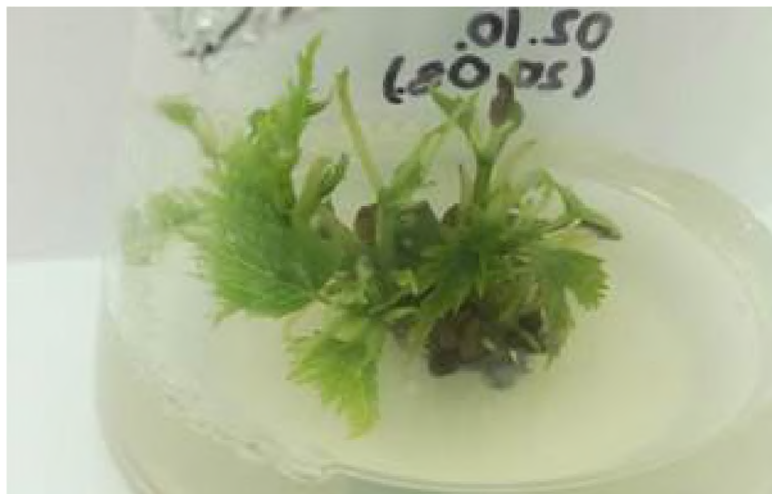


Рис. 2. Развитие микропобегов липы мелколистной на экспланте

Фрагменты сеянцев различных генотипов липы мелколистной на средах MS и WPM в 16,7–40,0 % и 20,0–66,7 % случаев образовывали побеги длиной до 1,0 см соответственно, а в 14,3–50,0 и 16,7–40,0 % – приводили к развитию более длинных микропобегов соответственно. Полученные данные указывают на то, что при использовании в качестве эксплантов фрагментов сеянцев более эффективным является применение питательной среды WPM. В то же время необходимо отметить, что часть генотипов при высадке на данную сре-

ду не давала микропобегов длиной выше 1,0 см.

Наименьшая интенсивность морфогенеза установлена для эксплантов, полученных в результате выгонки из зимующих почек и культивируемых на среде MS. Количество эксплантов с микропобегами длиной до 1,0 см не превышало 21,4 %, до 2,5 см – 8,3 %.

Таким образом, в результате проведенного исследования определены оптимальные условия начальных этапов введения в культуру *in vitro* высоковозрастных генотипов липы мелколистной.

Влияние режима освещенности на морфологические показатели сеянцев рода *Turbinicarpus* (Cactaceae Juss)

Шлапакова Т. Г., Титок В. В.

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
Минск, Беларусь, 654321zxcv@mail.ru

Резюме. В работе приведены данные о влиянии режимов освещенности (интенсивности и спектрального состава света) на рост и развитие сеянцев рода *Turbinicarpus* (Backeb.) Vukb. et Backeb. Также представлены рекомендации по культивированию данных растений в условиях оранжереи.

Summary. Shlapakova T. G., Titok V. V. **The influence of the light regime on the morphological traits of the seedling of the genus *Turbinicarpus* (Cactaceae Juss).** The paper presents data on

the effect of light regimes (intensity and spectral composition of light) on the growth and development of seedlings of the genus *Turbinicarpus* (Backeb.) Buxb. et Backeb. Also presented are some recommendations for cultivating these plants in greenhouse conditions.

Солнечный свет — один из главных абиотических факторов, влияющих на жизнедеятельность и продуктивность растений. В естественной среде произрастания растения редко испытывают недостаток солнечной энергии, который привел бы к нарушению или полной остановке их роста и развития. Так, основными характеристиками света являются его спектральный состав, интенсивность, суточная и сезонная динамика.

Свет не является однородным, входящие в него лучи имеют разную длину волны. Из всего спектра для стабильно жизнедеятельности растений важна фотосинтетически активная (380–710 нм) и физиологически активная радиация (300–800 нм). Основными поставщиками энергии для фотосинтеза являются красные (720–600 нм) и оранжевые (620–595 нм) лучи. Они влияют на изменение скорости роста и развития растений — их избыток задерживает переход растения к цветению. Лучи (490–380 нм) синего и фиолетового спектра непосредственно участвуют в фотосинтезе, а также стимулируют образование белков и обеспечивают скорость развития растения [1]. Эффективность светодиодных светильников обусловлена их монохроматичным излучением. Фитоактивная часть спектра подбирается непосредственно под культивируемое растение, что дает преимущество в отсутствии излишнего теплового и ультрафиолетового излучения, исключается риск ожогов и обезвоживания [2].

Для успешного выращивания и содержания растений в оранжерейной культуре требуется дополнительное освещение. Для этих целей очевидна необходимость применения источников искусственного света для дополни-

тельного освещения и изучения влияния характеристик искусственного освещения на рост и продуктивность растений [3, 4].

Спектральное качество, интенсивность и продолжительность дополнительного освещения могут стать важным фактором оптимизации роста в контролируемых условиях. Исследования по светкультуре растений с применением фитотронов показали эффективность использования света со спектральными характеристиками в области фотосинтетически активной радиации (ФАР) в диапазоне 380–720 нм, близкими к солнечному спектру [3, 4].

Целью исследования является изучение влияния режимов освещенности (интенсивности и спектрального состава света) на рост и развитие семян рода *Turbinicarpus* (Backeb.) Buxb. et Backeb. Все представители рода *Turbinicarpus* (Backeb.) Buxb. et Backeb. находятся под угрозой исчезновения и включены в СИТЕС Приложение 1. Причина заключается прежде всего в незаконном извлечении данных кактусов из природы, кроме того, оказывает влияние изменение почвенного покрова и чрезмерный выпас скота. Неблагоприятные последствия нарушения популяции кактусов являются необратимыми, так как считается, что большинство популяций имеют очень ограниченные возможности для восстановления.

Опыт проводили на 9 видах рода *Turbinicarpus* (*T. schmiedickeanus* subsp. *klinkerianus* (Backeb. & W. Jacobsen) Glass & R. A. Foster (Статус охраны: СИТЕС Приложение I.), *T. hoferi* Lüthy & A. B. Lau (Статус охраны: СИТЕС Приложение I; IUCN: CR), *T. jauernigii* G. Frank (Статус охраны: СИТЕС Приложение I.),

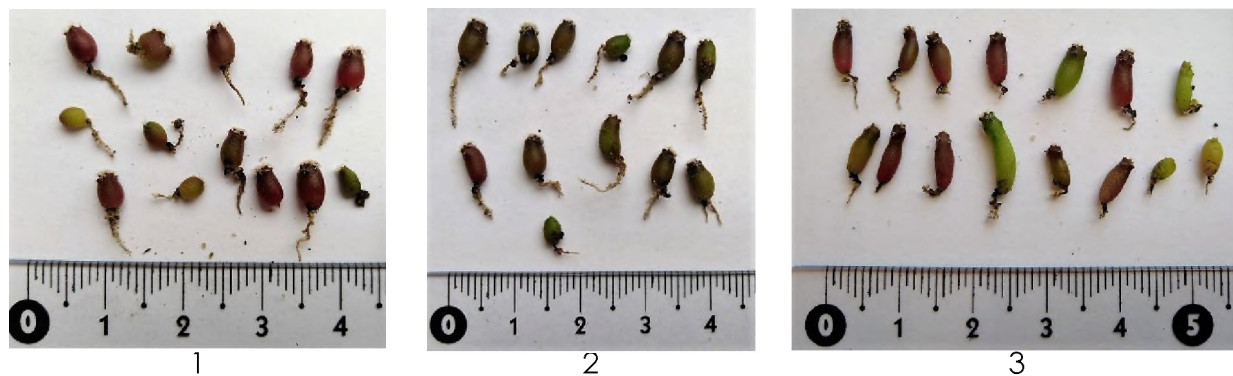
T. pseudopectinatus v. *rubriflorus* (Статус охраны: СИТЕС Приложение I.), *T. valdeianus* (Møller) Glass & R.A. Foster (Статус охраны: СИТЕС Приложение I; IUCN: VU), *T. schmiedickeanus* subsp. *bonatzii* (G. Frank) Panar. (Статус охраны: СИТЕС Приложение I.), *T. spaccellatus* (Статус охраны: СИТЕС Приложение I), *T. swobodaе* Diers & Esteves (Статус охраны: СИТЕС Приложение I, IUCN: CR), *T. alonsoi* Glass & S. Arias (Статус охраны: СИТЕС Приложение I, IUCN: CR)).

Семена кактусов высевали в феврале. В качестве субстрата использовали следующую смесь: 18 частей промытого кварцевого песка, 9 частей биогумуса, 1,5 части угольной крошки. Субстрат для посева простерилизован в духовом шкафу при температуре 180 °С в течении 120 минут. Предварительно замоченные семена раскладывали на поверхности субстрата и помещали в световой шкаф. Температуру поддерживали на уровне 25–

30 °С. Влажностный режим создавали ежедневными опрыскиваниями.

В качестве источников искусственного освещения использовались: 1 — светодиодные светильники для растений (фитолампа) ULI-P11-35W/SPFR с кремовым свечением и фотосинтетическим фотонным потоком 39 мкмоль/с (вариант 1); 2 — люминесцентные лампы Osram FLUORA T8 36W/77 с акцентом в синей и красной области спектра и световым потоком 1400 лм (вариант 2); 3 — обычные люминесцентные лампы NARVA LT 30WT/760-010, световой поток 1950 лм (вариант 3), установленные в световом шкафу. Взвешивание проводили на весах Adventurer, измерение параметров с помощью программы ImagJ.

Через 1,5 месяца после появления первых всходов сеянцы были распикированы в свежий субстрат. Предварительно были произведены морфометрические исследования (масса, размер) (рисунки 1–3).



Сеянцы *T. spaccellatus* перед пикировкой, выращенные при различном освещении: рис. 1 – вариант 1 (сеянцы, выращенные под светодиодными светильниками для растений (фитолампа) ULI-P11-35W/SPFR); рис. 2 – вариант 2 (сеянцы, выращенные под люминесцентными лампами Osram FLUORA T8 36W/77); рис. 3 – вариант 3 (сеянцы, выращенные под обычными люминесцентными лампы NARVA LT 30WT/760-010)

В ходе исследования были изучены и проанализированы следующие морфометрические параметры: средняя масса одного сеянца, средняя длина самого длинного корня, средняя высота сеянца и средняя ширина сеянца, а также была отмечена всхожесть.

Исходя из полученных данных, сле-

дует отметить влияние режимов освещенности (интенсивности и спектрального состава света) на морфометрические показатели сеянцев. А также отметить видоспецифичность этого влияния.

Так, в сравнении средней массы (рисунок 4) сеянцев, освещение под вариантом 1 показало наихудшие

результаты. Наиболее благоприятным оказался вариант освещения 3, одна-

ко *T. hoferi* показал лучший результат при освещении под вариантом 2.

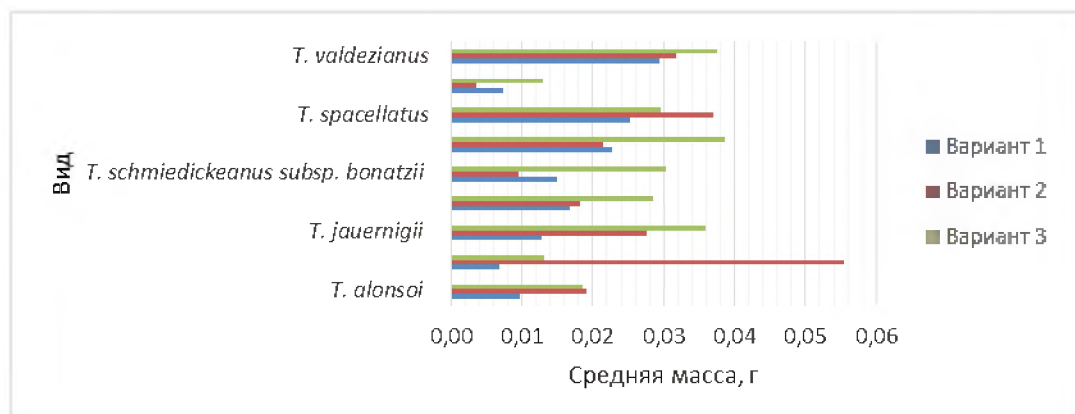


Рис. 4. Средняя масса семян, выращенных при различном освещении

Во влиянии на развитие корневой системы (рисунок 5) наилучшие пока-

затели имели растения, произрастающие под освещением варианта 2 и 1.

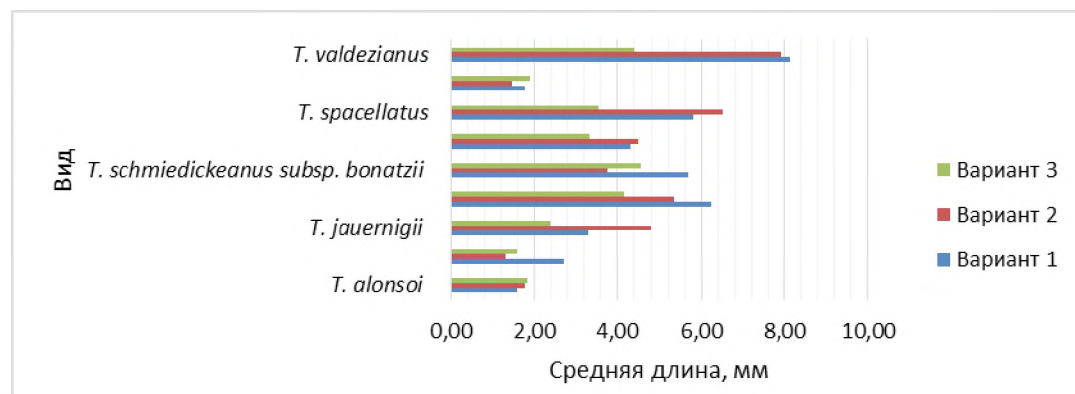


Рис. 5. Длина самого длинного корня семян, выращенных при различном освещении

На высоту семян (рисунок 6) наиболее благоприятно повлияло освещение под вариантом 1, так как растения под остальными вариантами освеще-

ния вытягивались и не образовывали репку (реповидный корень), что является характерной чертой растений данного рода.

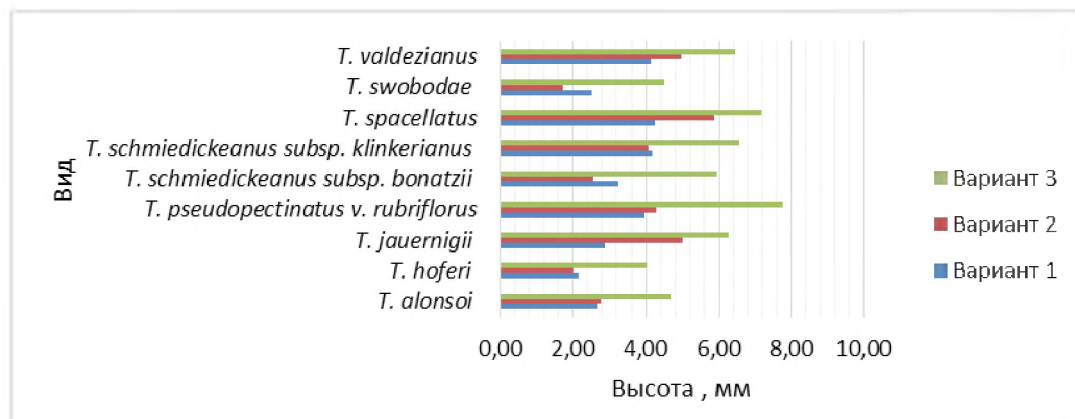


Рис. 6. Средняя высота семян, выращенных при различном освещении

На изучаемом этапе роста расте-
ний влияние режимов освещенности
на ширину сеянца незначительно (рису-

нок 7). Однако хорошо прослеживается
видоспецифичность морфологических
показателей каждого растения.

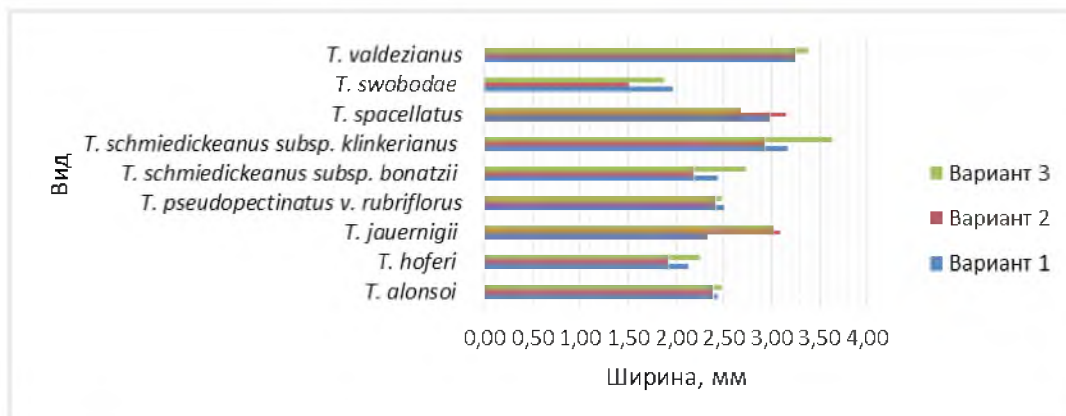


Рис. 7. Средняя ширина сеянцев, выращенных при различном освещении

Наибольшую всхожесть имели се-
мена *Turbinicarpus*, прораставшие при

освещении вариантом 3 (Рисунок 8). Ва-
рианты 1 и 2 оказали схожее действие.

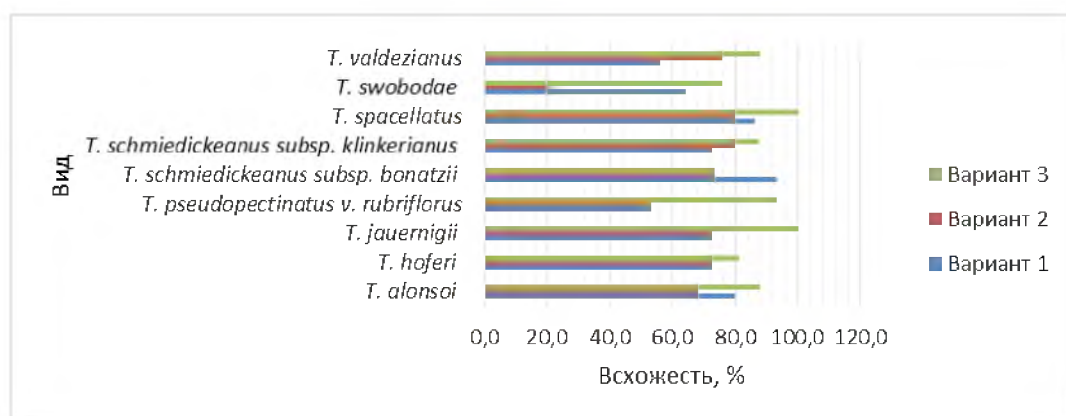


Рис. 8. Всхожесть сеянцев, выращенных при различном освещении

Таким образом, на данном эта-
пе исследований можно рекомендо-
вать варианты режимов освещения
для наиболее удачного культивирова-
ния представителей рода *Turbinicarpus*
в оранжерейной культуре, а также схе-
мы режимов освещения в зависимости
от фазы развития растения. Наиболь-
ший интерес представляет показатель
длины самого длинного корня, так как
наличие хорошо развитой корневой
системы является залогом быстрого ро-

ста, развития и последующего размно-
жения растения. Так, для проращивания
наиболее эффективным является вари-
ант освещения 3 (обычные люминес-
центные лампы NARVA LT 30WT/760–010,
световой поток 1950 лм), а для последую-
щего роста наиболее приемлемым —
вариант освещения 1 (светодиодные
светильники для растений (фитолампа)
ULI-P11–35W/SPFR с кремиевым свече-
нием и фотосинтетическим фотонным
потоклом 39 мкмоль/с).

Список литературы

1. Aksenova N.P. Morphogenesis of Potato Plant *in vitro*. I Effekt of light quality and hormones / N.P. Aksenova, T.N. Konstantinova, L.I. Sergeeva, I. Machachkova, S.A. Golyanovskaya // J. Plant Growth Regul. — 2014. — V. 13. — P. 143–146.
2. Ходаева В.П. Продуктивность оригинального семенного материала в зависимости от способа размножения оздоровленного картофеля / В.П. Ходаева, В.И. Куликова // Достижения науки и техники АПК. — 2009. — № 9. — С. 18–19.
3. Yorio N.C., Goins G.D., Kagie H.R., Wheeler R.M., Sager J.C. 2001. Improving spinach, radish, and lettuce growth under red lightemitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. Hort Science, 2001. V. 36. — N2. — P. 380–383.
4. Ушакова С.А. Влияние спектра излучения светодиодных облучателей на рост и развитие различных сортов растений сои в условиях интенсивной светокультуры / С.А. Ушакова, Я.А. Григорашенко, В.Н. Шихов, В.Е. Чернов, А.А. Тихомиров // Вестник КрасГАУ, 2016. № 7. С. 28–35.

Формирование устойчивых придорожных сообществ высокой эстетической и ботанической ценности на модельных объектах особо охраняемых природных территорий

Спиридович Е. В.¹, Шутова А. Г.¹, Шиш С. Н.¹, Решетников В. Н.¹
Станкевич Т. В.², Ежова О. С.², Люштык В. С.², Вознячук И. П.³, Степанович И. М.³,
Ефимова О. Е.³, Голушко Р. М.³

¹ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск, Беларусь,
e-mail: e.spiridovich@cbg.org.by

²Государственное природоохранное учреждение Национальный парк
«Нарочанский», Минск, Беларусь, e-mail: st.tanya@tut.by

³ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН
Беларуси», Минск, Беларусь, e-mail: ira.kalanda@gmail.com

Резюме. Впервые в РБ предлагается создание высокоэстетических экспозиций на придорожных территориях на основе природных растительных сообществ (фитоценозов). В 2016–2019 гг. на четырех ключевых участках (КУ) дороги Р-28 на территории НП «Нарочанский» описаны растения местной флоры, повышающие эстетику придорожных территорий, среди них выявлены редкие и охраняемые виды; проведено сохранение и приумножение их в природных условиях и в коллекциях ЦБС. Организован сбор семенного материала для создания банка семян травянистых растений луговой флоры. Проводятся мониторинг и наполнение атрибутивной информацией базы геоданных по мероприятиям реализуемого проекта.

Summary Spirydovich E. V., Shutava A. G., Shush S. N., Reshetnikov V. N., Stankevich T. V., Yezhova O. S., Lyushtyk V. S., Voznyachuk I. P., Stepanovich I. M., Efimova O. E., Golushko R. M. **Formation of sustainable roadside communities of high aesthetic and botanical value on model objects of specially protected natural territories.** The creation of highly aesthetic expositions in roadside territories on the basis of natural plant communities (phytocenoses) is proposed for the first time in the Republic of Belarus, which. In 2016-2019 on four key sections (KU) of the R-28 road in the territory of NP Narochansky, local flora plants that enhance the aesthetics of roadside

territories are described, among them rare and protected species have been identified; their conservation and augmentation in natural conditions and in the collections of the central circulation center was carried out. collection of seed material to create a seed bank of grassy plants of meadow flora is organized. Monitoring and filling out geodatabase of attributive information on the activities of the implemented project are carried out.

Интерес к обочинам дорог как среде обитания природных видов растений и животных появился и начал активно развиваться в 1980–90-х годах в северной Европе. Пионерские эксперименты, проведенные на придорожных территориях, впоследствии переросли в целое движение. В Англии проведены исследования, показавшие, что более 700 видов природной флоры и половина всех видов растений Британских островов имеют местообитания вдоль обочин дорог, в ряде исследований отмечен рост активности и привлечение опылителей на этих участках (Ries, L., Debinski, D.M. and Wieland, M.L., 2001; Hopwood J.L., 2008), в других — снижение численности инвазионных видов растений, в том числе крайне агрессивных (Harper-Lore, B. and Wilson, M. eds., 2000). Комиссией Природного Наследия Шотландии составлены детальные рекомендации по эффективному управлению биоразнообразием вдоль обочин (Heritage, Scottish Natural, 2013). Успешные примеры реализации проектов по реставрации, восстановлению экосистем придорожных территорий с использованием природных видов растений осуществлены в США (Karim, M. N. and Mallik, A. U., 2008). В работах Akbar, K. F., Hale, W. H. G., and Headley, A. D. (2003), Crossley, J. (2010), Scottish Natural Heritage Commissioned Report (2013) показано положительное влияние восстановления придорожных полос на различные компоненты окружающей среды и отмечено, что увеличение биологического разнообразия, повышение эстетической и ботанической ценности придорожных экосистем является

важной природоохранной целью и повышает благосостояние регионов.

Объекты исследования — декоративные, редкие и охраняемые виды, местонахождение которых приурочено к придорожным растительным сообществам дороги Р-28 на территории НП «Нарочанский». Изучение жизненности выявленных популяций редких видов оценивалось по методике мониторинга охраняемых видов растений [1]. Для ряда видов осуществлялся сбор семян или частей растений для пополнения банка семян [2] и коллекции *in vitro* [3]. Ваучерные образцы хранятся в гербарии Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH).

формирование флористических ландшафтов вдоль дорог на основе использования методов выявления, внедрения и восстановления цветущих природных видов растений способствует сохранению и увеличению биологического разнообразия и при этом повышению эстетической и ботанической ценности придорожных экосистем.

Для обоснования данной идеи в качестве экспериментальных площадок были отобраны четыре пилотных участка придорожной полосы автомагистрали Р-28 на отрезке г. Мядель — курортный поселок Нарочь. В ходе исследований 2016–2019 гг. было показано, что естественный эстетический потенциал придорожной растительности вдоль автомагистрали Р-28 на модельных участках значителен: 42 вида растений оцениваются 4–5 баллами (высокой и очень высокой эстетической ценности) и более 30–3 баллами (средней эстетической ценности). Среди высокодекоративных видов выявлено 4 ред-

ких вида: осока птиценожковая (*Carex ornithopoda* Willd.) — исчезающий вид (EN), II категория национального природоохранного статуса, горечавка крестовидная (*Gentiana cruciata* L.) — уязвимый вид (VU), III категория; пальчатокоренник балтийский (*Dactylorhiza baltica* (Klinge) N.I. Orlova) — в списке профилактической охраны РБ; ветреница лесная (*Anemone sylvestris* L.) — потенциально уязвимый вид (NT), IV категория. Местообитание *Carex ornithopoda*, *Dactylorhiza baltica* и *Gentiana cruciata* — южная экспозиция придорожной полосы дороги Р-28, проходящей в положении «выемка», в условиях ксерофитных остепненных луговых сообществ с можжевельником редколесьем на одном из ключевых участков.

Для полноценного обеспечения ключевых площадок материнским биологическим материалом, а также для пополнения коллекций ботанического сада новыми видами аборигенных декоративных растений на территории НП «Нарочанский» организован сбор семян. Собранные семена дикорастущих видов сильно отличаются от семян культурных растений: большей частью они мелкие, часто с затрудненным прорастанием (из-за наличия покоя, обусловленного плотной кожурой, недоразвитием зародыша и др.), они весьма неоднородны по морфологическим и физиологическим показателям на внутри- и межпопуляционном уровнях. Изученность анатомии, морфологии и биологии семян дикорастущих видов (особенно эндемиков и редких видов) недостаточна: по большинству видов нет данных по размерам и массе семян, по оптимальным режимам определения лабораторной всхожести, по продолжительности покоя и условиям выхода из него и др. [2]. Для среднесрочного и долгосрочного хранения семян необходимо проведение ряда процедур — их необходимо высушить, а затем хранить при правильном ба-

лансе температуры и влажности [2]. Для среднесрочного и долгосрочного хранения семян использовались разработанные регламенты обработки материала перед закладкой на хранение. В 2017–2019 гг. действующий банк семян (материальная база сформирована в 2016 г.) был пополнен 3,78 кг семян 28 видов растений. Все необходимые условия для хранения семян обеспечены.

На созданном питомнике НП «Нарочанский» по размножению растений и в теплицах ЦБС выращивался материал для последующего озеленения ключевых участков: КУ-1 «Симоны», КУ-2 «Теляки», КУ-3 «Никольцы».

КУ-1 «Симоны» и КУ-2 «Теляки» — ксеромезофитный луг, открытая пестроцветная луговина на фоне глади озера Нарочь. Вся площадь выбранного участка находится рядом с автопарковкой и предлагается для демонстрации природного биоразнообразия с упором на эстетическое восприятие участка в целом с постепенным переходом тонов. Для целей усиления цветных пятен растущих там видов и озеленения нарушенного слоя в теплицах ЦБС и дендрсада НП Нарочанский выращен посадочный материал декоративных аборигенных видов, которые высаживались по разработанной схеме.

КУ-3 «Никольцы» представляет собой болотную экосистему, в которой как основные виды содоминируют камыш лесной (*Scirpus sylvaticus*) (проективное покрытие 60%), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*) (проективное покрытие 30%), рогоз широколистный (*Typha latifolia*) (проективное покрытие 35%), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*) (проективное покрытие 50%, обилие $Сор_2$). Из красивоцветущих следующие виды: калужница болотная (*Caltha palustris*), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*), паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara*).

В целях повышения декоративности растительного покрова по кромке болота в 2017–2018 гг. дополнительно посажены: касатик желтый (*Iris pseudacorus*) с сопутствовавшими ему осокой заостренной (*Carex acutiformis*) — 2 экземпляра — и айром (*Acrus calamus*) — 1 экз. — 15 особей; касатик сибирский в пределах ассоциации *Scirpetum silvatici* (subass.

S. s. lysimachietosum vulgaris) — 8 шт.; дербенник иволистный — 10 шт.; синюха голубая (*Polemonium caeruleum*) — 10 шт; в 2018 г. на участке, предназначенном для озеленения, были высажены растения для повышения декоративности участка. Перечень высаженных растений приведен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень растений, высаженных на КУ-3

№ п/п	Вид растений	Количество, шт	Источник растительного материала	Примечание
	Коровяк черный (<i>Verbascum nigrum</i> L.)	185	ЦБС НАН Беларуси	Семена с территории НП «Нарочанский» сбор 2017 г.
	Коровяк медвежье ухо (<i>Verbascum thapsus</i> L.)	35		
	Буквица лекарственная (<i>Betonica officinalis</i> L.)	120	Питомник дендросада	
	Синюха голубая (<i>Polemonium caeruleum</i>)	40		
	Пальчатокоренник мясо-красный (<i>Dactylorhiza incarnata</i>)	3	Резерват дендросада	
	Пальчатокоренник балтийский (<i>Dactylorhiza baltica</i> (Klinge) N. I. Orlova)	2	Резерват дендросада	

Т. о., для сохранения природных видов создан банк семян декоративных и редких растений, собранных на генетических резерватах НП «Нарочанский»; введены в культуру *in vitro* 3 образца редких декоративных видов: пальчатокоренник балтийский (*Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski), пальчатокоренник мясо-красный (*Dactylorhiza incarnata*) семейства Орхидные (Orchidaceae), горечавка крестовидная (*Gentiana cruciata* L.) семейства Горечавковые (Gentianaceae), полевые коллекции пополнены новыми видами декоративных и редких растений участков придорожных полос; из семян в 2017–2019 гг. выращена рассада редких и декоративных растений для озеленения ключевых участков (КУ) придорожных полос; проведена оценка параметров роста и развития растений; разработана технологическая карта по уходу за ра-

стениями на ключевых придорожных участках. На ключевых участках регулярно посредством рабочих встреч и полевых выездов проводились анализ и проработка системы управления территориями для ухода и поддержания растительных сообществ высокой эстетической и ботанической ценности, а также актуализированы базы геоданных в геоинформационной системе проекта на основе программных решений от компании ESRI — ArcGISDesktop (v. 10.3.1); выполнено заполнение базы геоданных по деятельности реализуемого проекта.

Оптимальным направлением для разработки стратегий сохранения декоративных и редких природных видов является интегрированный научный подход, сочетающий применение *in situ* и *ex situ* сохранение: полевые коллекции, банки семян и биотехнологи-

ческие приемы культуры *in vitro*. Все это позволит рациональное управление образцами коллекции для эффективного использования при озеленении придорожных полос, а также восстановлении исчезающих популяций и ви-

дов *in situ*, уместно использование ГИС-технологий для документирования и мониторинга природных редких видов, вновь воссоздаваемых популяций, обмен информацией [4–6].

Список литературы

1. Пугачевский, А. В., Вознячук И.П., Семеренко Л.В. Программа и методика организации и проведения мониторинга охраняемых видов растений в Республике Беларусь: Методическое пособие / А.В. Пугачевский, И.П. Вознячук, Л.В. Семеренко. — Минск: Право и экономика, 2011. — 48 с.

2. Николаева, М.Г. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян / М.Г. Николаева, В.Л. Тихонова, Т.В. Далецкая. — Консервация генетических ресурсов. Информ. материал. Пушино: Пушинский НЦ РАН, 1992. — 36 с.

3. Асептическая коллекция и банк ДНК Центрального ботанического сада НАН Беларуси как эффективные инструменты сохранения редких растений / Е.В. Спиридович, Т.И. Фоменко, А.Б. Власова, О.Н. Козлова, И.Ф. Вайновская, А.Н. Юхимук, С.М. Кузменкова, О.А. Носиловский, В.Н. Решетников // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. — 2017. — № 3. — С. 117–128.

4. Спиридович Е.В., Власова А.Б., Шутова А.Г., Вайновская И.Ф., Решетников В.Н., Вознячук И.П., Степанович И.М., Ефимова О.Е., Голушко Р.М., Станкевич Т.В., Ежова О.С., Люштык В.С. Сохранение редких видов травянистых растений придорожных фитоценозов в условиях *in situ* и *ex situ* // Перспективы фитобиотехнологии для улучшения качества жизни на Севере: Материалы III научно-практической конференции с международным участием и Научной школы по клеточной биотехнологии. — 2018. — С. 176–179.

5. Вайновская И.Ф., Чижик О.В., Власова А.Б., Спиридович Е.В. Введение в культуру *in vitro* редкого вида *Gentiana cruciata* L. // Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология: тезисы докладов XI Международной конференции (23–27 сентября 2018, Минск, Республика Беларусь). Минск: Медисонт. — 2018. — С. 32–33.

6. Shutava H. Application of decorative native plants of Belarus for landscape gardening / H. Shutava, S. Shysh, A. Spiridovich // 10th International conference «Baltic Sea region Botanic garden conference: Botanic gardens in the 21 century: among education, science and business», 14–16 June, Klaipeda. — P. 21–22.

Diversity and dynamics of wet meadows (*Molinietalia caeruleae*, *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi*) and sedge-bed marsh (*Magnocaricetalia*) vegetation in Kiaulyčia Botanical-zoological Preserve (Žuvintas Biosphere Reserve, Lithuania)

Balsevičius A.¹, Narijauskas R.¹, Pranaitis A.² & Norkevičienė E.³

¹Botanical Garden, Vytautas Magnus University, Kaunas (Lithuania),
e-mail: arunas.balsevicius@vdu.lt

²Žuvintas Biosphere Reserve Directorate, Alytus distr. (Lithuania),

³Department of Grass Breeding, Institute of Agriculture, Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Kėdainiai distr. (Lithuania).

Summary. Balsevičius A., Narijauskas R., Pranaitis A. & Norkevičienė E. **Diversity and dynamics of wet meadows (*Molinietalia caeruleae*, *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi*) and sedge-bed marsh (*Magnocaricetalia*) vegetation in Kiaulyčia Botanical-zoological Preserve (Žuvintas Biosphere Reserve, Lithuania)** The abandonment of wet meadows and sedge-bed marsh is taking place widely in Europe. These processes of vegetation dynamics are typical in all protected wetland areas of Lithuania, where, due to Soviet nature conservation practice, farming activity was prohibited. In 2011, before starting of nature management in Žuvintas Biosphere Reserve, a monitoring of vegetation dynamics initiated. Literature data and monitoring plot analysis show that the main changes occurred due to the hay meadows and sedge-bed marsh falling into neglect. Many areas were abandoned around 1965. Nature management has been started, since 2003. In our research, we tried to determine ongoing the qualitative processes of vegetation dynamics influenced by mowing.

Semi-natural grasslands' ecosystem is very rich in biodiversity in temperate regions of Europe (Wilson et al. 2012; Dengler et al. 2014; Chytrý et al. 2015). Meadows, due to mowing and grazing or a mix of farming management developed and were stable for centuries. In central Europe, semi-natural meadows have been playing an important role in agricultural landscapes, since ancient times (Hájková et al. 2011) and traditional management like mowing and grazing applied on grasslands was the key factor for their development. However, as a result of land use and changes in farming intensity, thousands of hectares of grasslands have been destroyed or their biological diversity worsened in the latest decades (Wesche et al. 2012). Decrement of semi-natural grasslands is caused by intensification of management or their abandonment (Bonaria et al. 2017). These processes of vegetation dynamics are typical in all protected wetland areas of

Lithuania, where, due to Soviet nature conservation practice, farming activity was prohibited. Nowadays, protected wetlands within southwestern Lithuania are perhaps the only areas where mowing of the vegetation of *Molinietalia caeruleae*, *Magnocaricetalia* takes place. Žuvintas Reserve was the first protected area established in Lithuania in 1937 (Linkevičienė et al. 2007). In 2002, Žuvintas Reserve was reorganized to Žuvintas Biosphere Reserve after connection of adjacent territories to it. The total area of the Biosphere Reserve is 18490 ha. Nature reserve is situated in the south-western Lithuania. Žuvintas wetland embraces shallow eutrophic Žuvintas Lake and surrounding areas which were formed when the lake shrunk in size by 5.5 times (Stoškus et al. 2013). Since 2004, Biosphere reserve has Natura 2000 status. Kiaulyčia botanical-zoological preserve is within south part of Žuvintas Biosphere Reserve and it encompasses an area of 730.4 ha.

Syntaxonomical checklist of tall sedge and wet meadows plant communities of Žuvintas wetland prepared by using information from two Žuvintas monographs (Šarkinienė 1963; Malakauskienė 1968; Šarkinienė, Trainauskaitė 1993; Venckus 1993), unpublished A. Balsevičius data (1996–1999) as well as materials of vegetation monitoring (2011–2015). During investigations gathered and published phytocoenological relevés included into vegetation database of south-western Lithuania (PHYTOSUD) and entered in the TURBOVEG database. Vegetation monitoring carried out in 2011, 2013, 2015 and 2017. To monitor vegetation dynamics 31 botanical monitoring plots were distinguished in the field. The phytosociological relevés of the vegetation and classification of communities follow traditional principles of the floristic-phytosociological approach (Braun-Blanquet 1964). Plant communities described in the plots of 10–100 m² area taking into consideration their occupied contours. Names of higher-ranked syntaxa and composition followed by Mucina et al. (2016). Nomenclature of plant species

applied following Gudžinskas (1999). In 2011–2015, mapping of plant communities was carried out for calculating areas of the vegetation contours. Vegetation mapped at the association level. Orthographic maps of 2010 (M 1:15 000, 1:12 000, 1:85 00, 1:80 00, 1:55 00) employed for investigations and mapping. The geographic coordinates were set up manually by the “Garmin Etrex 12” GPS receiver and linked to the Lithuanian coordinate system – LKS 94. Mapping and contouring of each plant community carried out by using a GPS. Maps prepared and plots’ area of the plant communities calculated by program ArcGIS 10.1.

Syntaxonomical diversity of *Molinietia caeruleae*, *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi* and *Magnocaricetalia* orders. Investigations showed that wet meadows of Kiaulyčia botanical-zoological preserve belong to two orders of the *Molinio-Arrhenatheretea* class: *Molinietalia caeruleae* and *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi*. Sedge-bed marsh vegetation belongs to the *Magnocaricetalia* order of the *Phragmito-Magnocaricetea* class. (Table 1).

Table 1. Syntaxonomical checklist of *Molinietalia caeruleae*, *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi* ir *Magnocaricetalia* orders vegetation of Kiaulyčia botanical-zoological reserve.

Class, order, alliance	Asociation
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Tx. 1937	
<i>Molinietalia caeruleae</i> Koch 1926	
<i>Molinion caeruleae</i> Koch 1926	<i>Selino carvifoliae-Molinietum caeruleae</i> Kuhn 1937, <i>Galio veri-Molinietum</i> Kącki 2007
<i>Calthion palustris</i> Tx. 1937	<i>Carex disticha</i> community, <i>Caricetum cespitosae</i> Steffen 1931, <i>Cirsietum rivularis</i> Nowiński 1927, <i>Filipendulo ulmariae-Geranium palustris</i> Koch 1926
<i>Deschampsion cespitosae</i> Horvatić 1930	<i>Poo palustris-Alopecuretum pratensis</i> Shelyag-Sosonnko et al. 1985, <i>Poo trivialis-Alopecuretum pratensis</i> Regel 1925
<i>Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi</i> Passarge 1975	
<i>Filipendulion ulmariae</i> Segal ex Westhoff et Den Held 1969	<i>Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae</i> Balátová-Tuláčková 1978
<i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novák 1941	
<i>Magnocaricetalia</i> Pignatti 1953	

<i>Magnocaricion elatae</i> Koch 1926	<i>Calamagrostietum strictae</i> (Steffen 1931) Totpa 1956, <i>Caricetum appropinquatae</i> Aszód 1935, <i>Caricetum elatae</i> Koch 1926, <i>Peucedano palustris-Caricetum lasiocarpae</i> Tüxen ex Balátová-Tuláčková 1972
<i>Magnocaricion gracilis</i> Géhu 1961	<i>Caricetum distichae</i> Nowiński 1927, <i>Caricetum gracilis</i> Savič 1926, <i>Caricetum ripariae</i> Máthé et Kovács 1959, <i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931

Nature management measures.

Current wet grasslands were grazed and mowed in the last century. Meadows confined to more humid soils were only mowed. There grazing was impossible due to waterlogged conditions. Here sedges were mowed for hay to horses and cows, and reeds – only for cows. Mowing was traditionally applied in the second half of the summer when the wetland got drier, but hay cones were often loaded in higher places and removed from the area in winter. Pastures were only on wetland fringes, both lakes' and rivers' shores. Until 1951, a major part of the territory mowed by hand and later – by tractors. Fringes of Žuvintas Lake abandoned around 1965, and drier areas were taken for horse pasture. In the wetland, sedgy areas mechanically mowed almost every year until the 1980s. The first scientific botanical phytocoenological relevés of the wetland vegetation carried out in 1960–1962; therefore the botanical diversity of the wetland described in the monograph was formed in the context of traditional extensive farming (Malakauskienė, 1968). The restoration, management, and maintenance of wet meadows and sedge-bed marshes started in 2003. Shrubs removed between 2003 and 2011, and a regular mowing started in the territory in 2013. Among the first habitat restoration works is the removal of black alder and willows. These works carried out mainly at the end of the summer and in autumn when low water levels or during winter when ice cover is formed. Woody plants eliminated by brush cutters and motor saws. In the area, cut scrub and trees re-established themselves, therefore stubble choppers employed

for the removal of offshoots and splitting of small, up to 10 cm in diameter stumps. Other habitat maintenance measures are late mowing and reed cutting in the winter. Sedge-bed marshes always mowed late – from July 15 until the end of September when a low groundwater level. In arid years of 2014–2015, during nature management works the level of groundwater was averagely 32 cm below the wetland surface. For grass mowing, hay rolling, pressing and transportation double-wheeled machines were employed.

Dynamics of *Magnocaricetalia* plant communities. In 2011–2015, in Kiaulyčia botanical-zoological preserve, plant communities of 8 associations were distinguished. In the territory plant communities belonging to the *Phragmito-Magnocaricetea* class prevailed and distributed in the area of 184.52 ha. Reeds predominated and the communities from *Magnocaricetalia* order covered only small plots within the territory. According to attained dominancy these communities distributed as follows: *Caricetum distichae* (14.75 ha), *Caricetum appropinquatae* (6.72 ha) and *Caricetum elatae* (4.57 ha). In 2011–2015, there were no changes in coverage recorded in plant communities. Only in 2017, mowed plots with *Phragmitetum australis* were replaced by *Caricetum elatae* communities with the admixture of *Phragmites australis* in the studied area.

Dynamics of *Molinietalia caeruleae* and *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi* plant communities. In 2011, 7 associations of *Molinietalia caeruleae* and *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi* were distinguished. *Molinietalia caeruleae*

and *Filipendulo ulmariae-Lotetalia uliginosi* occupied areas of 14.80 ha. Large areas (5.45 ha) were occupied by the *Carex disticha* (*Calthion palustris*) phytocenoses. The central elevated conformation parts of the wetland were covered by the *Selino carvifoliae-Molinietum caeruleae* (4.83 ha). The *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* (2.06 ha) were located on the very fringe part of the wetland which from the lakeside was contiguous with the communities comprised by forbs of helophytes or tall sedges, but from the slope of a lake pit side, it verged with neglected fields and cultivated meadows. In alike habitats the *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum* (0.77 ha) was distinguished. Other communities from the *Molinio-Arrhenathereta* were distributed patchily in the studied territory.

In 2015, it was recorded that after mowing in 2013, few monodominant plant community plots of *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae* phytocenoses vanished, and other ones transformed into a species richer *Filipendulo-Geraniatum palustris* community. Since 2013, mowed contour covered by *Phragmitetum australis* was replaced by *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae*. After carrying out of additional researches in the studied territory in 2017, it was determined that mowing in previously abandoned areas helped to re-establish *Galio veri-Molinietum caeruleae* association communities. These plant communities formerly were described in the same area in 1996. Due to abandonment, these restored phytocenoses had been replaced by *Carex disticha* communities (*Calthion palustris*), *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae* and *Cirsietum rivularis* but after mowing it re-established in the territory. Nearly entire *Gentiana pneumonanthe* population has vanished since 1996 in the area. In 2011, a small number of endangered species individuals recorded in *Galio veri-Molinietum caeruleae* communities. After initiation of mowing and disturbance of turf, the population of

Gentiana pneumonanthe re-established there in 2015. In 2017, *Caricetum cespitosae* observed in the same area as they were described in 1996. These phytocenoses were replaced by *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae* or *Cirsietum rivularis* (in few cases by *Carex disticha* phytocoenon).

The results of the vegetation monitoring show what succession takes place after the planned nature management measures as well as the speed and volume of successions. Monitoring, and in particular the vegetation mapping, allow us to ascertain the effectiveness of the nature management measures, and also allow us to select the most appropriate measures for the initiation of desired succession. Kącki and Hejduk (2010) pointed out that meadow communities in Europe are decreasing and they are on the verge of extinction. The diversity of meadow communities is determined by many factors, including current and historical farming. According to Sendžkaitė et al. (2007), in recent decades, the demand for herbaceous feed declined, therefore natural and semi-natural meadow communities are in danger in Lithuania. Greater probability of survival has meadow communities with sufficiently productive and agronomically valuable herb layer. However, meadows which produce little vascular plants' phytomass are important too in point of view of biodiversity conservation, for example, *Molinietum caeruleae* s.l. Therefore, it is very important to monitor and to ascertain the state of natural grasslands, to leave areas for conservation of biodiversity and to select the appropriate ways of their use.

From 1960 to 2011, the vegetation of the Kiaulyčia botanical-zoological Preserve was significantly changed due to abandonment and drainage melioration. In 1960, reed beds were found only along the ditches (Malakauskienė, 1968). In 2011, these plant communities became predominant within the reserve area. The

reeds mostly invaded plots of *Caricetum elatae* and *Caricetum appropinquatae*. Since 2011, the mowing of reed bed fringes initiated processes of a secondary restorative succession in the territory. The results showed that mowing influenced *Phragmitetum australis* transformation into *Caricetum elatae*: in 2015, there not only *Carex elata* started to flourish, which was overgrown by reeds, but new juvenile individuals of this sedge recorded in the area. Plant communities of the *Carex elata* covered this area before. Thus, mowing gave a good favourable impact on vegetation changes in Kiaulyčia botanical-zoological Preserve because of regeneration of plant communities, which were wildly distributed in the territory some time ago. In 2017, *Caricetum elatae* communities with admixture of *Phragmites australis* formed in the studied area. After seven years, as a result of mowing, tall sedge communities re-established themselves in the territory. After six years, due to reed mowing, their projective coverage fell to 30 %, and sedge coenopopulations started to thrive and formed a continuous carpet.

Molinion caeruleae meadows, due to cessation of mowing, are vanishing, but *Selino carvifoliae-Molinietum caeruleae* phytocoenoses are more tolerant for abandonment. It has been determined that these phytocoenoses can be stable

without any farming activity for 50 years, however some unmowed plots are being replaced by *Carex disticha* phytocoenon (*Calthion palustris*) communities. *Galio veri-Molinietum caeruleae* association communities which are confined to drier habitats are less resistant to abandonment and they without mowing and grazing disappear within 50 years. *Galio veri-Molinietum caeruleae* plant communities are occupied by forbs phytocoenoses (*Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae* and *Cirsietum rivularis*) or sedges (*Carex disticha* phytocoenon). It has been determined that within 4 years of mowing *Galio veri-Molinietum caeruleae* re-establish themselves in the studied area. Purple moor-grass meadows are species-rich and develop under specific conditions. In the European Union, these meadows are under protection. Kącki and Hejduk (2010) determined that *Molinion caeruleae* meadows are richer in species under ongoing succession. Therefore, only mowing can increase the diversity of plant species and stop plant succession.

Acknowledgments. The results presented in this paper were obtained with financial support from the project "Securing Sustainable Farming to Ensure Conservation of Globally Threatened Bird Species in Agrarian Landscape (Baltic Aquatic Warbler)" (LIFE09 NAT/LT/000233).

References

1. Bonaria G., Fajmon K., Malenovski I., Zelený D., Holuřaf J., Jongepierová I., Kočárek P., Konvička O., Uříčář J., Chytrý M. Management of semi-natural grasslands benefiting both plant and insect diversity: The importance of heterogeneity and tradition. *Agric Ecosyst Environ*, 2017, 246:243–252.
2. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde* 3. Springer-Verlag, Wien, 1964.
3. Chytrý M., Dražil T., Hájek M., Kalníková V., Preislerová Z., Šibík J., Ujházy K., Axmanová I., Bernátová D., Blanár D., Dančák M., Dřevojan P., Fajmon K., Galvánek D., Hájková P., Herben T., Hrivnák R., Janeček Š., Janišová M., Jiráská Š., Kliment J., Kochja-

rová J., Lepš J., Leskovjanská A., Merunková K., Mládek J., Slezák M., Šeffler J., Šefflerová V., Škodová I., Uhlířová J., Ujházyová M., Vymazalová M. The most species-rich plant communities in the Czech Republic and Slovakia (with new world records). *Preslia*, 2015, 87:217–278.

4. Dengler J., Janišová M., Török P., Wellstein C. Biodiversity of Palaeartic grasslands: a synthesis. *Agric Ecosyst Environ*, 2014, 182:1–14.

5. Gudžinskas Z. Lietuvos induočiai augalai. Vilnius, 1999.

6. Hájková P. MCG05 *Caricetum diandrae* Jonas 1933. In: Chytrý M (ed) *Vegetace České republiky. 3. Vodní a mokřadní vegetace*. 2011. Praha, pp. 538–541.

7. Kącki Z., Hejduk D. M. Assessment of Biodiversity in *Molinia* Meadows in Kampinoski National Park Based on Biocenotic Indicators. *Polish J of Environ Stud*, 2010, 19, 2:351–362.

8. Linkevičienė R., Taminskas J., Šimanauskienė R. Protected areas in regions of intensive economical activity: conflict of nature protection and nature use (case study of Dovinė river catchment). *AGD Landscape & Environment*, 2007, 1 (1):43–56.

9. Malakauskienė O. Geobotaničeskij obzor nizinnovo bolota Žuvintas. In: Zajančauskas P. (ed) *Zapovednik Žuvintas*. Vilnius, 1968, pp. 83–98.

10. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J. P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Garcia R. G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Fred J. A., Daniēls F. J. A., Bergmeier E., Guerra A. S., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J. H. J., Lysenko T., Didukh Y. P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H. E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S. M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Appl Veg Sci*, 2016, 19 (1):3–264.

11. Šarkinienė I. Rytų ir Pietų Lietuvos TSR ežerų makrofitinės augalijos apžvalga. LTSR aukštųjų mokyklų mokslo darbai. *Biologija*, 1963, 3:161–185.

12. Šarkinienė I., Trainauskaitė I. Sovremennoye sostojaniye vodnoi makrofitnoi rasti- tel'nosti oz. Žuvintas. In: Kontrimavičius (red) *Zapovednik Žuvintas (itogi kompleksnovo issledovaniya 1979–1985 gg.)*. Vilnius, 1993, pp. 208–214.

13. Sendžikaitė J., Pakalnis R., Avižienė D. Pievų augalija istoriškai kintančiame Lietu- vos kraštovaizdyje. *Mokslo darbai. Liaudies kultūra*, 2007, 6 (117):16–24.

14. Stoškus A., Pranaitis A., Baublys B., Karpičius G., Korotkich P., Valskys V., Raščius G. Žuvinto ežero ir jo pakrantės gamtotvarkos plano pagrindžiamoji informacija. Publishing *Gamtotvarka*, 2013. <http://gamtotvarka.am.lt/plans/249.pdf>. Accessed 12 June 2018.

15. Venckus Z. Bolotnaya rastiitel'nost zapovednika. In: *Zapovednik Žuvintas*. Vilnius, 1993, pp. 187–207.

16. Wesche K., Krause B., Culmsee H., Leuschner C. Fifty years of change in Central European grassland vegetation: large losses in species richness and animal-pollinated plants. *Biol Conserv*, 2012, 150:76–85.

17. Wilson J. B., Peet R. K., Dengler J., Pärtel M. Plant species richness: the world re- cords. *J Veg Sci*, 2012, 23:796–802.

Влияние тяжелых металлов на распространение прибрежных растений малых рек

Боднар О. И., Андрусисин Т. В., Грубинко В. В., Ткач Н. М., Матеюк С. Н., Назар Е. М.
Тернопольский национальный педагогический университет
имени Владимира Гнатюка,
г. Тернополь, 46027, Украина; e-mail: bodnar_oi@yahoo.com.

Резюме. Исследовали накопление тяжелых металлов прибрежными растениями различных эколого-ценотических стратегий, произрастающих на затопляемых прибрежных участках малой реки. Выявлены закономерности аккумуляции тяжелых металлов прибрежными растениями в зависимости от типа их эколого-ценотической стратегии: CS-стратеги *F. pratensis* Huds. и *G. hederacea* L. накапливают Fe; CR-стратеги *U. dioica* L. и *P. major* L. имели самые низкие показатели накопления Fe, а *U. dioica* L. и *L. album* L. – наивысшие показатели содержания цинка; у представителей CR-CS-типа *A. lappa* L. и *A. millefolium* L. выявлено наивысшее содержание меди.

Summary. Bodnar O. I., Andrusyschin T. V., Grubinko V. V., Tkach N. M., Mateyuk S. N., Nazar E. M. **The influence of heavy metals on the distribution of coastal plants of small river.** We investigated the accumulation of heavy metals by plants of different coastal eco-cenological strategies growing in flooded coastal areas of the small river. The patterns of accumulation of heavy metals by coastal plants depending on the type of their ecological-cenological strategy are revealed: CS-strategists *F. pratensis* Huds. and *G. hederacea* L. accumulate Fe; The *U. dioica* L. CR strategists and *P. major* L. had the lowest Fe accumulation rates, while the *U. dioica* L. and *L. album* L. had the highest zinc levels; representatives of CR-CS-type *A. lappa* L. and *A. millefolium* L. revealed the highest copper content.

Биотическая составляющая водных экосистем, особенно растительность, — важное звено в миграции тяжелых металлов, поскольку установлена связь между составом организмов и химическим составом среды их обитания. Понимание закономерностей миграции тяжелых металлов в почве и в системе среда-растение может быть основой для прогнозирования и нормирования загрязнения растений, продуктов питания растительного происхождения и кормов животных, а также планирования защитных мероприятий на критически загрязненных территориях [1]. Растения также являются удобным и эффективным объектом для биомониторинга загрязнения природной среды, поскольку они первичные звенья трофической цепи и выполняют основную роль в поглощении загрязнителей, постоянно подвергаясь

их влиянию вследствие поглощения из почвы [2].

Установлено, что экосистема реки Збруч (49°56'04" сев. ш., 26°21'41" вост. д. — 49°53'36" сев. ш., 26°16'06" вост. д., левый приток реки Днестр, Украина) подвергается сильному антропогенному загрязнению, характеризуется высоким содержанием тяжелых металлов в ее абиотических и биотических компонентах, в связи с чем важно изучить не только особенности содержания металлов в растениях, но и проанализировать сродство к металлам у растений в зависимости от типа их эколого-ценотической стратегии.

Исследовали растения заливных лугов, которые характеризуются широким ареалом произрастания и являются доминантами фитоценозов прибрежной территории верховья р. Збруч [3].

Для исследования отбирали *Lamium album* L., *Urtica dioica* L., *Arctium lappa* L., *Plantago major* L., *Achillea millefolium* L., *Festuca pratensis* Huds., *Elytrygia repens* L., *Glechoma hederacea* L., *Taraxacum officinale* Webb. Ex Wigg. в мае-сентябре на расстоянии не более 50 см от течения реки. Минерализацию образцов биомассы осуществляли методом мокрого озоления в смеси азотной и хлорной кислот с добавлением пероксида водорода на последней стадии растворения растительного материала [5]. Содержание металлов определяли атомно-адсорбционным спектрофотометрическим методом (АСС-1) и выражали в мг на 1 кг сухой массы.

Для эколого-ценотической оценки отношения растений к металлам исследованные растения разделе-

ны на принадлежность к определенному типу адаптационной стратегии по Л.Г. Раменскому и Дж. Грайму — С-S-R (4). Исследуемые виды отнесены к следующим видам эколого-ценотических стратегий: *F. pratensis* Huds. и *G. Hederacea* L. — CS-тип, *U. dioica* L., *L. album* L. и *P. major* L. — CR-тип, *A. lappa* L. и *A. millefolium* L. — CR-CS-тип, *E. repens* L. — C-CR-тип, *T. officinale* Webb. — SR-тип [4, 6–7].

При анализе накопление тяжелых металлов в растениях в зависимости от типа их эколого-ценотических стратегий было установлено, что у CS-стратегов (*F. pratensis* Huds. и *G. hederacea* L.) больше, чем у представителей других типов, накапливается железо (рис. 1). Кроме этого, у *F. pratensis* Huds. и *G. hederacea* L. (рис. 2) в августе-сентябре накапливается марганец.

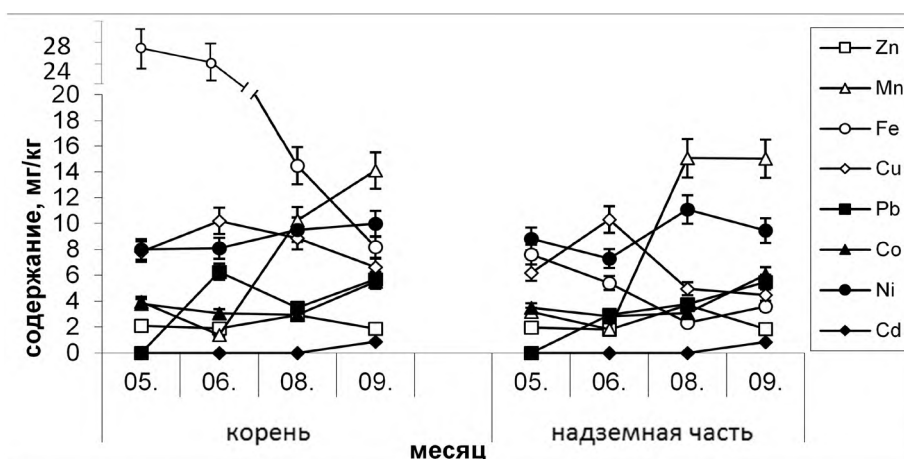


Рис. 1. Динамика содержания тяжелых металлов у *F. pratensis* Huds., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

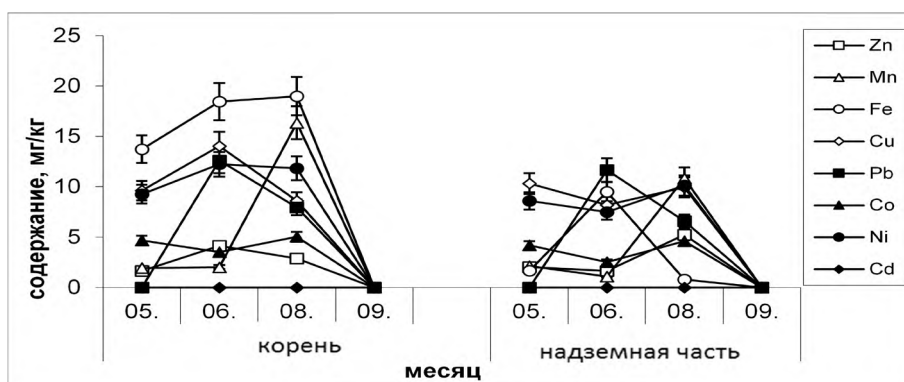


Рис. 2. Динамика содержания тяжелых металлов у *G. hederacea* L., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

У *U. dioica* L. и *P. major* L. (рис. 3 и рис. 5) – представителей стратегии CR-типа – выявлено самые низкие показатели содержания железа. Больше общих закономерностей в накоплении металлов

имеется у *U. dioica* L. и *L. album* L. (рис. 4) – у них в июне был зафиксирован высший, по сравнению с другими исследованными видами, уровень цинка, а в сентябре – кобальта и никеля.

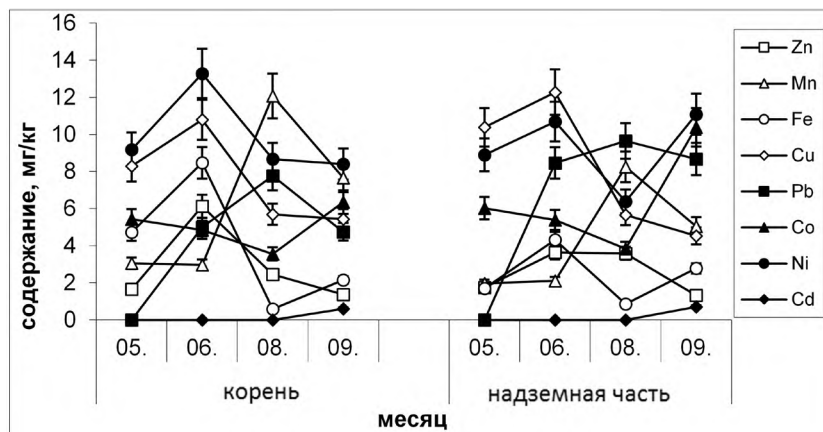


Рис. 3. Динамика содержания тяжелых металлов у *U. dioica* L., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

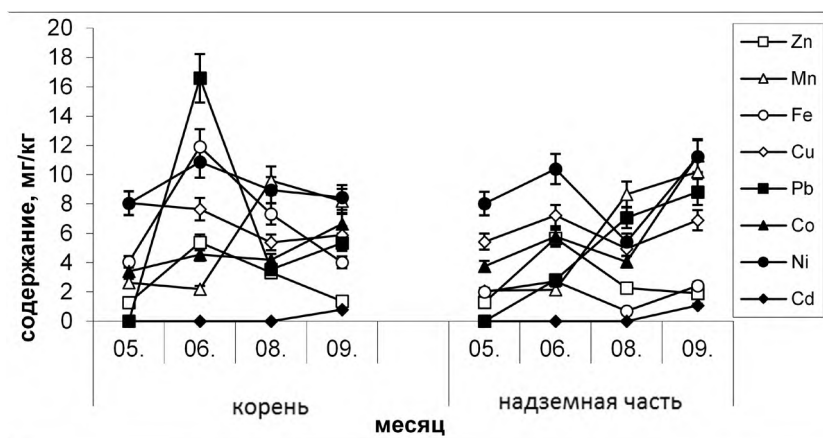


Рис. 4. Динамика содержания тяжелых металлов у *L. album* L., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

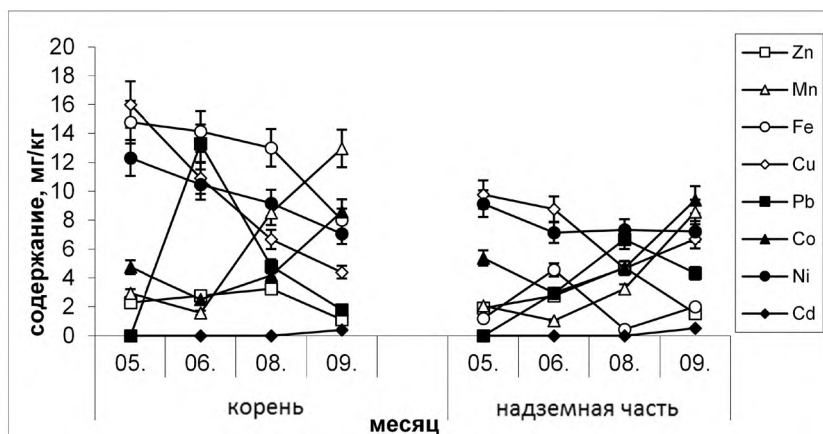


Рис. 5. Динамика содержания тяжелых металлов у *P. major* L., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

У представителей CR-CS-типа (*A. lappa* L. и *A. millefolium* L.) выявлено значительное содержание меди, что у *A. millefolium* L. (рис. 6) является одним из наивысших показателей среди исследованных видов растений. Также зафиксированы максимальные показатели содержания свинца у *A. lappa*

L. (рис. 7) в надземной части в июне, а у *A. millefolium* L. — в корневой системе в июле. Возможно, это связано с высокой скоростью накопления и способностью регулирования содержания металлов в вегетативной массе, поскольку чередуются пики накопления и снижения содержания этого металла.

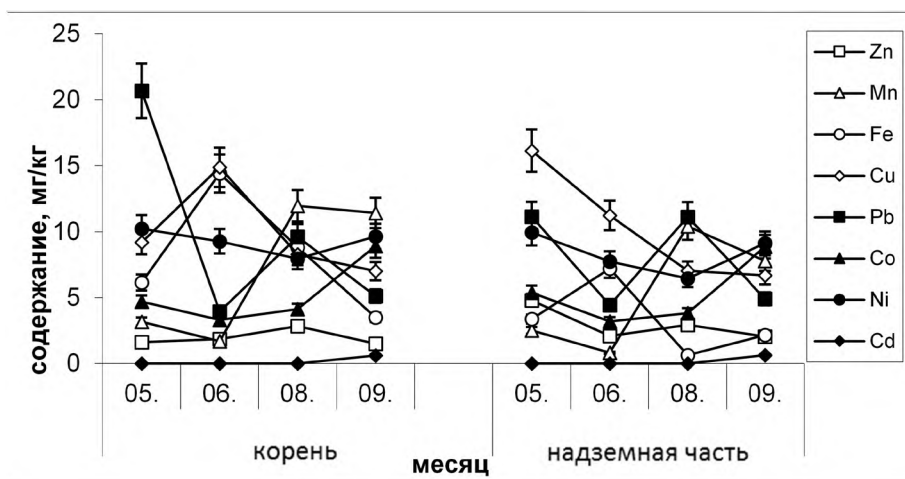


Рис. 6. Динамика содержания тяжелых металлов у *A. millefolium* L., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

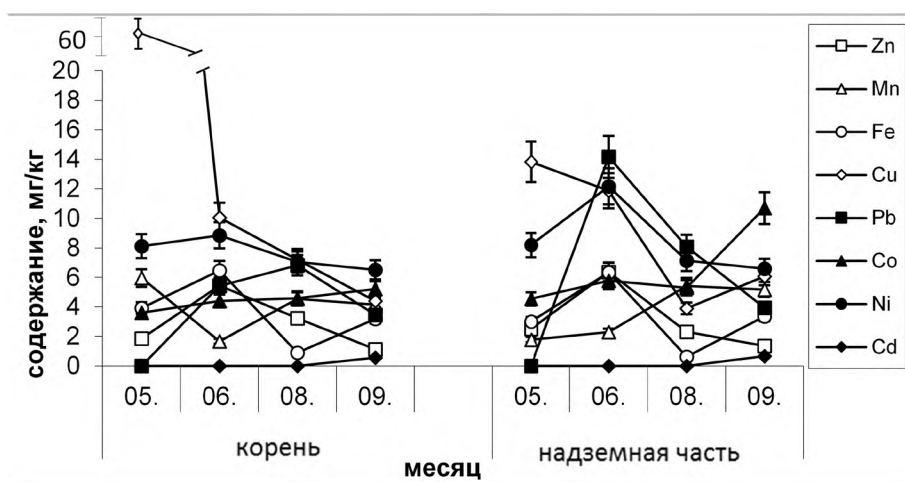


Рис. 7. Динамика содержания тяжелых металлов у *A. lappa* L., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

У *E. repens* L. (рис. 8), отнесенного к C-CR-типу эко-ценотической стратегии, выявлено низшие показатели

содержания большинства металлов (особенно меди), чем у растений других видов.

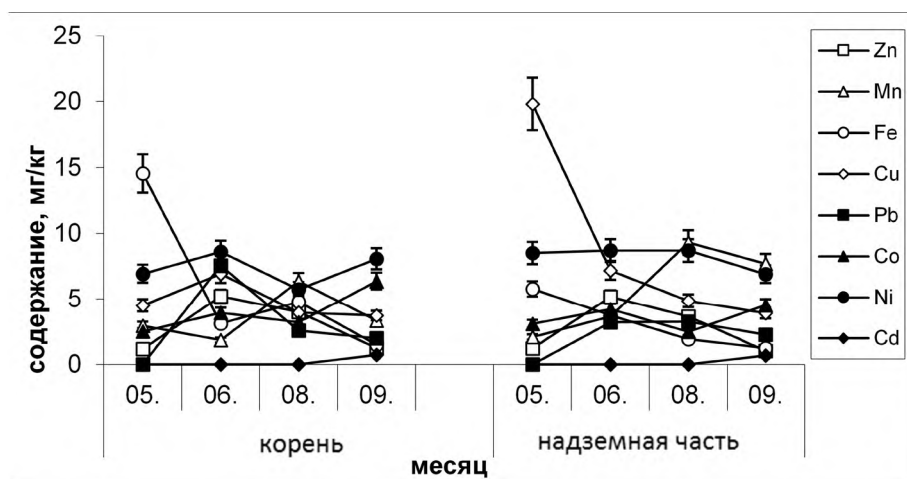


Рис. 8. Динамика содержания тяжелых металлов у *E. repens* L., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

Для *T. officinale* Webb. (рис. 9) характерно стабильно высокое содержание меди в надземной части,

а также в июне был зафиксирован наивысший показатель содержания цинка.

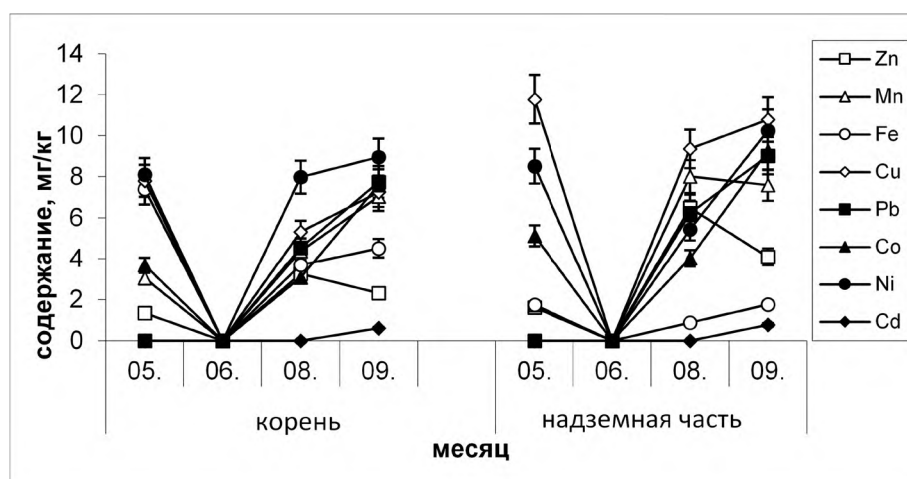


Рис. 9. Динамика содержания тяжелых металлов у *T. officinale* Wigg., ($M \pm m$, $n=3$); прим.: Zn (1×10), Fe (1×10^2)

Таким образом, выявлены закономерности аккумуляции тяжелых металлов прибрежными растениями в зависимости от типа их эколого-ценотической стратегии: CS-стратегии — *F. pratensis* Huds. и *G. hederacea* L. накапливают Fe; CR-стратегии — *U.*

dioica L. и *P. major* L. имели самые низкие показатели накопления Fe, а *U. dioica* L. и *L. album* L. — наивысшие показатели содержания цинка; у представителей CR-CS-типа — *A. lappa* L. и *A. millefolium* L. — выявлено наивысшее содержание меди.

Список литературы

1. Кимаковська Н.О. Вивчення залежності накопичення важких металів у врожаї кормових культур від їх концентрації в ґрунті. *Вісник ЖНАЕУ*. 2010. № 1. С. 147–153.
2. Міхеєв О.М., Гуща М.І., Шиліна Ю.В., Овсяннікова Л.Г. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії стресорів різної природи на екосистеми. *Екологія*. 2006. № 53 (40). С. 56–64.
3. Андрусишин Т.В. Сезонна динаміка розподілу важких металів у ґрунті та коренях трав'янистих рослин у прибережжі малої річки. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. 2012. № 4 (1). С. 3–6.
4. Наумова Л.Г. Экологическая ботаника. Часть I. Структура экологической ботаники. Экология видов и популяций: учебное пособие-экстерн для магистрантов биологического и экологического направлений. Уфа: Вагант, 2012. 38 с.
5. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: ГОСТ 26929–94. Минск, 1994. 30 с.
6. Лук'яничук Н.Г. Піднаметове трав'яне вкриття культур фітоценозів Заходу України та підвищення його декоративності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с. — г. наук: спец. 06.03.01. Львів, 2003. 20 с.
7. Ямалов С.М., Баянов А.В., Сайфуллина Н.М. Использование фитосозологического спектра для изучения антропогенной динамики растительности. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2012. № 14 (1–5). С. 1420–1424.

Прогнозирование местообитаний редких видов растений: облачные платформы, ГИС-технологии и машинное обучение

Груммо Д. Г., Русецкий С. Г., Зеленкевич Н. А., Цвирко Р. В., Жилинский Д. Ю.
Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, zm.hrumo@gmail.com

Резюме. Приводится опыт применения информационных технологий для прогнозирования местообитания редких и охраняемых видов растений. В качестве тестовых объектов были использованы охраняемые виды: *Dactylorhiza ochroleuca*, *Liparis loeselii*, *Baeothryon alpinum*, *Betula humilis*, *Listera ovata*, *Salix lapponum*. Алгоритм исследований, включал в себя: 1) создание геоботанической карты растительности (подбор данных дистанционного зондирования, формирование мозаики композитных изображений, создание обучающих выборок для каждого класса легенды, классификация, оценка достоверности результатов); 2) создание карты местообитаний с позиции предпочтения произрастания тестовых видов растений; 3) полевая верификация модели.

Summary. Grummo D. G., Rusetsky S. G., Zeliankevich N. A., Tsvirko R. V., Zhilinsky D. Yu. **Forecasting of habitats for rare plant species: cloud platform, GIS technology and machine learning.** The experience of using information technologies to forecasting of habitats for rare and protected plant species is given. As test objects were used protected species: *Dactylorhiza ochroleuca*, *Liparis loeselii*, *Baeothryon alpinum*, *Betula humilis*, *Listera ovata*, *Salix lapponum*. The research algorithm included: 1) creation of a geobotanical map of vegetation (selection of remote sensing data; formation of a mosaic composite images; creation of training samples for each class

legend; classification; assessment of the reliability of the results); 2) creating a habitat map from the point of preference for the growth of test plant species; 3) field verification of the model.

Современные информационные технологии становятся неотъемлемой частью нашей жизни и являются базовой основой для понимания закономерностей на основе данных и прогнозирования возможных исходов без использования эмпирических моделей.

Последние годы знаменуются все более широким применением цифровых технологий и для решения широкого круга задач изучения и управления биологическим разнообразием. Особенно стремительно развиваются инновации, связанные с: созданием и интерактивным обновлением тематических специализированных баз данных; многофункциональным картографированием с применением средств дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем; использованием интерактивных web-gis проектов для мониторинга и контроля над состоянием природных ресурсов (в т.ч. через социальные сети); «облачными вычислениями».

В настоящем сообщении приводится опыт скрининга природных территорий на предмет прогнозирования распространения редких видов растений с применением облачных платформ обработки данных, геоинформационных технологий и алгоритмов искусственного интеллекта. В качестве тестовых объектов была использована группы охраняемых видов (*Betula humilis*-Gr): *Dactylorhiza ochroleuca* (II категория национальной Красной книги), *Liparis loeselii* (II), *Baeothryon alpinum* (III), *Betula humilis* (III), *Listera ovata* (IV), *Salix lapponum* (IV). Местообитания этой тестовой группы видов приурочены к низинным осоковым болотам и сфагновым болотам богатого минерального питания.

На первом этапе исследований, в соответствии с решаемыми задача-

ми, была составлена карта растительности болот. Работа по составлению крупномасштабной карты растительности болот Беларуси состояла из 7 подэтапов.

1. Подбор данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Были определены исходные требования к ДДЗ: 1) мультиспектральная съемка для синтеза цветных изображений с наличием ближнего инфракрасного канала (БИК, длина 0,7–1,3 мкм) — наиболее информативного при дешифрировании растительного покрова и состояния поверхности болот; 2) высокое разрешение съемки для уверенного дешифрирования объектов площадью до 1–2 га; 3) сплошное покрытие территории тестового полигона безоблачной (малооблачной, т.е. не выше 10%) съемкой; 4) приемлемая стоимость данных космической съемки (рис. 1А).

С учетом имеющихся материальных возможностей был осуществлен поиск и подбор материалов ДДЗ-коллекций Landsat 8 SR и Sentinel-2_TOA. Из коллекций отбирались сцены за 2016–2018 гг., сгруппированные по 3 периодам, отражающим сезонную динамику развития растительности: 16.04–15.05, 16.06–15.08, 16.08–15.10.

2. Для каждой сцены рассчитывались: нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI), преобразование Tasseled Cap (разработано для анализа изменений растительного покрова, определяемых различными системами спутниковых сенсоров), RGB-синтез и др.

3. Сцены каждого сезонного периода были объединены в одну, где результирующее значение является медианой входных значений и объединено в единое многоканальное растровое изображение.

4. Разработка легенды геоботанической карты. Карта растительности является прототипом для построения прогнозной карты распространения тестовой группы растений. Легенда геоботанической карты построена с использованием типологического принципа на основе эколого-фитоценологического (доминантного) подхода.

5. Создание обучающих выборок для каждого класса легенды по эталонным участкам. На основании результатов 15-летнего цикла наземных исследований (2004–2018 гг.) был составлен каталог эталонов (6,7 тыс. единиц общей площадью 115,4 тыс. га, или 7,5% от общей площади болот Беларуси).

Для каждого класса эталонов было сгенерировано по 500 случайно расположенных точек, из которых независимым образом сформированы тренировочная (70%) и контрольная выборки (30%) и выполнена классификация с использованием алгоритма машинного обучения Random Forest с различными параметрами. Максимальная точность была определена для Tasseled Cap для Sentinel-2, поэтому в дальнейшей работе для исследований использовалось растровое изображение, построенное с использованием данной функции.

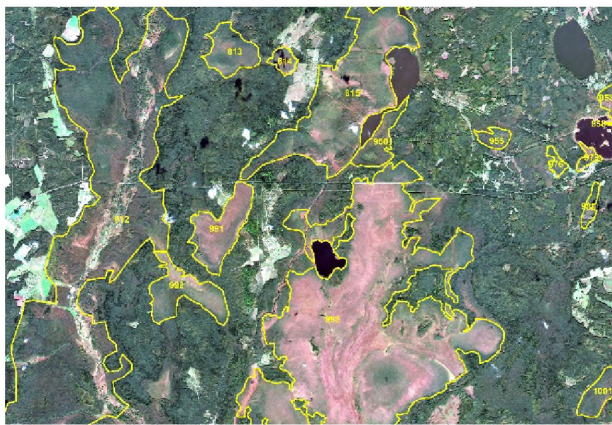
6. Классификация строилась на объектном подходе, где признаками являются не значения отдельных пикселей, а предварительно выделенные однородные группы пикселей — сегменты. Сегментация выполнялась по методу суперпикселей (SNIC-Simple Non-Iterative Clustering), а итоговая классификация выполнялась аналогично процедуре,

прописанной в п. 5, с тем отличием, что в качестве признаков использовались не значения отдельных пикселей, а средние значения сегментов.

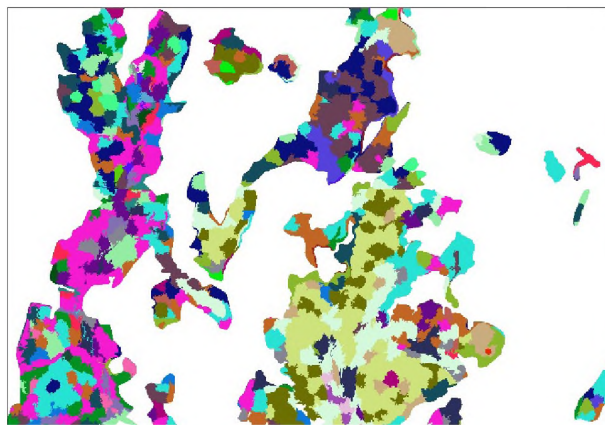
В результате был получен растр карты классификации, на которой каждый класс изображается своим цветом и которая имеет элементарную легенду, соответствующую списку выявленных классов (рис. 1Б).

7. Оценка достоверности результатов, т.е. определение процентного отношения правильно определенных объектов к общему количеству классифицируемых. Достоверность классификации наших исследований на первом этапе составила в среднем 75,7%.

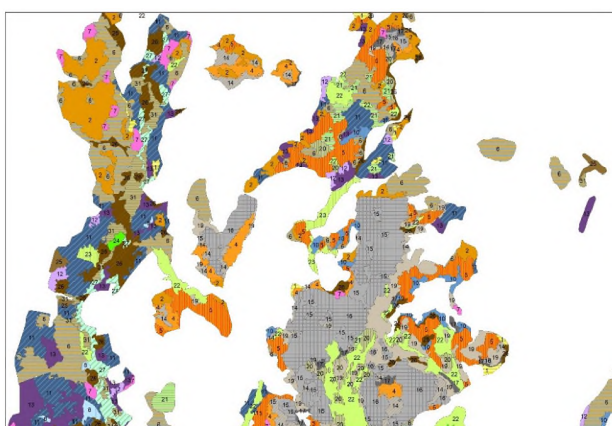
На втором этапе исследований проводилась генерализация геоботанической карты (рис. 1В) в тематическую карту местообитаний с позиции предпочтения тестовых видов растений. Следует отметить, что карта растительности сама по себе малоинформативна для поставленных в исследованиях целей, поскольку с одной стороны отражает весь спектр фиторазнообразия болот Беларуси, с другой — не несет в себе целевую нагрузку маркирования необходимых местообитаний. Поэтому на текущем этапе выдела растительности в соответствии с разработанной матрицей распределялись на 5 классов прогнозной встречаемости: 0% (встречаемость полностью исключена); <25% (1 класс); 26–50% (2 класс); 51–75% (3 класс); >75% (4 класс). Фрагмент интерактивной карты местообитаний по прогнозу встречаемости тестовых видов представлен на рисунке 1Г.



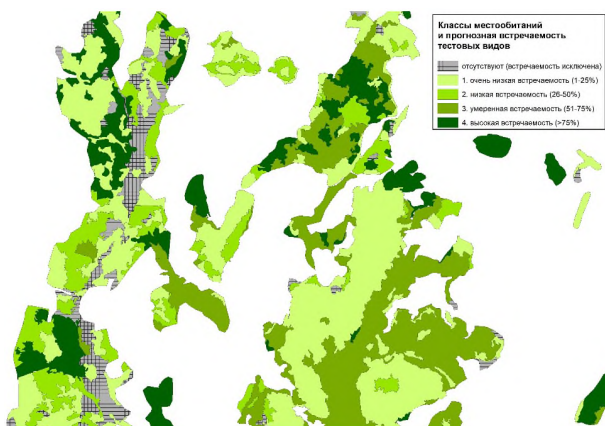
А – Выделение лесоболотных комплексов по данным дистанционного зондирования



Б – Результат классификации лесоболотных комплексов по методу суперпикселей (SNIC-Simple Non-Iterative Clustering)



В – Карта растительности лесоболотных комплексов (фрагмент интерактивной карты)



Г – Классификация местообитаний с позиции предпочтения тестовых видов растений

(фрагмент интерактивной карты)

Рис. 1. Этапы работ по скринингу природных территорий при выявлении редких видов растений

Завершая описание алгоритма составления тематической карты местообитаний, следует отметить, что подбор данных дистанционного зондирования, формирования мозаики композитных изображений, классификация и ее оценка достоверности проводились с использованием платформы облачных вычислений Google Earth Engine, оформление и типологическая генерализация — с использованием программы ArcGIS.

Важной частью исследований являлась наземная проверка результатов классификации с позиции предпо-

чтения тестовых видов растений на 2 проектных территориях лесоболотных комплексов (ЛБК) «Сервечь» и «Болото Слободское» (таблица, рис. 2).

Результаты полевой верификации модели показали ее адекватность для прогнозирования обнаружения редких видов. В зависимости от вида вероятность обнаружения в приоритетных местообитаниях (3 и 4 классы) составила от 88,5% до 100% (рис. 3). Всего на проектных территориях было выявлено 223 места произрастания тестовых видов растений (см. рис. 3, таблицу), в т.ч. по классам прогнозной встречае-

мости: 1 и 2 классы по 9 мест произрастания, или по 4% от общего объема выборки, 3 класс — 81 (36%), 4 класс — 124 (56%). Кроме растений тестовой группы, было обнаружено также значительное количество других охраняемых видов, связанных с местообитаниями болот, но не включенных в перечень объектов исследований (см. рис. 2).

В результате исследований составлена интерактивная карта региональной (для условий Беларуси) оценки пригодности местообитаний для тестовых видов растений (рис. 4).

Проведенные исследования могут быть основой для пространственного планирования мероприятий по сохранению биоразнообразия (создание особо охраняемых природных территорий, паспортизация редких и типич-

ных биотопов, пересадка редких объектов растительного мира и др.), а также позволяют значительно сократить объем полевых работ по выявлению редких и охраняемых видов растений.

Полученные научные и практические результаты, разумеется, не предполагают окончательной оценки существующей ситуации, поскольку из-за ограниченности времени, финансирования, особой сложности многие вопросы в исследованиях не затрагивались. Поэтому авторы отчетливо сознают необходимость продолжения и углубления исследований в избранном направлении и рассматривают собранный и проанализированный материал как основу для дальнейших более детальных обобщающих заключений.

Таблица. Результаты полевой проверки классификации лесоболотных комплексов с позиции предпочтения тестовых видов растений

Природный комплекс	Класс местообитаний и прогнозная встречаемость	Количество местонахождений					
		<i>Baeothryon alpinum</i>	<i>Betula humilis</i>	<i>Dactylorhiza ochroleuca</i>	<i>Liparis loeselii</i>	<i>Listera ovata</i>	<i>Salix lapponum</i>
ЛБК «Сервечь»	1 (<25 %)	1	2	1	–	–	3
	2 (26–50 %)	1	3	2	–	1	–
	3 (51–75 %)	7	20	11	–	1	8
	4 (>75 %)	15	20	33	16	1	23
ЛБК «Болото Слободское»	1 (<25 %)	2	–	–	–	–	–
	2 (26–50 %)	–	1	–	–	–	1
	3 (51–75 %)	6	13	–	1	14	–
	4 (>75 %)	4	6	–	–	6	–
Всего по проектным территориям	1 (<25 %)	3	2	1	–	–	3
	2 (26–50 %)	1	4	2	–	1	1
	3 (51–75 %)	13	33	11	1	15	8
	4 (>75 %)	19	26	33	16	7	23

Larix genus plants adaptation in Botanic garden of Klaipėda university, Lithuania

Asta Klimienė*, Laura Normatė, Kristina Baltaragienė, Liuda Razmuvienė,
Jurgita Ignotienė

Klaipėda University, H. Manto str. 84, 92294 Klaipėda, Lithuania

*Corresponding author e-mail: asta.klimiene@ku.bs

Summary. Asta Klimienė, Laura Normatė, Kristina Baltaragienė, Liuda Razmuvienė, Jurgita Ignotienė **Larix genus plants adaptation in Botanic garden of Klaipėda university, Lithuania.** In research time since 2005 to 2016 will be evaluate 3 species and 2 hybrids: *Larix sibirica*, *L. decidua*, *L. kaempferi*, *L. x gmelinii* ir *L. x eurolepis* in Klaipėda university Botanic garden, Lithuanian west part. This region are exclusive with higher precipitation in summer season, warmer air temperature in winter and lowest temperature in summer seasons. Most important climate parameters in dendrochronological investigation are air temperature and dynamic of precipitation content in separate periods. According to research data the highest radial growths on the all research *Larix* influencing by highest precipitation content in autumn season (r since 0,33 to 0,78), but average air temperature in this season haven't any influence (r since -0,19 to 0,50), as temperature in spring season (r nuo -0,12 iki -0,76, $p < 0.001$) too. *L. sibirica* 62 % be influencing from precipitation but *L. decidua* 22 % from air temperature in autumn season. Hybrid larches *L. x gmelinii* and *L. x eurolepis* average radial growth was in 1.3 – 1.5 time lower compared with *L. sibirica* and *L. decidua*. *L. x gmelinii* and *L. x eurolepis* positively influencing precipitation in autumn season too.

Larch (*Larix*) belongs to the Pinaceae family and is one of the most abundant coniferous genera of the northern hemisphere. The larches - *Larix* P. Mill. - of the world are usually grouped into 10 species that are widely distributed in Eurasia and North America (Hora 1981; Krüssmann 1985; Schmidt 1995, Farjon 2010; Ide et al. 2016). Some species dominate at the northern limits of boreal forests and others occur above subalpine forests (Gower and Richards 1990). Larch cannot grow in the shade. It prefers moist soil. The plant can tolerate maritime exposure, they cannot tolerate atmospheric pollution (<http://www.pfaf.org>). Geographic races have developed in many widely distributed larch species, and these often exhibit marked differences in growth rates and other characteristics (Rudolf 1974; Bednarova et al., 2013). The European larch includes at least 5 geographic races (often considered to be subspecies or varieties) that roughly coincide with major distributional groups of the species. Eu-

ropean larch (*Larix decidua*, Miller 1768) is endemic to Europe and is characterized by a disjunctive distribution (Wagner 2013). European seed sources perform similarly in northeastern United States as in Great Britain, Germany and Italy (Dylis, 1981). Some varieties of Dahurian larch that is confined to definite areas appear to be geographic races. The native western larch specimens from more continental climates with lower humidity are doing poorly. European larch compared with other species characterize with fast-grown. Natural habitat of European larch is relatively small and covers mainly the European mountainous regions (Busetto et al., 2010). The rapid growth of larch, high productivity and sustainability achieved are good when the biological requirements are satisfied from soil and climatic conditions. The dry weather, hot summers and cold winters is important conditions for larch (Тимофеев 1977). *Larix sibirica* is common in the lowland taiga of West Siberia, where it forms the

northern limit of trees alternately with *Picea obovata* and with *Pinus sylvestris*. *Larix* also occurs in the mountains (from 500 m to 2,400 m a.s.l.). There grows on a great variety of soils, from peat bogs to well drained, sandy or rocky soils, where it has its optimum. In the very cold climate (min. temp. -55°C), continental or subarctic, dry, with very long winters. Their are stands on peat or on mountains above the steppe (Altai Mts.), but more common it is mixed with *Pinus sylvestris*, *P. sibirica*, *Picea obovata*, *Abies sibirica* and broad-leaved trees such as *Betula pendula* and *Populus* spp (Tchebakova et al., Farjon A 2013). Japanese larch (*Larix kaempferi*) is one of the most important timber species in the sub-Alpine region and northern area of Japan (Zhu et al. 1998). *Larix gmelinii* (Rupr.) is one of the most economically important species in boreal forests (Zyryanova et al, 2007). It is a deciduous needleleaf conifer that is adapted to growing in very harsh climates and is widely distributed over a range from 40° N to 72° N and 110° E to 130° E (Zhu et al. 1998). It is the dominant tree species in the Greater Khingan Mountains forest ecosystem in northern China (Farjon 1990, Fu et al. 1999).

Introduction of European larch (*Larix decidua* Mill.) in Lithuania launched in middle of XIX century as a valuable industrial and decorative species. In forestries of country larch began grow before 160 year, and in Nemunas river high terrace Alytus district grow such forest stand (Navasaitis 2004). As in natural habitats, in Lithuania larches resistant to cold, and not affected in winter (Pūkienė and Bitvinskas 2000). In Lithuania European larch mainly grows in mixed stands associated with Norway spruce (*Picea abies*), stone pine (*Pinus cembra*), Swiss pine (*Pinus mugo*), European beech (*Fagus sylvatica*) or silver fir (*Abies alba*) but can also occur in pure stands (Navasaitis 2004).

The stem radial growth of trees in any year integrates the effects of the climate during the previous and current year (Zhang and Chen 2015; Jiang et al. 2016). Tree radial

growth is influenced by environmental factors (e.g., temperature, precipitation, and competition) and conditions within the individual tree (Zhang and Chen 2015). Tree-ring records are often used to investigate the responses of tree growth to historical climate variations, to predict the effects of future climate change on tree growth, and to understand the spatial and temporal patterns of tree-growth variability of forest ecosystems (Thuiller et al. 2005; Tardif et al. 2006; Metsaranta et al. 2008). Stem sensitivity growth rate is important indicator for the assessment increasing of the annual radial gain variations from environmental conditions. Higher average rate sensitivity indicate above dependence changes in environment conditions of the stem radial growth (Karpavičius 2004). Research of *Larix* genus growing intensity is important to climate changes context in Botanic gardens, because there usually carry out evaluating of plants acclimatization. This is important for preservation of biological diversity and education of society. Many people may have a conceptual grasp of climate change, but may not know what climate effects to expect in the region, and what impacts climate change may have on their day-today environment. As the urgency and significance of climate change continues to mount, new approaches are needed for interpreting and visualizing climate change with the public that are tangible and approachable beyond the abstract. Botanical gardens have made longstanding contributions to climate change research, particularly with respect to temperature and its effects on the timing of plant flowering and leaf out by participating in phenological networks of botanical gardens, monitoring standardized plantings in phenological gardens, and studying and examining herbarium specimens and historical photographs (Primack and Miller-Rushing, 2009).

The aim of this work – to evaluate *Larix* Mill genus plant growing in context of climate parameters changes in Klaipėda

university Botanic Garden - west part of Lithuania (coastal zone).

Study area and object

The Botanical Garden of Klaipeda University located in Western Lithuania, in the northern part of the city of Klaipeda, in the valley of the Dane River. He was established in 1993, since 2002 he has dendrological park status. In general, the width of the area is 9.3 hectares, and here are established the collections of the ornamental plants. The most important purpose of the Botanical Garden is the conservation of the genetic resources of herbaceous and woody ornamental and medicinal plants in the collections. It is a unique plant introduction centre, where climatic conditions differ from other parts of Lithuania, because of here having higher air temperature, more precipitation, and a longer plant-vegetation period. Therefore, these are favourable conditions for plant adaptation. Since 2005, Botanical Garden is a member of the International Phenological Gardens (IPG).

In Botanic garden Dendrological section are growing 10 taxa plants of *Larix* P. Mill. For research were evaluated 3 species and 2 hybrids of larches: *Larix sibirica*, *L. decidua*, *L. kaempferi*, *L. x gmelinii* ir *L. x eurolepis* (3 individuals from every taxa). The age of evaluating larches were different: *L. sibirica* – 19, *L. decidua* – 14, *L. kaempferi* – 13, *L. x gmelinii* – 14, *L. x eurolepis* – 10 years. In this research were compared radial growth of stems the same year (2005-2016).

All plants growing in one place, where soil were one type - FLc-ar (Fluvisol Areni-Calcaric). The texture of soil in the 0.30 m: 84.8 % sand, 9.4% dust, 5.8% clay. The soil

pH 6.2, mobile phosphorus – 581 mg/kg, mobile potassium – 135 mg/kg, common nitrogen – 0.114, biohumus – 2.05%.

Dendrochronological investigation

Dendrochronological investigation of larch tree stems were done by the methodology recommendation (Stravinskienė 2005). Experimental bore carried out in March of 2015-2017 with Pressler borer. Was bored in 1.30 m height from tree root mouth, to the same north-east direction. In total were bored 15 trees. For the evaluation was used measuring system LINTAB with computer programme WinTSAP 0.30 (F.Rinn Engineering Office and Distribution, Heidelberg, Germany) accuracy of measurement – 0,001 mm. The quality and synchrony of dating between lines of radial growth was measured by COFECHA 3.00 programme. Non synchronic examples underdetermined.

Meteorological data

The climate factors data (air temperature and precipitation) average monthly and annual parameters was supplied by Lithuanian Hydrometeorological Service under the Ministry of Environment, Department of Klaipėda, distance from Botanic garden approximately 3 km. Data presented since 2005 to 2016. In this period in January – June fixed precipitation in average was from 30 to 50 mm per month, but in July – December 100 mm and more per month (Fig. 1). During the period of 2005-2016 annual negative air temperature was fixed only in January and February (from 1.5 to 1.8 °C respectively), highest annual air temperature in this period was in June – September months (from 14.6 to 18.9 °C) (Fig.2).

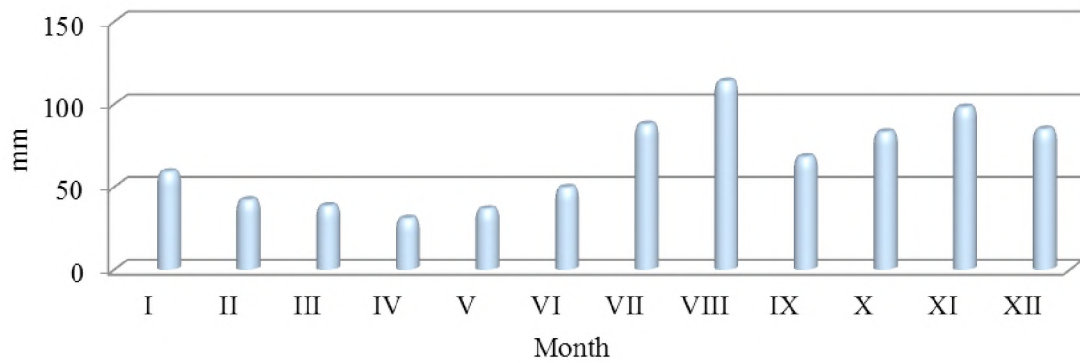


Fig. 1 Distribution of precipitation (mm), average in 2005-2016. Data of Klaipėda meteorological station

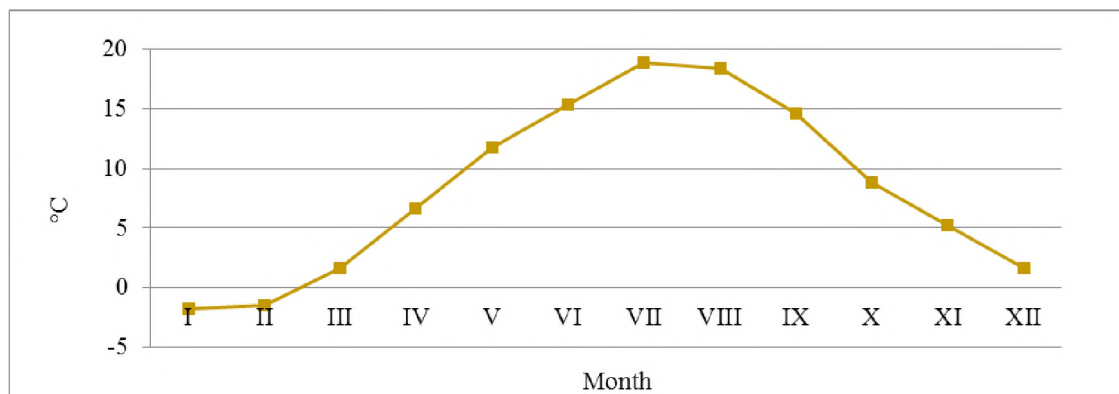


Fig. 2 Average air temperature (°C) in 2005-2016. Data of Klaipėda meteorological station

Statistical analysis

The investigation data were processed using statistical package SPSS version 17.0. Was estimated interrelationship between radial growth (width of tree – ring) and precipitation and air temperature. Correlation (r) and regression (R) was considered significant when $P < 0.05$.

Annual air temperature and precipitation and humidity is important factors for plants growing rate and productivity. The values and linear trend of means of annual precipitation and air temperature in four seasons are presented in Fig. 3 and 4. The totally precipitation was highest in summer time 3014.5 mm. In other season this indicator was respectively: in spring – 1273.5 mm, autumn – 2890 mm and winter – 2145.9 mm.

In the period 2005 – 2016 the highest precipitation in spring was fixed in 2010 and 2015 years (respectively 141.6

mm and 149.4 mm). The lowest content of precipitation fixed in 2014 (86.1 mm). In summer season exclusive were 2015, when precipitation content was only 130.5 mm and 2011 with 366.5 mm of average precipitation. In autumn season highest precipitation was 345.4 mm (2006) and lowest - 97.6 mm (2016), in winter season highest content 248.5 mm (2011) and lowest 135.9 mm were fixed in 2016 too.

If compared range of temperatures per season (Fig. 4), the highest temperature in spring was in 2014 (8.1 °C) and lowest – in 2005 (4.9 °C). The summer season per period was quite parallel, as autumn too. Temperature in summer range in average 17.5 °C (from 16.8 °C in 2012 to 18.4 °C in 2010) and in autumn – lowest in 2010 (8 °C) and highest – in 2011 (10.3 °C). Winter season was mutable per period: temperature ranged from - 5.4 (2010) to

2.3 °C (2015), but mostly was about 0 °C , in average per period was -0.7 °C .

All larches grow rapidly are lush and vital. *L. sibirica* in Botanic garden is the oldest, he grow 19 year and diameter of stem is 40 cm. *L. decidua* and *L. x*

gmelinii grow 14 year and average stem is 30 cm. The meteorological conditions (precipitation and air temperature) very individually influencing on the radial growth rate of different *Larix* species in separately years (Table 1).

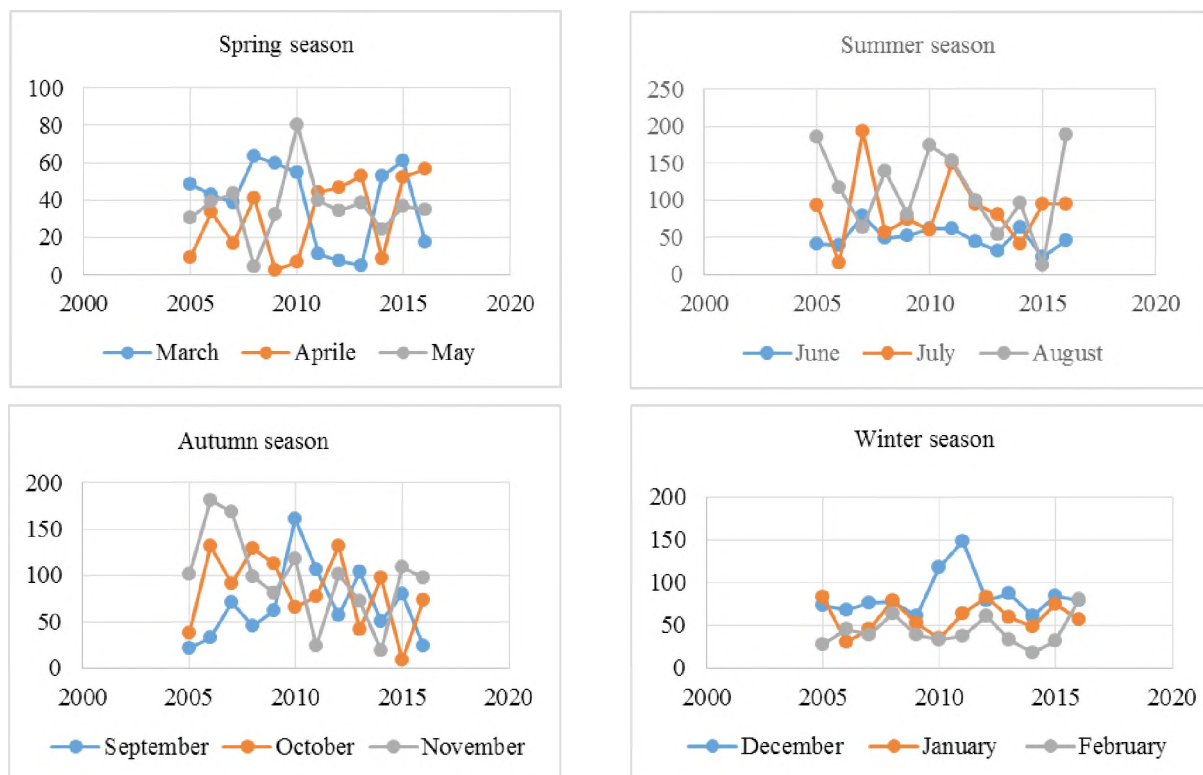


Fig. 3 Distribution of precipitation (mm) in seasons. Klaipėda, 2005-2016

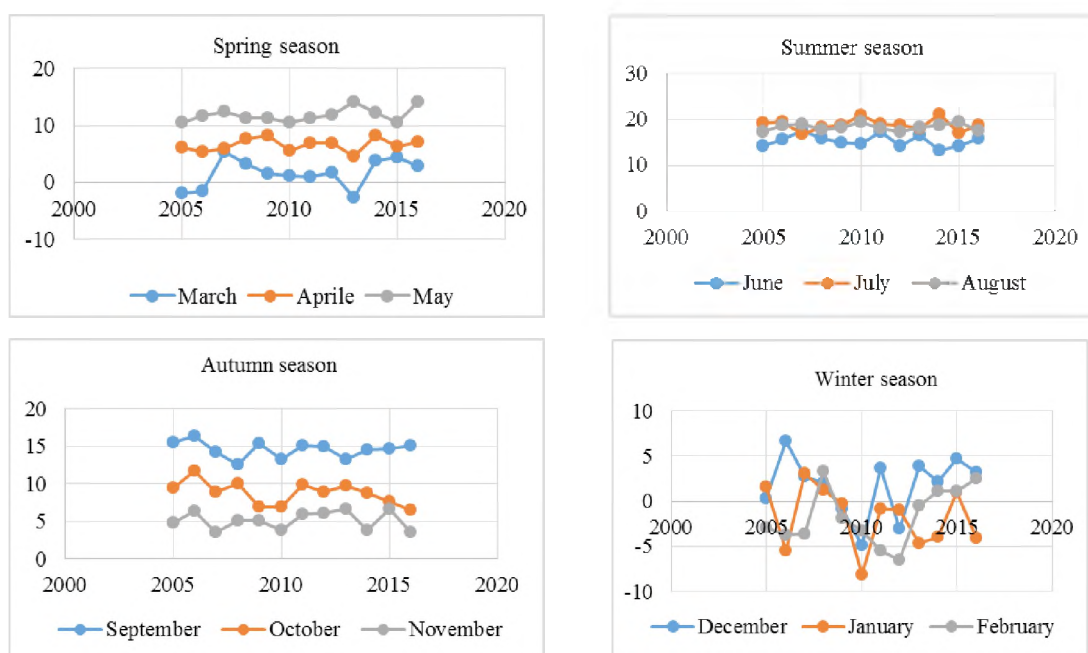


Fig. 4 Distribution of average air temperature (°C) in seasons. Klaipėda, 2005-2016

In Klaipėda University Botanical Garden fixed unequal growth of larch stem rings (Fig. 5). Per period the highest radial growth was fixed to *L. sibirica* in 2006 and 2012 years – 11.5 mm, the lowest – 4.5 mm in 2014. Very similar tendencies observe in *L. decidua*: the highest radial growth (11.5 mm) in 2006 year too and lowest (3.7 mm) in 2013. *L. kaempferi* growth rate in 2014 was 10.00 mm (it highest increasing) and the lowest – 5 mm fixed in 2013, 2015 and 2016 as well. In *L. x gmelinii* and *L. x eurolepis* this indicator the highest was respectively 9.3 mm in 2008 and 7.3 mm in 2011, but the lowest in 2016 to both species, respectively 4.3 and 3.0. Statistically significant and negative correlation (Table 2) between radial growth and precipitation was found mostly in spring season to *L. sibirica*, *L. kaempferi*, *L. x gmelinii* and *L. x eurolepis*, but in summer and winter seasons – to *L. decidua*. Positive, but statistically unreliable correlation between mentioned parameters in all species of larch was fixed only in autumn season. Statistically significant

and negative correlation between radial growth and air temperature in *L. sibirica* was established in spring, summer and winter seasons, in to *L. decidua* – only in spring season, in *L. kaempferi* – in autumn and winter seasons, in hybrids of *L. x gmelinii* and *L. x eurolepis* – in spring and autumn seasons. Very similar and statistically significant dependences are also shown regression coefficients (Table 3). To be noted, that more statistically significant relationships (r and R) in the investigated larches was determined between radial growth and temperature than between radial growth and precipitation. Thus, see the tendency that annual air temperature makes more influence on the width of tree – rings than annual precipitation. However, according to research data, in autumn season on the radial growth of *L. sibirica* precipitation positive affected by 62 % ($y=0.0245x+2.6459$; $R^2=0.6216$), of *L. x eurolepis* – by 53 % ($y=0.0148x+ 1.7703$; $R^2=0.5256$) and of *L. x gmelinii* – by 39 % ($y=0.0119x+3.6817$; $R^2=0.3925$).

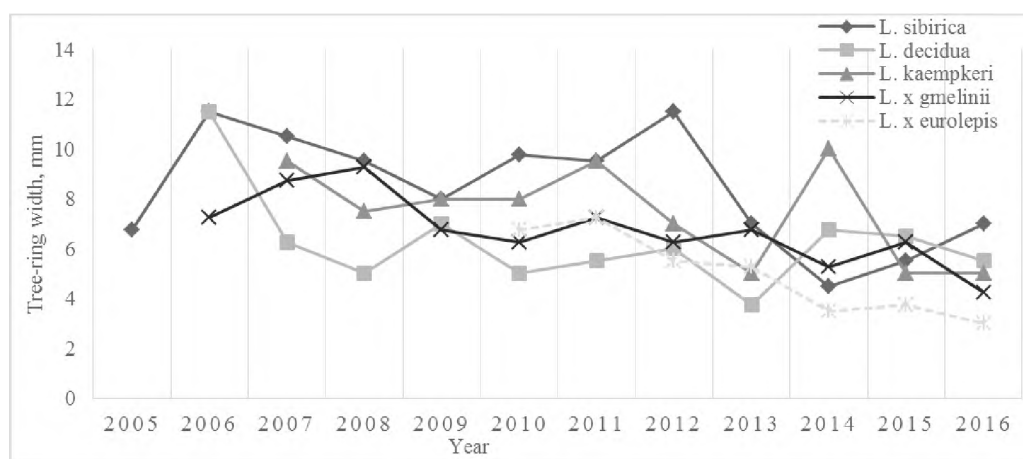


Fig.5. Average width of tree-ring of different larix species, Klaipėda, 2005-2016

Table 1. Characteristics of meteorological conditions influencing on the radial growth rate of different Larix species. Klaipėda, 2005-2016.

Larix species	Years with fixed positive radial growth rate (higher than average)		Years with fixed negative radial growth rate (lower than average)	
	Years	Characteristic of meteorological conditions	Years	Characteristic of meteorological conditions

<i>L. sibirica</i>	2006–2008, 2010–2012	The warm and wet autumn, warm beginning winter season	2005, 2009, 2013, 2014–2016	Air temperature and precipitation satisfy with the multi-annual averages, the excess humidity in August.
<i>L. decidua</i>	2006, 2009, 2014, 2015	Humidity November, positive average temperature in March, warm December	2007, 2008, 2010–2013, 2016	Warm and humidity autumn, deficiency precipitation in summer season
<i>L. kaempferi</i>	2007–2011, 2014	The warm and wet autumn, warm beginning winter season	2012, 2013, 2015, 2016	Dry autumn season
<i>Larix x gmelinii</i>	2006–2008, 2011	The warm and wet autumn, warm beginning winter season	2009, 2010, 2012–2016	High air temperature and dry summer season
<i>Larix x eurolepis</i>	2010–2013	Humidity spring and autumn season	2014–2016	High air temperature and dry summer season

Table 2. Correlation between tree-ring width and precipitation and air temperature

<i>Larix</i> name	Precipitation in seasons, mm				Temperature in seasons, °C			
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>L. sibirica</i>	-0.02**	0.27	0.78	0.35	-0.23**	-0.46**	0.13	-0.38**
<i>L. decidua</i>	0.07	-0.32**	0.33	-0.42**	-0.20**	0.10	0.50	0.06
<i>L. kaempferi</i>	-0.42**	0.43	0.37	0.02*	0.27	0.47	-0.45**	0.13**
<i>L. x gmelinii</i>	-0.05**	0.09	0.64	0.41	-0.12**	0.14	-0.20*	0.37
<i>L. x eurolepis</i>	-0.01**	0.44	0.72	0.79	-0.76**	0.44	-0.29**	-0.58

Note: *P<0.05; **P<0.001

Table 3. Regression between tree-ring width and precipitation and air temperature

<i>Larix</i> name	Precipitation in seasons, mm				Temperature in seasons, °C			
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>L. sibirica</i>	-0.13**	9.14	27.05	5.81	-0.11**	0.05	0.05	-0.36**
<i>L. decidua</i>	0.72	-12.40**	13.21	-8.36**	-0.11**	0.02*	0.25	0.07
<i>L. kaempferi</i>	-4.7**	17.67	14.38	0.49	0.13	0.12	-0.19**	-0.16*
<i>L. x gmelinii</i>	-0.79**	4.99	35.63	11.65	-0.09**	0.04*	-0.13**	0.58
<i>L. x eurolepis</i>	-0.21**	23.29	35.40	20.84	-0.48**	23.29	-0.16**	-0.88**

Note: * P<0.05; **P<0.001

Larch cannot grow in the shade. It prefers moist soil. The plant can tolerate maritime exposure, they cannot tolerate atmospheric pollution (<http://www.pfaf.org>). In the Klaipėda university Botanical garden are favourable conditions for larches grow and cultivate. In the optimal conditions the climatic factors correlation with annual rings of trees radial gains are negligible, however in worse growing conditions are higher increasing effect on the formation annual radial rings

(Läänelaid, 1996). In the research time in 2005 – 2016 in Klaipėda university Botanic garden the radial growth in the years was average from 3 to 11.5 mm (Fig. 5). The exclusive highest precipitation (Fig. 3) content was in 2007 (925 mm), 2010 (966 mm) and 2011 (917.5 mm) and lowest – in 2014 (581.6 mm), the temperature (Fig. 4) highest was in 2008 and 2015, respectively 9.1 and 9.0 °C, the lowest - 2010 only 6.7 °C. For larches in Lithuanian conditions active vegetation beginning at middle of

April and end in middle of October, in this period air temperature usually are from 12.0 to 15.8 °C in average perennial air temperature was 12.8°C. Winter and spring seasons air temperature for *Larix* radial growth is very important too (Karpavičius and Kaselytė, 2000). In Klaipėda area usually spring and winter seasons not very exclusive, more different is summer season. Average temperature in summer season is 17.5 °C (in spring, autumn and winter seasons respectively were 6.7; 9.7 and -0.7 °C). By the evaluating data of Larches in spring season the statistically significant correlation between tree-ring width and precipitation (Table 2) be found for all *Larix* except *L. decidua*, with air temperature (Table 3) except *L. kaempferi*. If compared in winter season, the statistically significant correlation between tree-ring width and precipitation were only to *L. decidua* and *L. kaempferi*, with air temperature *L. sibirica* and *L. kaempferi*. In spring and winter seasons precipitation content respectively was 1273.5 mm and 2145.9 mm.

The annual hybrid *larix* radial growth in Estonia was 3.5 mm the highest growth was fixed till 13 mm. The high rings was fixed to young age of *larix* show that it is hybrid and had good environment conditions (Sander and Lääneld 2007). In Poland, the annual radial growth more dependence from content of precipitation in summer season (Oleksyn, Fritts, 1991). In Botanic garden in evaluating all larches, only *L. decidua* in summer season get significant negative correlation (Table 2). In summer season fixed high regression between tree-ring width and precipitation for all *larix* too, but statistically significant value was only to *L. decidua*. The influence of precipitation on the radial growth of larch across Lithuania is usually positive but more variable than the relationships with air temperature (Karpavičius and Kaselytė, 2000).

Temperature requirements of European larch regarding the onset of individual phenological stages evaluating on the base of sums of air temperatures above 0 °C and of effective air temperatures higher than +5 °C (Bednarova et al., 2013). Efficient growth and good adaptation in Lithuania of European larch and *Larix decidua* subsp. *Polonica* can be associated with northern habitat border. The increased air moisture, relatively warm winters and cool summers much better endures European larch. In addition, European larch grows very rapidly during the growing season, the water takes much more than other conifers and larch is one of the most of sun-loving tree species (Karpavičius, 2004). In Lithuanian climate conditions on the *L. decidua* radial growth mostly influencing warm and dry summer season (Karpavičius, 2004). Sensitivity of growth rate of *L. decidua* was 0.35 ± 0.01 (Karpavičius, 2004). European larch grows very rapidly during the growing season, the water takes much more than other conifers and larch is one of the most of sun-loving tree species Average radial growth of *L. decidua* pursue 2.18 ± 0.04 mm. In period 1850 – 2007 are distinguish for years, when 70 – 90 % from all evaluating trees average radial growth was bigger compared with multi – annual average. It is observed that more wood gained in years with warm spring and warm winter (Štravinskienė and Erlickytė 2003; Vitas and Žeimavičius 2006; Vitas, 2011). In west Lithuania due the research period was fixed radial growth 6.25 ± 0.02 mm of *L. decidua*, 8.46 ± 0.02 mm – *L. sibirica*, 7.45 ± 0.02 mm – *L. kaempferi*, 6.75 ± 0.01 mm – *L. x gmelinii* and 5 ± 0.01 mm – *L. x eurolepis*. In Botanic garden for *Larix* growing is good environment conditions and in west Lithuania climate parameters as temperature and precipitation is favorable too.

Conclusions

1. According to research data in the west Lithuania (costal area) the highest precipitation according seasons was fixed in summer time 3014.5 mm, the lowest in spring – 1273.5 mm. The mutable temperature per period was in winter season from -5.4 to 2.3 °C. The air conditions for growing of *Larix* genus is good but for some species is to big content of precipitation.

2. After evaluation 5 species of larches, was established, that on the radial growth the climate parameters (precipitation and air temperature) in separate seasons influencing individually. Hibrid larches *L. x gmelinii* and *L. x eurolepis*

average radial growth was in 1.3 – 1.5 time lower compared with *L. sibirica* and *L. decidua*. It means, that lower radial width are for species than hybrids.

3. Positive, but statistically unreliable correlation between radial growth and precipitation in all species of larch was fixed only in autumn season. Usually autumn precipitation can more influencing on the growing quality in next year.

4. Noted, that more statisically significant relationships (r and R) in the investigated larches was determined between radial growth and temperature than between radial growth and precipitation. Thus, see the tendency that annual air temperature makes more influence on the width of tree – rings than annual prcipitation.

References

1. Bednarova E, Slovikova K, Truparova S, Merklova L, Jesenice, Rakovni (2013). Results of a phenological study of the European larch (*Larix decidua* Mill.) growing in a mixed stand. *Acta Univ Agric Silvic Mendelianae Brun.* 61: 1239-1246.
2. Busetto L, Colombo R, Migliavacca M, Cremonese E, Meroni M, Galvagno M, Rossini M, Siniscalco C, Morra di Cella U, Pari E (2010). Remote sensing of larch phenological cycle and analysis of relationships with climate in the Alpine region. *Global Change Biology* 16: 2504–2517.
3. Dylis NV (1981). *Larch*. Moscow, Forestry Industry Press: 97.
4. Gower ST, Richards JH (1990). Larches: deciduous conifers in an evergreen world. *BioScience* 40 (11): 818–826.
5. Ide R, Oguma H, Hirose Y, Takahashi Y, Saigusa N (2016). Phenological changes for 10 years and the influence on ecosystem productivity in a larch forest at the foot of Mt. Fuji. *Japan Geoscience Union Meeting, Proceedings*. 2016. 22:10.
6. Jiang Y, Zhang J, Han S, Chen Z, Setälä H, Yu J, Zheng X, Guo Y, Gu Y (2016). Radial Growth Response of *Larix gmelinii* to Climate along a Latitudinal Gradient in the Greater Khingan Mountains, Northeastern China. *Forests* 7: 295.
7. Farjon A (1990). *Pinaceae*; Koeltz Scientific Books: Konigstein, Germany.
8. Farjon A (2010). *A Handbook of the World's Conifers*. Koninklijke Brill, Leiden.
9. Farjon A (2013). *Larix sibirica*. The IUCN Red List of Threatened Species.
10. Fu LK, Li N, Mill RR (1999). *Larix*. In *Flora of China*; Wu, Z.Y., Raven, P.H., Eds.; Science Press: Beijing, China; Missouri Botanical Garden Press: St. Louis, MI, USA. 33–37.
11. Hora FB. (1981). Larches (genus *Larix*). In: Hora B, ed. *The Oxford encyclopedia of trees of the world*. Oxford, UK: Oxford University Press. 76–79.

12. Karpavičius J (2004). Skirtingų medžių rūšių radialiojo prieaugio savitumai ir jų priklausomybė nuo įvairių veiksnių. *Ekologija*. 4: 23-31.
13. Karpavičius J, Kaselytė A (2000). Maumedžių ir vietinių rūšių (pušies, qžuolo) radialinio prieaugio priklausomybė nuo klimato veiksnių. // *Dendrologia Lithuaniae* V. Vilnius, p. 54-60.
14. Krüssmann G (1985). *Larix*. In: Manual of cultivated conifers. Portland, OR: Timber Press: 157–163.
15. Läänelaid A (1996). Tree-ring dating in Estonia: The roof of the NĆµo church. *Dendrochronologia*, 14: 217-221.
16. Metsaranta JM, Lieffers VJ, Wein RW (2008). Dendrochronological reconstruction of jack pine snag and downed log dynamics in Saskatchewan and Manitoba, Canada. *For. Ecol. Manag.* 255: 1262–1270.
17. Navasaitis M (2004). *Maumedis* // *Dendrologija*. Vilnius: 169-173.
18. Oleksyn J, Fritts HC (1991). Influence of climatic factors upon tree rings of *Larix decidua* and *L. decidua* × *L. kaempferi* from Pulawy, Poland. *Trees*. 5(2): 75–8.
19. Primack RB, Miller-Rushing AJ (2009). The role of botanical gardens in climate change research. *New Phytologist*. 182: 303–313.
20. Pūkienė R, Bitvinskas T (2000). Europinio maumedžio (*Larix Decidua* Mill.) radialinio prieaugio kaitą lemiantys aplinkos veiksniai. *Dendrologia Lithuania*: 72. P.
21. Rudolf PO. (1974). *Larix* Mill., larch. In: Schopmeyer CS, tech. coord. Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handbk. 450. Washington, DC: USDA Forest Service: 478–485.
22. Sander H, Läänelaid A (2007). The Dunkeld larch (*Larix x marschlinsii* Coaz) in Estonia. *Dendrobiology*. 57(1): 73-80.
23. Schmidt WC (1995). Around the world with *Larix*: an introduction. In: Schmidt WC, McDonald KJ, comps. Ecology and management of *Larix* forests: a look ahead. Whitefish, MT. Gen.Tech. Rep. INT-319. Proceedings, International Symposium; 1992 October 5–9. Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Research Station: 6–18.
24. Stravinskienė V, Erlickytė R (2003). Growth of scots pine (*pinus sylvestris* L.) in the vicinity of the of “Akmenės cementas” plants. *Ecology*. 4:34 -39.
25. Tardif JC, Conciatori F, Nantel P, Gagnon D (2006). Radial growth and climate responses of white oak (*Quercus alba*) and northern red oak (*Quercus rubra*) at the northern distribution limit of white oak in Quebec, Canada. *J. Biogeogr.* 33: 1657–1669
26. Tchebakova NM, Rehfeldt GE, Parfenova EI. (2005). Redistribution of vegetation zones and populations of *Larix sibirica* Ledeb. and *Pinus sylvestris* L. in Central Siberia in a warming climate. *Siberian Ecological Journal* 10: 677–686 (in Russian)
27. Thuiller W, Lavorel S, Arujo MB, Sykes MT, Prentice IC (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 102: 8245–8250
28. Vitas A, Žeimavičius K (2006). Trends of Decline of Douglas Fir in Lithuania: Dendroclimatological Approach. *Baltic Forestry*. 12 (2): 200-206.
29. Wagner S. (2013). History of the European larch (*Larix decidua* Mill.). Doctoral Thesis. pp.161.
30. Zhang X, Chen Z (2015). A new method to remove the tree growth trend based on ensemble empirical mode decomposition. *Trees*, 1–9.
31. Zhu J, Nakano T, Hirakawa Y (1998). Effect of growth on wood properties for Japanese larch (*Larix kaempferi*): Differences of annual ring structure between corewood and outerwood *J Wood Sci.*44:392-396

32. Zyryanova OA, Yaborov VT, Tchikhacheva TL, Koike T, Makoto K, Matsuura Y, Zyryanov VI (2007). The structure and biodiversity after fire disturbance in *Larix gmelinii* (Rupr.). *Eurasian J. For. Res.* 10: 19–29
33. Тимофеев ВП (1961). Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. Москва: 160 с.
34. <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Larix+decidua>

Оценка экосистемного разнообразия территории Государственного музея-заповедника «Куликово поле» с использованием ГИС-технологий

Розова И. В.¹, Попов С. Ю.², Наумов А. Н.¹

¹Государственный музей-заповедник «Куликово поле», г. Тула, Россия, rozovai@yandex.ru

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Резюме. Государственный военно-исторический и природный музей-заповедник «Куликово поле» расположен на юго-востоке Тульской области в 250 км от Москвы, в 130 км от Тулы. Нами проведена работа по выделению различных экосистем на территории достопримечательного места «Поле Куликовской битвы и памятники на нем», на котором находятся музей-заповедник и другие землепользователи. Подсчет площадей различных экосистем показал, что около половины территории используется для выращивания сельскохозяйственных культур, примерно треть территории занята полями естественного или искусственного восстановления степной растительности и лугами. Лесами занята незначительная часть территории.

Summary. Rozova I. V., Popov S. Yu., Naumov A. N. **Evaluation of the ecosystem diversity of the territory of the State Museum-Reserve “Kulikovo Field” using GIS technologies.** State military-historical and natural Museum-reserve «Kulikovo field» is located in the South-East of Tula region, 250 km from Moscow, 130 km from Tula. We have carried out work on the allocation of various ecosystems on the territory of the landmark «Kulikovo battle field and monuments on it», which is a Museum-reserve and other land users. The calculation of the areas of different ecosystems showed that about half of the territory is used for growing crops, about a third of the territory is occupied by fields of natural or artificial restoration of steppe vegetation and meadows. Forests occupy a small part of the territory.

Куликово поле расположено на юго-востоке Тульской области на землях Кимовского, Куркинского и Богородицкого районов. Территория располагается в северной подзоне лесостепной зоны, согласно геоботаническому районированию (Растительность., 1980). На территории представлены остепненные дубравы, лугово-степные сообщества, которые являются редкими

и занимают небольшие площади на склонах балок и речных долин. Значительная часть земель в прошлом была занята под сельскохозяйственную деятельность. В настоящее время две трети территории достопримечательного места «Поле Куликовской битвы» используется под посадки сельскохозяйственных культур, часть залежей находится на стадии естественного

восстановления либо занята экспериментальными посевами и посадками.

Для анализа территории достопримечательного места использовалось спутниковое цветосинтезированное изображение с пространственным разрешением 0,5 м на 1 пиксель с КА «GeoEye» от 31.10.2011 г. в проекции UTM, 37 зона в системе координат WGS84. Оцифровка производилась по космоснимку вручную. Общая площадь достопримечательного места, по данным оцифровки, составляет 75,5 км².

Нами были выделены различные типы экосистем: леса, лесополосы, сельскохозяйственные поля, поля восстановления степной растительности, участки естественного восстановления растительности (бывшие залежи), луга, залежи, водные объекты. Выделение экосистем производилось с учетом находящегося на них растительного покрова или водных объектов. Населенные пункты, дороги и другие объекты инфраструктуры также были выделены по космическому снимку, их оценка не производилась.

Характеристика экосистем

Открытые (нелесные) территории

Открытые (нелесные) территории занимают самую большую площадь, которая составляет 84,86% от территории достопримечательного места. Сюда входят участки естественного восстановления растительности на территории музея-заповедника «Куликово поле», сельскохозяйственные поля, поля восстановления степной растительности, луга и залежи.

Участки естественного восстановления растительности (14,932 км², 19,78% территории достопримечательного места) представляют собой разновозрастные залежи, выведенные из сельскохозяйственного использования с созданием музея-заповедника, являются различными стадиями восстановления лугово-степной растительности. Наиболее распространенными являются

латуково-мелколепестниковое, трехреберниевое, цикориевое, полынное, мелколепестниково-чертополоховое, кострецовое, пырейное, мятликово-земляничное и реже злаково-шалфейно-земляничное сообщества.

Луга распространены в основном по склонам балок, в поймах рек и полосами вдоль дорог и составляют 12,152 км², 16,09% территории достопримечательного места. Многие из них представляют научный интерес для ботаников и являются модельными участками для восстановления степной растительности, т.к. не распахивались из-за сложного рельефа. Здесь сохранились типичные для данной местности лугово-степные сообщества и богатое видовое разнообразие.

В окрестностях р. Дон встречаются лугово-степные сообщества (шалфейно-подмаренниковое, таволгово-шалфейно-земляничное, мятликово-шалфейное, землянично-подмаренниковое) с участием кострецовых и хвощевых ценозов. В окрестностях р. Смолка растительность представлена различными луговыми сообществами (мятликово-земляничное, мятликово-подмаренниковое, мятликово-низкоосоковое и единично ковыльно-шалфейное). В наиболее увлажненных участках сформированы камышовые, рогозовые, остроосоковые и щучковые сообщества.

Растительность окрестностей руч. Нижний Дубик характеризуется наличием лугово-степных сообществ на щебнистых выходах известняка (ковыльно-таволговое, таволгово-шалфейное, мятликово-земляничное, респешково-земляничное).

В растительном покрове окрестностей р. Непрядвы чаще встречаются лугово-степные сообщества (низкоосоковое, шалфейное, овсяницево-земляничное), а также ценозы с хвощем и осокой береговой.

Поля восстановления степной растительности занимают площадь

0,434 км² (0,57%). На территории музея-заповедника заложены ботанические эксперименты по восстановлению степной растительности в трех вариантах: посадка смесей семян степных растений на пашню, пересадка дерновин ковыля на пашню и пересадка дерновин ковыля в сообщества остепненного луга. Наиболее успешным является использование семенных смесей степных трав. Это подтверждается высоким сходством с естественными лугово-степными ценозами (Волкова, Бутова, 2011).

Сельскохозяйственные поля занимают 35,608 км² (47,16% площади достопримечательного места). Они расположены только на выровненной поверхности водоразделов. В настоящее время на них выращиваются следующие сельскохозяйственные культуры: пшеница, ячмень, овес, рапс, сахарная свекла, бобовые (соя, горох), кукуруза, подсолнечник.

Залежи составляют незначительную часть территории — 0,947 км² (1,25%) и могут быть опять вовлечены в сельскохозяйственный оборот. Растительность залежей в основном представлена пырейным, чертополоховым, райграсовым сообществами.

Лесные экосистемы.

Естественные леса Куликова поля были сведены в период с конца XIX — начала XX веков в связи с ростом численности населения после отмены крепостного права (Наумов, 2017). В настоящее время леса произрастают преимущественно на склонах и верховьях балок, вдоль рек, иногда встречаются на основной поверхности локальных водоразделов, где являются сажеными по происхождению и образованы на месте вырубленных в прошлом лесов. Средний возраст лесных массивов на территории Куликова поля 50–65 лет. В составе таких насаждений дуб является преобладающей породой. Осина и ель встречаются реже, имеются единичные сосняки

с примесью клена остролистного. Лесная растительность представлена также липняками и липово-дубовыми лесами, которые встречаются редко на водоразделах. В древостоях в примеси к дубу иногда встречается береза пушистая и вяз шероховатый. Почти во всех массивах в небольших количествах встречается в подлеске бересклет бородавчатый и клен татарский, реже — терн, в небольших количествах — шиповник собачий. На склонах речных долин и в балках сформированы остепненные дубравы с участием в травостое лугово-степных видов. Вдоль рек растут черная ольха с участием ивы белой, а также сформированы заросли ивы пепельной с ветрофным влажнотравьем. Под лесами сохранились серые лесные, редко — черноземные почвы (Гоняный и др., 2007, Семенищенков, 2014).

Наиболее крупным на территории Куликова поля является лесной массив Водяное поле (памятник природы регионального значения), расположенный на склоне ручья Нижний Дубик и распространяющийся в восточном направлении на водораздел. Площадь 1,152 км². Среди саженных культур представлены посадки ели (возраст около 70 лет) с примесью сосны и мелколиственных пород. Наиболее часты сообщества ельника с кленом и дубом, реже представлены формации клена остролистного и дуба черешчатого. В подлеске имеются бересклет бородавчатый, малина, жестер слабительный, ирга, бузина красная, крушина слабительная, терн, черная и красная смородина, жимолость татарская. (Семенищенков, 2014). Опушка образована сосной обыкновенной и зарастает молодыми особями семенного происхождения, кустами жимолости татарской, яблони ранней, жестера слабительного и реже терна (Памятники..., 2016). В составе травяного яруса отмечены устойчивые к зате-

нению щитовник мужской, пролесник многолетний и светолюбивые сныть огородная, а также луговые виды (Волкова, Шереметьева, 2007).

Загорьевский лес. Площадь 0,389 км². Основные породы — дуб и клен остролистный с примесью многих лиственных пород. В подлеске произрастают бересклет бородавчатый, жестер слабительный, калина обыкновенная, местами много терна колючего. Травяной покров отличается мозаичностью, обусловленной условиями освещения, увлажнения, экспозицией и крутизной склона. На юго-западной опушке лес имеет выраженный облик дубрав лесостепи (Памятники..., 2016).

Разуваев лес (памятник природы регионального значения), площадь 0,069 км². Представляет собой дубовый лес с примесью березы бородавчатой, рябины, черемухи обыкновенной, встречаются кусты бересклета бородавчатого и жестера слабительного. Высота деревьев дуба составляет 12–15 м, диаметр до 50 см. Подрост представлен только особями дуба. Травяной покров представляет собой обедненный вариант травяного покрова остепненных дубрав. Здесь отмечены жимолость татарская, пиретрум щетковый, подмаренник северный, лапчатка белая, ластовень ласточкин, в верховьях балки сформированы луговые ценозы (Волкова, Шереметьева, 2007).

Дубрава памятника природы регионального значения «Татинки» площадью 0,022 км² располагается на плакоре в верхней части склона долины р. Дон в 1,5 км к востоку от д. Татинки и представляет собой полезащитную средневозрастную (около 50 лет) дубовую посадку с примесью черемухи и клена остролистного, яблони ранней, ивы козье с подлеском из различных кустарников. В травяном покрове присутствуют виды лесостепных дубрав — осока горная, медуница узколистная, чина гороховидная и др. (Памятники..., 2016).

Защитные лесополосы занимают 0,946 км² (1,25%). Их с конца 1940-х годов высаживали местные колхозы. В основной массе в этих посадках были представлены породы дуба, березы, тополя, акации желтой. Широко использовались быстрорастущие кустарники и породы деревьев, нетипичные для данной местности: тополь, пузыреплодник, клен остролистный и другие (Наумов, 2017).

Участки восстановления лесной растительности занимают площадь 0,468 км² (0,62%). В 2005–2006 гг., следуя карте реконструкции ландшафта времени Куликовской битвы, на территории 0,241 км² были произведены посадки дуба черешчатого, ясени обыкновенного липы сердцевидной, клена остролистного. В настоящее время происходит смыкание крон деревьев.

Водные объекты.

Водные объекты имеют площадь 0,389 км² (0,52%) и представлены реками, прудами и болотом.

По территории достопримечательного места протекают реки Дон, Непрядва, берут начало река Смолка и ручей Нижний Дубик. Все они относятся к бассейну Азовского моря. Река Дон здесь не полноводна, ее ширина до слияния с р. Непрядвой не превышает 25 метров, после слияния местами достигает 45 метров. Река Смолка берет свое начало в д. Моховое, вытекает из каскада двух прудов. Река протекает по центральной части территории, огибая водораздел. Питание реки происходит за счет родников, грунтовых и паводковых вод в весенний период. В летний и осенний меженные периоды русло реки может пересыхать. Ручей Нижний Дубик протекает по западной части достопримечательного места, впадает в р. Непрядва.

Пруды находятся в основном в верховьях балок, образованы земляными плотинами.

Болото Подкосьюмово находится в пойме р. Непрядва. Болото является памятником природы регионального значения и имеет площадь 0,045 км². Представляет собой евтрофное болото с однородной торфяной залежью глубиной 1,2 метра низинного типа. Растительность болота представлена хвощовыми, таволгово-хвощевыми, осоково-хвощевыми, рогозово-осоковыми, хвощево-камышовыми и камышовыми сообществами. Флористический список насчитывает 37 видов сосудистых растений (Волкова, 2007).

Заключение

Работа по оценке экосистемного разнообразия территории Государственного музея-заповедника «Куликово поле» с использованием геоинформационных систем позволила выделить

различные типы экосистем, определить их пространственное расположение и площади. Почти половина земель находится в сельскохозяйственном использовании, вторыми по площади являются территория естественного восстановления степной растительности и экспериментальные поля, а также луга, лесистость территории составляет менее 6%.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ в рамках проекта № 19-44-710001 «Растительный покров Куликова поля и его динамика под действием природных и антропогенных факторов как основа для разработки подходов по сохранению и восстановлению ландшафтного и биологического разнообразия лесостепных регионов Европейской России».

Видовое разнообразие лесных болотных биотопов (болото «Чертово», заказник «Озеры», Беларусь)

Созинов О. В., Рымша О. С.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы;
г. Гродно, Республика Беларусь,
ledum@list.ru, olia.rymsha@mail.ru

Резюме. Проведена оценка фиторазнообразия и изменчивости видового состава лесного верхового болота «Чертово» в Гродненском районе Беларуси (заказник «Озеры»). Выявлено 29 видов сосудистых растений, из которых 16 видов отмечены на пробных площадях. На изменчивость видового состава, а также на видовое разнообразие (индекс Шеннона) наибольшее влияние оказывают такие факторы, как общая минерализация и интенсивность окраски болотных вод, что прямо пропорционально содержанию гуминовых кислот. Установлено, что видовой состав *Pinetum ledosum* на долготном градиенте длиной 1600 км меняется при стабильном участии доминирующих видов.

Summary. Sozinov O. V., Rymsha O. S. **Species diversity of forest marsh biotopes (swamp «Chertovo», «Ozyory» reserve, Belarus).** A research of the phytodiversity and variability of the species composition of the forests swamp "Chertovo" in the Grodno region of Belarus ("Ozyory" reserve) was conducted. We identified 29 species of vascular plants, 16 species of which are marked on trial plots. As a result of correlation analysis and analysis of variance, it was found that the variability of the species composition, and the same on the species diversity (Shannon index) is most influenced by such factors as total mineralization and color intensity of bog waters, which is directly proportional to the content of humic acids. It has been established that the species composition of the *Pinetum ledosum* on a longitudinal gradient of 1600 km varies with the stable participation of the dominant species.

Болота встречаются почти во всех географических зонах Земли [1]. Они играют ключевую роль в биосфере, имеют важное научное и хозяйственное значения. На болотах произрастают ценные лекарственные и пищевые растения. Исходя из этого, в Беларуси с 1960-х годов начинались работы по сохранению значимых болотных массивов, в первую очередь путем создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ) — гидрологических заказников [2].

В настоящее время одной из ключевых ООПТ Республики является Республиканский ландшафтный заказник «Озеры», который расположен на территории Гродненского и Щучинского районов Гродненской области. Он образован в целях сохранения в естественном состоянии ценных лесных и озерных экологических систем и уникальных природно-ландшафтных комплексов, растений и животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Общая площадь заказника составляет 23870,9 га [3].

Целью нашего исследования являлось изучение изменчивости видового разнообразия и богатства на территории верхового лесного болота «Чертово» в Республиканском ландшафтном заказнике «Озеры», а также закономерностей изменения видового состава сосняков багульниковых на градиенте континентальности.

В июле 2018 года проведены сбор, определение [4,5,6,7] и гербаризация высших сосудистых растений и мохообразных в пределах всего болота, также проведено геоботаническое описание по [8] и изучено видовое богатство и его изменчивость относительно факторов среды на 15 постоянных пробных площадях (400 м², год закладки — 2013 г.) [9,10] в заказнике «Озеры» в пределах болота «Чертово» (UTM: 35ULV₁). Болото «Чертово» с одноименным дистрофным озером находится

в западной части заказника и представляет собой заболоченное понижение площадью ~1 км², окруженное золовыми грядами. Растительность представляла собой в доминирующем большинстве сосняки сфагновые с древостоем IV–V(V^A) класса бонитета, высотой 8–16 м и возрастом 70–120 лет [10].

Для статистической обработки данных использовали базовую статистику, корреляционный, дисперсионный анализы в программе STATISTICA 10. Расчет индексов видового разнообразия проводили в программе PAST 3.0 [11].

Анализ фитоценозов болота «Чертово». В результате анализа полученных данных выявлено 29 видов высших растений, из которых 4 вида древесных растений, 9 видов кустарников и кустарничков, 6 видов травянистых растений, 9 видов мохообразных. Наиболее многочисленными в видовом отношении среди высших сосудистых растений являются 4 семейства: *Ericaceae* (7 видов), *Cyperaceae* (3 вида), *Betulaceae* и *Pinaceae* (по 2 вида), они составляют 50% видового состава фитоценозов исследованного болота. Среди родов ведущее положение занимают 3: *Vaccinium* (3 вида), *Eriophorum*, *Betula* (по 2 вида). Они составляют 32% от видового состава фитоценозов. Доминирующими семействами среди мохообразных являются *Sphagnaceae* (3 вида), *Polytrichaceae* и *Hylocomiaceae* (по 2 вида). При сравнении видового разнообразия изученного болота с флористическим составом болотных сосняков (сосняк осоковый, сосняк багульниковый, сосняк сфагновый) Полесья и Поозерья Беларуси выявлено наибольшее сходство с болотными сосняками Поозерья — 71–90%, чем с верховыми болотами Белорусского Полесья — 65–74% [12].

Анализ геоботанических описаний в пределах пробных площадей показал наличие 13 видов высших сосудистых

растений и 7 видов мохообразных, что составляет 68,9% от выявленного видового состава всего болота. Соответственно, метод пробных площадей в объеме до 1% от изучаемой площади не эффективен для выявления полного видового состава всей изучаемой территории. По обилию и встречаемости доминируют: *Ledum palustre* (19,7%, 89%), *Vaccinium uliginosum* (10,8%, 57%), *Eriophorum vaginatum* (11,1%, 62%), *Oxycoccus palustre* (11,2%, 62%), *Sphagnum magellanicum* (37,2%, 74%), *Sphagnum angustifolium* (19,7%, 67%).

Выявлено влияние экологических факторов и таксационных показателей на изменчивость видового состава (R_s – коэффициент корреляции Спирмена, η^2 — сила влияния фактора, t_k — коэффициент линейности): кислотность болотных вод ($R_s=0,3$, $\eta^2=8\%$, $t_k=3,69$), общая минерализация болотных вод ($R_s=0,14$, $\eta^2=26\%$, $t_k=3,83$), относительная освещенность ($R_s=0,28$, $\eta^2=20\%$, $t_k=3,71$), интенсивность окраски болотных вод, что прямо пропорционально содержанию в ней гуминовых кислот ($R_s=-0,26$, $\eta^2=28\%$, $t_k=3,74$) (рисунок), бонитет ($R_s=0,17$, $\eta^2=4\%$, $t_k=3,81$), запас древостоя ($R_s=-0,11$, $\eta^2=11\%$, $t_k=3,85$). Показана нелинейная связь (по t_k) видового состава с экологическими и таксационными показателями биотопов.

Примечание: Mean — среднее значение показателя на градиенте фактора; Min-Max — минимальное и максимальное значение показателя на градиенте фактора.

Рисунок. Изменчивость плотности видового разнообразия на градиенте интенсивности окраски болотных вод

Степень видового разнообразия (по индексу Шеннона) варьирует в пределах 1,9–2,2, индекс выровненности 0,7–0,9, индекс видового богатства 1,3–1,8, индекс Бергера-Паркера (степень доминирования) 0,2–0,3 (таблица 1). Наибольшая степень фиторазнообразия (индекс Шеннона) характерна

для *Pinetum eriophoso-sphagnosum*.

В результате попарного сравнения степени фиторазнообразия (по индексу Шеннона) фитоценозов достоверных различий (на 5% уровне) между сообществами не выявлено, что является логичным следствием биотопической однородности болота.

Отмечено влияние экологических и таксационных показателей на степень фиторазнообразия (по индексу Шеннона): кислотность болотных вод ($R_s=-0,24$, $\eta^2=31\%$), общая минерализация болотных вод ($R_s=0,40$, $\eta^2=82\%$), жесткость болотных вод ($R_s=0,29$, $\eta^2=48\%$), относительная освещенность ($R_s=-0,08$, $\eta^2=52\%$), интенсивность окраски болотных вод, что прямо пропорционально содержанию в ней гуминовых кислот ($R_s=0,23$, $\eta^2=83\%$), высота ($R_s=0,17$, $\eta^2=38\%$), возраст ($R_s=0,04$, $\eta^2=33\%$) и запас древостоя ($R_s=0,05$, $\eta^2=42\%$). Между минерализацией и интенсивностью окраски болотных вод установлена невысокая положительная корреляционная связь ($R_s=0,30$).

Анализ видового состава сосняков багульниковых на градиенте континентальности. В ассоциацию *Pinetum ledosum* (=тип леса по ТКП [13]) мы включили следующие изученные нами сообщества: *Pinetum fruticulososphagnosum*, *Pinetum ledoso-sphagnosum*, *Pinetum betuletoso-fruticulosum*, *Pinetum eriophoso-sphagnosum*. Для сравнения видового состава исследуемой ассоциации мы выбрали *Ledopalustrii-Pinetum sylvestris* [14] (*Ledo-Pinetum* [15]), сообщества которой расположены на долготном градиенте протяженностью около 1600 км: от СЗ части Беларуси до ЮВ части Марий Эл в пределах подтаежной подзоны растительности на границе с подзоной широколиственных лесов.

В результате сравнения видового состава живого напочвенного покрова сосняков багульниковых мы выявили, что с усилением континентальности

сходство сравниваемых сообществ меняется: СЗ части Беларуси с СВ районами Брянской области – 62,5%, СЗ части Беларуси с Нижегородской областью – 40 %, СЗ части Беларуси с ЮВ частью Марий Эл – 21,3 %. Аналогичная тенденция наблюдается в моховом ярусе: СЗ части Беларуси с СВ районами Брянской области – 66,6 %, СЗ части Беларуси с Нижегородской областью – 40 %, СЗ части Беларуси с ЮВ частью Марий

Эл – 13,2 %. Однако сообщества по доминирующим видам имеют высокое сходство – 80 % (таблица) – при устойчивом участии в древесном ярусе *Pinus sylvestris*. Соответственно, видовой состав травяно-кустарничкового и мохового ярусов сосняков багульниковых меняется на градиенте континентальности при сохранении ценотического положения доминирующих видов.

Таблица. Встречаемость доминирующих видов травяно-кустарничкового яруса сосняка багульникового

Вид	¹ <i>Pinetum ledosum</i> (Беларусь, Гродненская область, 3 часть) N53°48', E24°06'	² <i>Ledo palustris-Pinetum sylvestris</i> (Россия, Брянская обл., СВ районы) [14] N52°45', E33°42'	³ <i>Ledo palustris-Pinetum sylvestris</i> (Россия, Нижегородская обл.) [14] N55°30', E44°30'	⁴ <i>Ledo-Pinetum</i> (Россия, Марий Эл, Нацпарк «Марий Чодра») [15] N56°09', E48°22'
	Класс константности			
<i>Ledum palustre</i>	V	V	V	IV
<i>Vaccinium uliginosum</i>	III	III	V	II
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	-	-	V	-
<i>Andromeda polifolia</i>	II	-	I	IV
<i>Eriophorum vaginatum</i>	IV	V	V	V
<i>Oxycoccus palustris</i>	IV	V	III	-

Примечание. Постоянство, или константность: I-й класс постоянства – встречаемость вида до 20 %, II-й класс – 21–40 %, III-й класс – 41–60 %, IV-й класс – 61–80 %, V-й класс – 81–100 %. ¹ – n=10, ² – n=10, ³ – n=8, ⁴ – n=9.

По результатам сравнения сообществ *Pinetum ledosum* в различных географических точках высокую стабильную встречаемость (IV–V класс константности) имеют *Ledum palustre* и *Eriophorum vaginatum*. Наименьшая константность *Vaccinium uliginosum* отмечена в более континентальном климате (национальный парк «Марий Чодра»). Аналогичная тенденция у *Oxycoccus palustris* при отсутствии

его на территории Национального парка «Марий Чодра». *Chamaedaphne calyculata* встречен в сосняках багульниковых только на территории Нижегородской области как вид с бореальным северным ареалом [16]. *Andromeda polifolia* встречается (кроме северо-востока Брянской области) во всех сравниваемых сообществах при максимальной встречаемости в Национальном парке «Марий Чод-

ра). *Sphagnum magellanicum* отмечен во всех сравниваемых сообществах с V–III классом постоянства, при этом III класс отмечен при более континентальном климате (национальный парк «Марий Чодра»).

Таким образом, изученные фитоценозы болота Чертово сформированы 13 видами сосудистых растений и 7 видами мохообразных. Доминирующими семействами являются: *Ericaceae* (7 видов), *Sphagnaceae* (3 вида). Доминирующие виды: *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustre*, *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum angustifolium*.

Для растительных сообществ в пределах изученного болота характерна высокая степень общности (по индексу Шеннона). На изменчивость видового состава наиболее сильное влияние из изученных факторов оказывают химические показатели болотных вод. Сообщества сосняка багульникового на долготном градиенте характеризуются изменчивостью видового состава живого напочвенного покрова: сходство 21,3–62,5 %, в том числе видовой состав мохового яруса 13,2–66,6 % при стабильном видовом составе древесного яруса.

Список литературы

1. Денисенков, В.П. Основы болотоведения / В.П. Денисенков. — СПб: изд. С. — Петерб. ун-та, 2000. — 224 с.
2. Козулин, А.В. Болота Беларуси / А.В. Козулин, Н.И. Тановицкая, Н.Н. Бамбаков. — Минск, 2017. — 105 с.
3. Заповедные территории Беларуси / Сост. П.И. Лобанок. — Минск: БелЭнц. им. П. Бровки, 2008. — 416 с.
4. Определитель высших растений Беларуси. / Под ред. В.И. Парфёнова. — Минск: Дизайн ПРО, 1999. — 472 с.
5. Носкова, М.Г. Полевой атлас-определитель сфагновых мхов таежной зоны Европейской России / М.Г. Носкова — Тула: Аквариус, 2016. — 112 с.
6. Рыковский, Г.Ф. Флора Беларуси. Мохообразные: в 2 т. / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский; Под ред. В.И. Парфёнова. — Минск: Технология, 2004. — Т. 1: *Andreaeopsida* — *Bryopsida* — 437 с.
7. Рыковский, Г.Ф. Флора Беларуси. Мохообразные: в 2 т. / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский; Под ред. В.И. Парфёнова. — Минск: Технология, 2009. — Т. 2: *Heptaticopsida* — *Sphagnopsida* — 213 с.
8. Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза: Методические рекомендации. Учебно-методическое пособие. СПб, 2008. 71 с.
9. Белова, Е.А. Геоботаническая характеристика болотных фитоценозов в условиях ландшафтного заказника «Озёры» / Е.А. Белова, М.А. Матюх, О.В. Созинов // Научная Украина: материалы всеукраинской студ. науч. конф. с междунар. участием, Днепропетровск, 25 мая 2015 г. / «SeKum Software», Ураин. гос. хим. — тех. ун-т; редкол.: Воробьева М.И. [и др.]. — Днепропетровск, 2015. — С. 67–70.
10. Созинов, О.В. Оптимизация оценки урожайности сырья *Ledum palustre* (*Ericaceae*) на ключевом участке / О.В. Созинов // Растительные ресурсы. 2015. Том 55, вып. 2. — С. 213–220.

11. Hammer, Ø., PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. A.T. Harper, P.D. Ryan. // Paleontological Electronica. — 2001. Vol. 4, No. 1. — P. 9

12. Рымша О.С. Флористический состав болотных фитоценозов (болото «Чёртово», заказник «Озёры», Беларусь) // Природа, человек и экология: сб. тез. докл. VI Респ. Науч. — практ. конф. молодых ученых, Брест, 28 марта 2019 г. / Брест. Гос. ун-т им. Пушкина; редкол.: С.М. Ленивко [и др.]; под общей ред. С.Э. Карозы. — Брест: БрГУ, 2019. — С. 87.

13. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Правила выделения типов леса / Технический кодекс установившейся практики 587–2016 (33090) / Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, 2017. — 44 с.

14. Определитель типов леса Европейской России / Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН// Леса южной тайги и подтайги/ Секция сфагновая/ Подсекция кустарниково-сфагновая [Электронный ресурс]. — 2012–2014. — Режим доступа: http://www.cepl.rssi.ru/bio/forest/2_sphagnosa_frut.htm — Дата доступа: 25.05.2019.

15. Ценофонд лесов Европейской России/ Институт географии РАН, лаб. биогеографии// Южная тайга и подтайга/ Типологическая структура/ *Pineta sylvestris fruticoso-sphagnosa* [Электронный ресурс]. — 2005–2012. — Режим доступа: http://cepl.rssi.ru/bio/flora/forestype3_pin_frut_sph.html — Дата доступа: 25.05.2019.

16. Den virtuella floran/ [Naturhistoriska riksmuseet](http://naturhistoriska.riksmuseet.se)// *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench [Электронный ресурс]. — 2017. — Режим доступа: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/erica/chama/chamcal.html> — Дата доступа: 27.05.2019.

Проблемное поле сохранения бриокомплексов на фортификационных сооружениях Беларуси

Сакович А. А.¹, Рыковский Г. Ф.²

¹Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Гродно, Беларусь,
e-mail: anastasia_pryaz@inbox.ru

²Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: dr.rykovsky@yandex.ru

Резюме. В статье рассмотрены наиболее рациональные способы сохранения мест произрастания редких и реликтовых видов мохообразных на фортификационных сооружениях с учетом их исторической и ботанической ценности. Разработан комплекс зоологических мероприятий. Отмечены проблемы, возникающие в процессе разработки, сохранения и мониторинга редких видов мохообразных.

Summary. Sakovich A. A., Rykovskij G. F. **The problematic field of conservation of bryocomplexes at the fortifications of Belarus.** The article discusses the most rational ways of preserving the growing places of rare and relict species of bryophytes on fortifications, taking into account their historical and botanical value. A complex of zoological events has been developed. The problems arising in the process of development, preservation and monitoring of rare species of bryophytes are noted.

Мохообразные, как и другие растения, подразделяются на ценофилы и ценофобы, в связи с чем подход к их сохранению не может быть однозначным. Прежде всего это касается видов, которые исторически сформировались как неотъемлемая часть определенных фитоценозов (ценофилы), так как для их долговременного сохранения необходима охрана соответствующих растительных сообществ в их взаимосвязи и динамике. Это особенно важно в связи с односторонним сокращением формового разнообразия мохообразных и отсутствием пополнения бриоразнообразия за счет адвентивных видов. Что касается мохообразных ценофобов, которых среди мхов в связи с их стратегиями имеется большое количество, сокращение их распространения и элиминация происходит вследствие широкого окультуривания участков, не занятых природными сообществами (совершенствование агротехники, использование минеральных удобрений, гербицидов и др.). Сокращение бриоразнообразия как ценофилов, так и ценофобов представляет собой опасность для функционирования природных экосистем.

Охрана мохообразных, как и всех криптогамов в целом, во всем мире является сложным и открытым вопросом. Это связано в первую очередь с основными жизненными стратегиями мохообразных, отражающимися, прежде всего, в подчиненном их положении в большинстве экосистем и, как следствие, на особенностях развития и адаптации мохообразных. В частности, высокое биоразнообразие редких видов мхов неоднократно отмечалось и отмечается на субстратах, на которых ослаблена или отсутствует конкуренция — в антропогенных местах обитания либо местах, приуроченных к повышенной антропогенной нагрузке, что вызывает дополнительные слож-

ности в применении режимов охраны [1, 2]. К таким местам произрастания следует относить мезоместообитания, которые характеризуются высокой гетерогенностью: пашни, известковые карьеры, старые бетонные конструкции, скальные обнажения и микроместообитания — камни, расщелины камней, фундаменты зданий, обломки асфальта, шифера и другие. Применение режимов охраны осложняется еще и тем, что в таких местообитаниях охраняемые либо редкие виды мохообразных характеризуются невысокими ценотическими параметрами.

Цель данной работы состоит в выявлении способов и мер охраны мест произрастания мохообразных на фортификационных сооружениях Беларуси с учетом культурно-эстетических особенностей данных конструкций.

Основные задачи: анализ видового бриоразнообразия сооружений, определение наиболее эффективных способов охраны для мохообразных с учетом их биологических особенностей, а также выявление основным проблем, препятствующих эффективной охране мохообразных.

Нами проведено обширное исследование бриокомпонента старых бетонных комплексов антропогенного характера — фортификационных сооружений Беларуси времен Первой и Второй мировых войн [3–5]. Данные сооружения, являясь аналогами карбонатных горных пород, представляют собой специфические экотопы как объекты антропогенных мезоместообитаний с повышенной гетерогенностью среды. На сооружениях практически отсутствует конкурентное давление со стороны сосудистых растений, что позволяет мохообразным поселяться и произрастать здесь неопределенно долго. Данные свойства позволяют им аккумулировать высокое биоразнообразие видов, в том числе тех видов, для которых в Беларуси от-

существовали природные подходящие экотопы. Также фортификации, образуя системы сооружений (Гродненская крепость, Брестская крепость, «линия Молотова», «линия Сталина» и др.), формируют условия для миграционных возможностей видов. Это положительно проявляется в распространении и сохранении популяций редких и реликтовых видов мохообразных.

Показано, что изученные фортификационные комплексы характеризуются значительным видовым разнообразием (144 вида Bryobionta) относительно их площади (~0,08 км²) и большим числом эволюционно значимых видов мохообразных — 41 вид, что составляет 28% от всего состава данного бриокомплекса. Это подтверждает тезис о повышенном разнообразии видов в антропогенных и одновременно высоко мозаичных местообитаниях [1, 2]. Примерно такова же доля редких видов в составе бриофлоры Европы [6].

Из выявленных на фортификациях Беларуси редких видов подлежат охране и занесены в 4-е издание Красной книги Республики Беларусь [7] с I-ой категорией охраны (CR – виды, находящиеся на грани исчезновения) *Bryum warneum*, *Rhynchostegium murale*, со II-ой категорией (EN – виды, исчезающие) — *Bryum klinggraeffii*, *B. schleicheri*, *Pelekium minutulum*, *Tortella tortuosa*. К видам, находящимся в списке профилактической охраны, относятся *Encalypta streptocarpa* (LC), *Orthotrichum gymnostomum* и *O. patens* (DD – недостаточно изученные) [8, 9].

В Красную книгу Европы [6] занесены следующие виды: *Bryum warneum*, *B. uliginosum*, *Orthotrichum gymnostomum*, *O. patens*, *Stereodon fertilis*.

Отмечено, что некоторые виды, считавшиеся исчезнувшими с территории Беларуси, найдены нами на фортификациях — *Bryum warneum*, *B. uliginosum*, *Tortula mucronifolia*. Также имеются и та-

кие виды, которые значительно расширили за счет данного субстрата свое распространение на территории Беларуси — *Didymodon acutus*, *Schistidium crassipilum*, *Orthotrichum gymnostomum*, *O. striatum* др. Первая находка *Tortula mucronifolia* и *Sch. crassipilum* датируется 2007 г. (сборы А. Серегина, И. Серегинной) в окрестностях г. Гродно [10]. Некоторые виды, отмеченные впервые для фортификаций, более нигде не обнаруживаются — *Bryum warneum*, *Orthotrichum patens*, *Homalothecium lutescens*, *Ditrichum cylindricum*, *Dicranum fuscescens*, *Rhynchostegium murale* и др. Также помимо мохообразных на сооружениях отмечены редкие виды папоротников — *Polypodium vulgare* L. с IV-ой категорией охраны (NT), и *Asplenium trichomanes* L. (DD) — очень редкий, «пограничный», скальный вид, находящийся в списке видов дикорастущих растений и грибов, нуждающихся в профилактической охране.

Многие фортификации в настоящее время подвергаются повышенному антропогенному прессингу [9] в связи с развитием туристической сферы прежде всего в историческом аспекте, что негативно сказывается на популяциях редких и реликтовых видов мохообразных. Проведение работ по очистке сооружений для использования их в целях краеведческого туризма, несомненно, наносит существенный урон бриоразнообразию. В сложившейся ситуации возникает конфликт между краеведческим и экологическим туризмом. Исходя из необходимости сохранения популяций редких и охраняемых видов растений и мхов, поддержания устойчивого развития растительных сообществ, рекреационная и иная деятельность на их территории нуждается в регламентации. Мы разработали ряд рекомендаций по устойчивому использованию данных фортификаций как рефугиума для сохранения редких сообществ мохообразных и некоторых

сосудистых растений как ландшафтно-архитектурных объектов, особенно в северо-западной части Беларуси, без разрушения сложившихся в течение длительного периода природно-антропогенных комплексов. Эти уникальные сооружения представляют собой несомненный интерес для экотуризма в природоведческом аспекте и как экскурс в историческое прошлое страны.

Так как фортификации внесены в число редких биотопов Беларуси [11], действующий режим охраны и использование территории сооружений должны обеспечивать, с одной стороны, сохранность и целостность биотопов, целостность растительного покрова, стабильность гидрологической экосистемы и ландшафта вокруг сооружений, культурно-эстетическую ценность как уникального историко-культурного объекта. С другой стороны, здесь должна продолжаться в разумных пределах туристическая деятельность, не наносящая ущерба охраняемым биотопам, сообществам и популяциям растений и мохообразных, направленная на рациональное и эффективное использование биотопов.

В связи с этим рекомендуется использовать следующий комплекс ограничений и запретов.

1. Сохранение естественного природного комплекса вокруг фортификаций в целях обеспечения оптимальных режимов влажности и светового режима для нормального развития редких бриофитов, в том числе запрет на рубки главного пользования вокруг фортификаций, располагающихся в лесных фитоценозах, в радиусе 30–35 м. Исключение составляют плановые расчистки сооружений от кустарников для недопущения уничтожения популяций редких видов мохообразных.
2. Запрет палов травянистой растительности на фортах (дотах)

и вокруг них на расстоянии 30 м при расположении их в луговых фитоценозах.

3. Проведение ежегодных мероприятий по профилактике и недопущению пожаров в засушливый период.
4. Недопущение деструктивной рекреационной и другой антропогенной нагрузки на фортификации.
5. Запрет на расчистку фортов и дотов от обрастаний мохообразными.
6. Недопущение засорения бытовым мусором территории на фортификациях и вокруг них в радиусе 45 м.
7. Запрет на гидромелиоративные и земляные работы, изменяющие ландшафт.

Также в пределах сооружений запрещается размещение промышленных предприятий, жилой застройки, помещений для временного проживания (садовый домик, дача); возведение линий электропередачи, дорог, прокладка трубопроводов и других инженерных коммуникаций; разработка месторождений общераспространенных полезных ископаемых на территории, где располагаются сооружения, должны осуществляться в соответствии с законодательством Республики Беларусь по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь.

Запрет на разбивку туристических лагерей, разведение костров, стоянку автомобилей в местах, не предназначенных для этих целей.

Однако следует отметить основные способы охраны мест произрастания редких видов растений, реализующиеся в Беларуси, с целью выявления наиболее эффективных режимов охраны

для мохообразных, учитывая их биологические особенности.

В целом охрана мохообразных в Республике Беларусь происходит совместно с охраной сосудистых растений, прежде всего на территориях, объявленных особо охраняемыми (ООПТ) (заповедник, национальные парки, заказники, памятники природы местного значения) в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях». Однако отмечаются некоторые недоработки в режимах охраны ООПТ, в результате которых не осуществляется должное сохранение мест произрастания охраняемых видов растений, в том числе и мохообразных, либо охрана производится частично. Исключение составляет заповедник, на территории которого объявлен полный заповедный режим [12]. Наиболее эффективная охрана видов в нашей стране осуществляется посредством оформления паспорта места произрастания редкого вида растений и охранного обязательства, в результате которого землепользователь осведомляется о местах произрастания редких видов растений. Далее землепользователи обязуются в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 июля 2014 г. № 674 в (Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь, 17.07.2014 г., 5/39130) осуществлять мониторинг и охрану мест произрастания редких видов, исполняя предложенные рекомендации. Однако, как показывает практика, осуществляется данный мониторинг не всегда должным образом.

В результате чего нами выделен ряд факторов, которые препятствуют соответствующей охране выявленных мест произрастания редких видов мохообразных: 1) малые размеры мохообразных; 2) совместное произрастание видов мхов, что затрудняет разделение на виды; 3) сложность идентификации мхов в полевых условиях, особенно

если это необходимо сделать специалисту не бриологического профиля, в некоторых случаях даже специалисту необходимо микроскопирование; 3) низкой конкурентной способностью мхов и 4) высокой чувствительностью к загрязнению экзогенной среды, в результате чего вид может довольно быстро выпадать. Также нередко отмечается отсутствие контроля и мониторинга за охраняемыми местами обитания, вероятно, из-за выше перечисленных причин. Для решения данной проблемы нами предлагается применение дополнительных мероприятий для более четкого обозначения мест произрастания редких видов мохообразных. Мы предлагаем обязательную установку граничных знаков и информационных стендов, которая в 80% случаев решит проблемы сохранения мохообразных. Для сооружений дополнительной мерой обозначения редких видов обоснованной является именно установка информационных стендов, особенно для самых крупных конструкций, которые являются наиболее привлекательными с туристической точки зрения. К таким сооружениям стоит отнести Гродненскую крепость, которой присвоен статус «Памятник природы местного значения» решением Гродненского районного исполнительного комитета от 12 февраля 2018 г., некоторые форты Брестской крепости, ряд сооружений «линии Молотова» и «линии Сталина». Наиболее ценные, с точки зрения биоразнообразия, фортификации необходимо сохранять путем проведения соответствующих природоохранных мероприятий, которые ограничивают формирование последующих стадий сукцессии, как это принято и для других редких биотопов, которые за исторически долгое время сформировала хозяйственная деятельность человека (полуестественные луга, фенноскандинавские лесные пастбища)

Бетонные фортификации — это долговременный субстрат, дальнейшее существование которого во многом зависит от уровня и интенсивности антропогенной нагрузки. При отсутствии деструктивных хозяйственных мероприятий данные фортификационные комплексы просуществуют еще длительное время и далее будут способствовать как сохранению, так и расселению бриофитов. Пройдут десятки и даже сотни лет, прежде чем эти бетонные конструкции полностью покроются слоем почвы и зональной растительностью (лесной) [5, 8, 9, 11].

Таким образом, выявлены наиболее рациональные способы сохра-

нения мест произрастания редких и реликтовых видов мохообразных на фортификационных сооружениях с учетом их исторической и ботанической ценности. Проведен анализ видового бриоразнообразия сооружений, обозначены наиболее ценные виды мхов для Беларуси и Европы в целом. Разработан комплекс мер, который необходимо использовать в целях сохранения бриоразнообразия фортификаций. Отмечены проблемы, возникающие в процессе разработки, сохранения и мониторинга редких видов мохообразных.

Список литературы

1. Jukonene, I. The impact of antropogenic habitats on rare bryophyte species in Lithuania / I. Jukonene // *Folia Cryptog. Estonia*. — 2008. — 44. — P. 55–62.
2. Sobovljevic, M. Bryology and bryophyte protection in South-eastern Europe / M. Sobovljevic, A. Ganeva, E. Tsakin, S. Stefnut // *Biological Conservation*. — 2001. — 101. — P. 73–84.
3. Лютик, Д. Сто лет одиночества. Неизвестная крепость Российской империи / Д. Лютик, С. Пивоварчик, А. Семенчук. — Минск: Юстмаж, 2012. — 48 с.
4. Пивоварчик, С. А. Источники по истории строительства крепостей в Беларуси / С. А. Пивоварчик // *Гістарычная ўрбаністыка: асновы метадалогіі і крыніцазнаўчая база: зб. навук. арт.* / ГрДУ імя Я. Купалы; рэдкал.: І. В. Соркіна [і др.]. — Гродна: ГрДУ, 2011. — С. 344–350.
5. Сакович, А. А. Мохообразные-кальцефилы на фортификациях Беларуси / А. А. Сакович // *Бюллетень Брянского отделения РБО*. — 2017. — № 1 (9). — С. 13–22.
6. *Red Date Book of European Bryophytes*. — Trondheim, 1995. — 291 p.
7. **Красная книга Республики Беларусь:** редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений растения / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.). М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. — 4-е изд. — Минск: Беларус. Энцикл. імя П. Броўкі. — 2015. — 448 с.
8. Пряжникова (Сакович), А. А. Таксономический и созологический анализ бриофлоры фортификационных сооружений Гродненской крепости / А. А. Пряжникова, Г. Ф. Рыковский // *Сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси*. — Минск, 2010. — Вып. 38: Ботаника (исследования). — С. 43–55.
9. Сакович, А. А. Таксономический и созологический анализ бриофлоры долговременных оборонительных опорных пунктов заказника «Гродненская пушта» / А. А. Сакович // *Сб. науч. ст. / Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования*. — Минск, 2011. — Вып. 6. — С. 137–145.

10. Ignatova, E.A. New records from Grodno Province, Belarus / E.A. Ignatova, A.P. Seregin // *Arctoa*. — 2007. — № 16. — P. 210–211.

11. Редкие биотопы Беларуси / А.В. Пугачевский, И.Н. Вершицкая, М.В. Ермохин, И.М. Степанович, О.В. Созинов, А.А. Сакович, И.А. Рудаковский, А.В. Кулак, Д.В. Журавлев. — Минск: Альтиора–Живые краски, 2013. — 263 с.

12. Практика охраны природы: практическое руководство для хранителей / сост. А.В. Абрамчук. — Брест: Альтернатива, 2016. — 152 с.

Эколого-ценотическая характеристика насаждений естественного и искусственного происхождения на пространственно-временном градиенте сосняка мшистого (заказник «Гродненская Пуща»)

¹Созинов О. В., ²Садковская А. И

¹Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Беларусь, ledum@list.ru

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Беларусь, a_sadkovskaya@mail.ru

Резюме. Проведены геоботанические исследования разновозрастных сообществ сосняка мшистого на территории заказника «Гродненская Пуща». Выявлено 86 сосудистых растений, 22 вида мохообразных и 6 видов лишайников. Анализ эколого-ценотических групп показал, что на градиенте возраста древостоя доля борových и бореальных групп возрастает. Основным фактором, определяющим спектр эколого-ценотических групп, на наш взгляд, является режим освещенности, а в целом за формирование сосняка мшистого в первую очередь отвечают возраст древостоя, освещенность и трофность.

Summary. Sozinov O. V., Sadkovskaya A. I. **Ecological and coenotic characteristics of plantations of natural and artificial origin of different-age pine forests with mosses (reserve “Grodenskaja Puscha”).** Geobotanical studies were carried out in 2017–2018 in the territory of the landscape of republican importance. The floristic list of plant communities had 86 species of vascular plants, 22 species of mosses, 6 species of lichen were found in uneven-aged pine forests with mosses (within test areas). An analysis of ecological-coenotic groups showed that the proportion of boron and boreal groups increases on the gradient of the age of the stand. The main factor determining the spectrum of ecological-coenotic groups, in our opinion, is the light regime, and in general, for the formation of pine forests with mosses, first of all, the age of the stand, illumination and trophicity.

В Республике Беларусь на 2018 год лесистость составляет 39,8%, из них на сосновые леса приходится более 50%, которые составляют основу растительного покрова большинства особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Беларуси, одной из которых является ландшафтный заказник республиканского значения «Гродненская

Пуща» (20,5 тыс. га), располагающийся в Гродненском районе в приграничье с Польшей и Литвой и являющийся частью трансграничного лесного массива — Августовской Пущи (UTM: 34UFE3). Ценотическую структуру заказника формируют 23 растительных сообщества, охраняемых в Европейском союзе (согласно EEC Habitat Directive). В за-

казнике представлены почти все типы сосновых (12 типов) и березовых лесов, болот и лугов Беларуси, что является исключительно редким для ООПТ Беларуси. Основная часть растительности заказника представлена сосновыми лесами (89,1%), среди которых преобладающим типом леса является сосняк мшистый (*Pinetum pleuroziosum*: 63,8%).

Целью работы является изучение эколого-ценотической структуры насаждений естественного и искусственного происхождения на пространственно-временном градиенте сосняка мшистого.

Исследования проводили в конце июня — начале июля 2018 года на территории Гродненской Пущи, в ходе них нами сделаны сборы видов растений, которые хранятся в GRSU, MSK, LE и MW. Изучение лесных сообществ проводили методом пробных площадей (400 м², для живого почвенного покрова: 25 учетных площадок по 1 м²) [1]. Заложено 17 пробных площадей: 9 — насаждения естественного происхождения (I–VI класса возраста) и 8 — лесных культур (I–V класса возраста). Анализ эколого-ценотических групп проведен по [2].

На исследованных нами фитоценозах (в пределах пробной площади) выявлено 86 видов сосудистых растений, 22 вида эпигейных мхов и 6 лишайников. Все высшие сосудистые растения относятся к 40 семействам, из них наиболее крупными являются: Asteraceae (10

видов), Poaceae и Rosaceae по 9 видов в каждом, Ericaceae (5 видов), Betulaceae (4 вида), в каждое из семейств Fabaceae, Lycopodiaceae, Onagraceae, Violaceae входит по 3 вида, по 2 вида в семействах Campanulaceae, Caryophyllaceae, Convallariaceae, Cyperaceae, Pinaceae и Scrophulariaceae. Мохообразные представлены 10 семействами, из которых преобладающими являются Brachytheciaceae (7 видов), Hylocomiaceae (4 вида) и Polytrichaceae (3 вида). Выявленные лишайники относятся к семействам Cladoniaceae (5 видов) и Parmeliaceae (1 вид) [3].

Проанализировав эколого-ценотические группы сосудистых растений в естественных разновозрастных сосняках мшистых, мы установили, что преобладающими являются бореальная и боровая (47–87%), кроме сообществ на ранних стадиях деградации, в которых встречается американский представитель степной группы — *Oenothera biennis* (рис. 1). В молодняке преобладает луговая группа (42%), которая уменьшается до 5% по мере увеличения возраста древостоя, за исключением припевающего сообщества, в котором луговые виды отсутствуют (рис. 3.17). Доля неморальных (9–16%) и нитрофильных видов (4–14%) незначительна, абсолютно отсутствуют данные группы в спелом и средневозрастном сообществе соответственно.

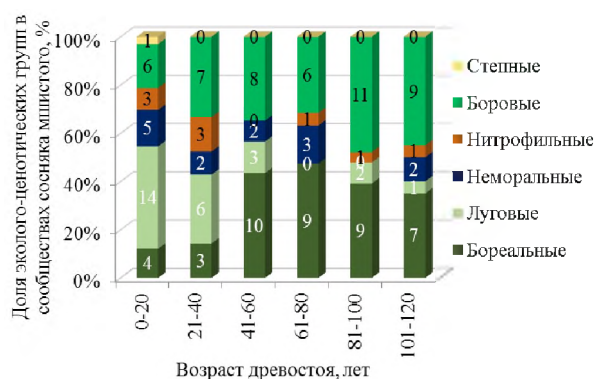


Рис. 1. Доля эколого-ценотических групп растений в насаждениях естественного происхождения сосняка мшистого

Основным фактором, регулирующим спектр ценогрупп, на наш взгляд, является уровень освещенности под пологом леса. Это подтверждается и на уровне анализа гелиоморф. Наибольшая доля гелиофитов в естественных сообществах характерна для молодняка (22%) и снижается по мере формирования древостоя [4]. Подтверждением служит также освещенность, измеренная инструментально,

и сквозистость в искусственных сообществах (рис. 2). Экологическая интерпретация ординации также служит подтверждением, согласно которому первая главная компонента определена как возраст древостоя, вторая — освещенность, третья — трофность. На градиенте возраста с уменьшением освещенности доля луговой эколого-ценотической группы уменьшается.

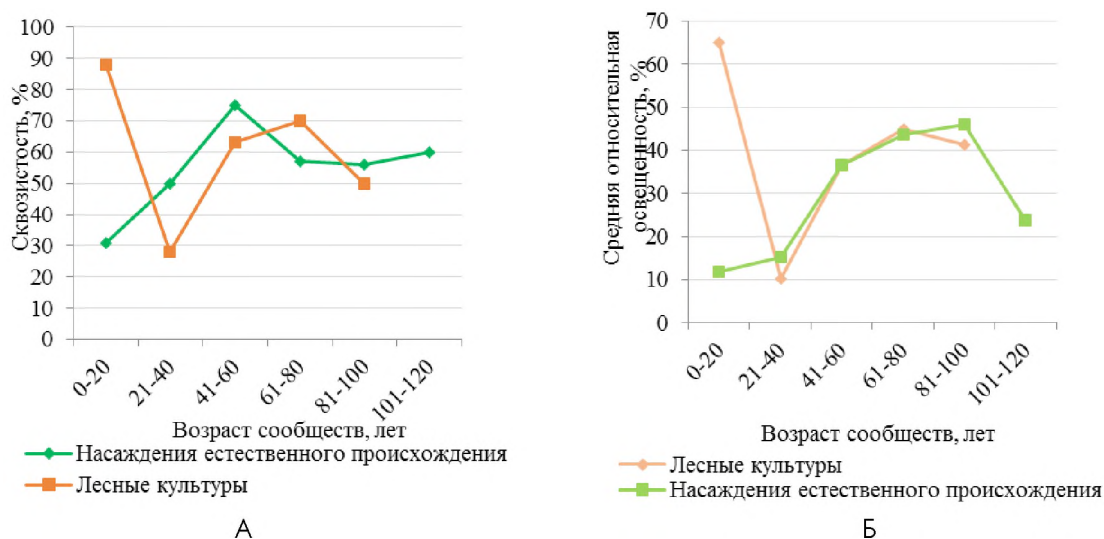


Рис. 2. Изменение условий сквозистости (А) и относительной освещенности (Б) в разновозрастных сообществах сосняка мшистого

Относительно всех изученных сообществ в естественных насаждениях представители нитрофильной группы встречаются в сообществах с относи-

тельно благоприятными почвенными условиями (таблица 1): гумус 1,29–2,49 %, P_2O_5 86–101 мг/кг, K_2O 32 мг/кг.

Таблица 1. Инструментально полученные почвенные факторы разновозрастных естественных и искусственных сообществ сосняка мшистого

Возраст древостоя, лет	Происхождение древостоя	pH	Гумус, %	P_2O_5 , мг/кг	K_2O , мг/кг
0–20	НЕП	3,92	2,58	38	32
	ЛК	4,29	1,51	79	62
21–40	НЕП	4,02	0,88	95	23
	ЛК	4,43	0,42	67	55
41–60	НЕП	4,03	1,57	66	19
	ЛК	4,04	1,53	93	15
61–80	НЕП	4,23	1,72	101	17
	ЛК	3,96	1,65	84	22
81–100	НЕП	4,19	1,29	86	13
	ЛК	4,03	1,54	51	28
101–120	НЕП	3,98	2,49	88	17

Примечания: НЕП – насаждения естественного происхождения; ЛК – лесные культуры; полужирным выделены высокие значения почвенных показателей для естественных сообществ

В результате анализа эколого-ценотических групп сосудистых растений пространственно-временного ряда лесных культур сосняка мшистого нами определено, что доля боровых и бореальных групп во всех сообществах составляет 79–83 %, за исключением молодняка, в котором доминируют 2 группы: бореальная и боровая (52 %) и луговая (41 %). Доля луговой группы уменьшается до 8 % на градиенте возраста древостоя и отсутствует

в приспевающем сообществе (рис. 3). Виды неморальной группы встречаются во всех сообществах в диапазоне 3–17 %. Степная эколого-ценотическая группа встречается только в молодом сообществе и представлена заносным видом *Oenothera biennis*. Аналогично естественным сообществам на градиенте возраста и с уменьшением освещенности доля луговой эколого-ценотической группы уменьшается (рис. 2, 3).

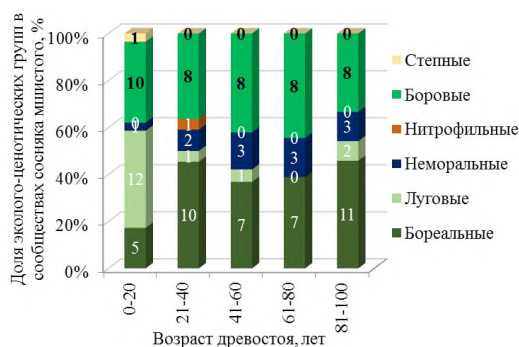


Рис. 3. Доля эколого-ценотических групп растений в сообществах сосняка мшистого искусственного происхождения

Таким образом, сравнение эколого-ценотических групп разновозрастных естественных и искусственных сообществ сосняка мшистого показало, что лесной (доминируют бореальная и боровая группы, $\Sigma=30-80\%$) живой-напочвенный покров формиру-

ется раньше в культурах сосны (26 лет), чем в естественных сообществах (57 лет). Ключевыми факторами формирования видового состава сосняка мшистого являются возраст древостоя, режим освещенности биотопа и трофность почвы.

Список литературы

1. Ипатов, В. С., Мирин, Д.М. Описание фитоценоза / В.С. Ипатов, Д.М. Мирин. — Санкт-Петербург, 2008. — 71 с.
2. Смирнов, В. Э., Ханина, Л. Г., Бобровский, М.В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа / В.Э. Смирнов, Л.Г. Ханина, М.В. Бобровский // Бюлл. МОИП, отд. биол. — 2006. — Том 111. — Вып.2. — С. 36–47.

3. Садковская, А.И. Таксономическая характеристика естественных и искусственных разновозрастных сосняков мшистых / А.И. Садковская / Природа, человек и экология: сб. тез. докл. IV Респ. науч. — прак. конф. молодых ученых, Брест, 28 марта 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина; редкол.: С.М. Ленивко, А.Н. Тарасюк, И.Д. Лукьянчик; под общ. ред. С.Э. Карозы. — Брест: БрГУ, 2019. — 119 с.

4. Садковская, А. И., Созинов О.В. Изменчивость спектра ценотических групп и экоморф пространственно-временного ряда сосняка мшистого (Гродненская Пуща) / А.И. Садковская, О.В. Созинов / От идеи — к инновации: материалы XXV Юбилейной междунар. студ. науч. — практ. конф., Мозырь, 26 апр. 2018 г. В 3 ч. Ч. 1 / УО МГПУ им. И.П. Шамякина; редкол.: В.Н. Навныко (отв. ред.) [и др.]. — Мозырь, 2018. — 265 с.

Эколого-фитоценологическая связь дикорастущих цветущих растений и полезных насекомых

Витион П. Г.

Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений. Министерство Образования, Культуры и Исследований Республики Молдова, Кишинэу, Республика Молдова;
e-mail: vitionpantelei@yahoo.com

Institut of Genetics, Physiology and Plant Protection, Chişinău, Republic of Moldova;
e-mail: vitionpantelei@yahoo.com

Резюме: Исследовалось распределение сообществ полезных насекомых в зависимости от фенофазы развития дикорастущих цветущей флоры и от количества нектара с цветка отдельной цветущей растительности. Максимальная динамика интенсивности привлечения насекомых опылителей и энтомофагов цветков дикорастущих флоры наблюдалось у следующих видов растений: *Carum carvi* L, *Daucus carota* L, *Leonorus cardiaca* L., *Melissa officinalis* L., *Urtica dioica* L, *Lamium album* L., *Potentilla anserina* L, *Cynoglossum officinale* L.

Summary: Vition P. G. THE ECOLOGICAL-PHYTOCENOLOGICAL RELATIONSHIP OF WILD-GROWING FLOWERING PLANTS WITH USEFUL INSECTS. We studied the distribution of communities of beneficial insects depending on the phenophase of development of wild-growing flowering flora and on the amount of nectar from a flower of a separate flowering vegetation. The maximum dynamics of the intensity of attracting pollinators insects and flower entomophages of wild flora was observed in the following plant species: *Carum carvi* L, *Daucus carota* L, *Leonorus cardiaca* L., *Melissa officinalis* L., *Urtica dioica* L, *Lamium album* L., *Potentilla anserina* L, *Cynoglossum officinale* L.

Изучение посещения цветков насекомыми-опылителями и энтомофагами по-

казало, что у разных видов насекомых существуют определенные предпочтения по отношению к тем или иным видам растений, которые к тому же меняются на протяжении лет. [1] Таким образом, вероятность обоснования полезных насекомых-опылителей

на определенной территории, а отсюда и видовой состав зависит от условий, прежде всего от наличия растений — энтомофауны, то есть от состава флоры и разных видов сельскохозяйственных культур [2]. Календарь цветения различных видов растений. I. Виды

растений [3], II. Период цветения (месяцы), III. Биоценотическая трофическая связь полезных насекомых с разных видов растений: 1. *Corydalis cava* L, март III декады — апрель, *Cantharidae*, *Coccinellidae*, *Syrphidae*; 2. *Scopolia carniolica* Jacq., апрель — май, *Tachinidae*, *Coccinellidae*, *Cantharidae*, *Syrphidae*; 3. *Adonis vernalis* L., апрель — май, *Apoidae*, *Syrphidae*, *Vespidae*, *Ichneumonidae*, *Cantharidae*; 4. *Pulmonaria officinalis* L., апрель — май, *Braconidae*, *Proctotrupoidea*, *Chalcidoidea*, *Syrphidae*, *Bombinae*, *Tachinidae*, *Vespidae*, *Cantharidae*; 5. *Arum-maculatum* L., апрель — май, *Syrphidae*, *Bombinae*, *Syrphidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Tachinidae*; 6. *Asperula odorata* L., апрель — май, *Bombinae*, *Vespidae*, *Tachinidae*, *Syrphidae*; 7. *Convallaria majalis* L., май, *Vespidae*, *Bombinae*, *Syrphidae*. 8. *Vincetoxicum minor* L., апрель — май — июнь, *Tachinidae*, *Vespidae*, *Apoidae*, *Syrphidae*; 9. *Carum carvi* L., май — июнь, *Proctotrupoidea*, *Mymaride*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Chrysopidae*, *Tachinidae*, *Coccinellidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*; 10. *Taraxacum officinale* Web., март — III декада июля, *Syrphidae*, *Vespidae*, *Bombinae*, *Cantharidae*, *Apoidae*; 11. *Melissa officinalis* L., июнь — август, *Braconidae*, *Chrysopidae*, *Tachinidae*, *Ceraphronidae*, *Coccinellidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*; 12. *Potentilla anserina* L., май — август, *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Chrysopidae*, *Tachinidae*, *Coccinellidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*; 13. *Syringa vulgaris* L, май, *Ichneumonidae*, *Vespidae*, *Braconidae*; 14. *Viola odorata* L., апрель, *Syrphidae*, *Vespidae*; 15. *Rosa canina*, май — I декада июня, *Vespidae*, *Syrphidae*, *Apoidae*; 16. *Cynoglossum officinale* L., май — июнь, *Apoidae*, *Tachinidae*, *Encyrtidae*, *Vespidae*, *Bombinae*, *Proctotrupoidea*, *Mymaride*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*; 17. *Delphinium consolida* L., июнь — август, *Braconidae*, *Chrysopi-*

dae, *Tachinidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*. *Ichneumonidae*; 18. *Valeriana officinalis* L., июль — август, *Cantharidae*, *Vespidae*; 19. *Humulus lupulus* L., июнь — август, *Tachinidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*. *Mymaride*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*; 20. *Coronilla varia* L., июнь — август, *Tachinidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*; 21. *Erysimum cheiranthoides* L., июнь — август, *Mymaride*, *Proctotrupoidea*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Tachinidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*, *Tachinidae*, *Encyrtidae*; 22. *Daucus carota* L., июнь — август; 23. *Onopordum acanthium* L., июнь — июль *Syrphidae*, *Vespidae*, *Bombinae*, *Apoidae*, *Cantharidae*; 24. *Leonurus cardiaca* L., июль — август, *Braconidae*, *Chrysopidae*, *Tachinidae*, *Coccinellidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*, *Ichneumonidae*; 25. *Filipendula hexapetala* Gilib., май — июнь, *Vespidae*, *Apoidae*, *Curculionidae*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*; 26. *Verbena officinalis* L., июнь — август, *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Syrphidae*, *Vespidae*, *Bombinae*; 27. *Colchicum autumnale* L., август — сентябрь, *Apoidae*, *Syrphidae*, *Vespidae*, *Bombinae*, *Proctotrupoidea*, *Mymaride*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*; 28. *Bidens tripartita* L., июль — сентябрь, *Vespidae*, *Bombinae*, *Syrphidae*, *Apoidae*; 29. *Urtica dioica* L., июнь — сентябрь, *Proctotrupoidea*, *Mymaride*, *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Chrysopidae*, *Tachinidae*, *Coccinellidae*, *Encyrtidae*, *Apoidae*, *Vespidae*, *Bombinae*; 30. *Prunus spinosa* L., апрель, *Vespidae*, *Aranea*, *Apoidae*, *Curculionidae*, *Formicidae*, *Dermaptera*; 31. *Equisetum arvense* L., июнь, *Odonata*; 32. *Galega officinalis* L., май — июнь, *Vespidae*, *Syrphidae*, *Bombinae*, *Apoidae*, *Braconidae*; 33. *Agropyron repens* (L). Beauv., июнь, *Scarabaeidae*, *Elateridae*, *Carabidae*; 34. *Trifolium pratense* L., июнь — август, *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Tachinidae*, *Coccinellidae*, *Encyrtidae*,

Apoidae, Vespidae, Bombina; 35. *Matricaria recutita* L., май — июнь, *Vespidae, Syrphidae, Bombinae, Apoidae, Cantharidae*; 36. *Lamium album* L., июнь — июль, *Proctotrupoidea, Mymaride, Ichneumonidae, Braconidae, Chrysopidae, Tachinidae, Coccinellidae, Encyrtidae, Apoidae, Vespidae, Bombinae, Cantharidae*; 37. *Robinia pseudo-acacia* L., май — июнь, *Vespidae, Syrphidae, Bombinae, Apoidae, Cantharidae*; 38. *Ficaria verna* Huds, апрель — май, *Syrphidae, Bombinae, Apoidae, Cantharidae, Vespidae*; 39. *Pimpinella saxifra-*

ga L., июнь — август, *Proctotrupoidea, Mymaride, Ichneumonidae, Braconidae, Chrysopidae, Tachinidae, Coccinellidae, Encyrtidae, Apoidae, Vespidae, Bombinae, Cantharidae*; 40. *Filipendula ulmaria* L., июнь — июль, *Syrphidae, Vespidae, Syrphidae, Apoidae*; 41. *Betonica officinalis* L., июнь — август, *Braconidae, Chrysopidae, Tachinidae, Coccinellidae, Encyrtidae, Apoidae, Vespidae, Bombinae, Ichneumonidae*.

Таблица 1. Распределение сообществ полезных насекомых в зависимости от фазы развития и роста дикорастущих цветущих растений

Таксономические группы	Фазы развития и роста растений		
	Бутонизации	Цветение	После цветения
<i>Vespidae</i>	3,58 %	8,37 %	2,15 %
<i>Chrysopidae</i>	1,44 %	3,34 %	1,19 %
<i>Syrphidae</i>	1,92 %	4,54 %	0,95 %
<i>Cantharidae</i>	0,83 %	1,43 %	0,47 %
<i>Staphylinidae</i>	0,59 %	0,80 %	0,22 %
<i>Anthocoridae</i>	2,75 %	2,0 %	1,05 %
<i>Tachinidae</i>	1,79 %	1,31 %	0,59 %
<i>Ichneumonidae</i>	1,43 %	2,87 %	2,0 %
<i>Braconidae</i>	1,07 %	2,27 %	1,05 %
<i>Chalcidoidea</i>	0,71 %	1,91 %	0,35 %
<i>Proctotrupoidea</i>	0,47 %	1,12 %	0,23 %
<i>Mymaride</i>	1,05 %	2,5 %	0,59 %
<i>Coccinellidae</i>	1,19 %	2,98 %	0,83 %
<i>Scelionidae</i>	0,83 %	2,39 %	0,50 %
<i>Encyrtidae</i>	0,59 %	1,31 %	0,35 %
<i>Apoidae</i>	1,52 %	5,0 %	1,21 %
<i>Bombinae</i>	2,43 %	6,6 %	1,67 %
<i>Elateridae</i> (имаго)	0,49 %	1,07 %	1,12 %
<i>Scarabaeidae</i> (имаго)	0,74 %	1,25 %	0,36 %
<i>Curculionidae</i>	1,06 %	1,90 %	0,49 %

В зависимости от фазы развития флоры максимальная динамика посещения насекомыми цветков дикорастущих растений наблюдалась

в период цветения у следующих таксономических групп насекомыми *Vespidae, Bombinae, Apoidae* и минимальная – *Staphylinidae* (табл. 1).

Таблица 1. Динамика насекомых в зависимости от относительного количества нектара с цветка отдельной группы цветущей растительности (2014–2016 гг.)

Группы насекомых	Количество нектара в цветке в начале цветения, мг	Динамика насекомых, %	Количество нектара в цветке в массовом цветении, мг	Динамика насекомых, %	Количество нектара в цветке в конце цветения, мг	Динамика насекомых, %
<i>Melissa officinalis L.</i>						
<i>Hymenoptera</i>	0,1 мг	2,7%	0,3 мг	5,2%	0,03 мг	1,5%
<i>Diptera</i>	0,1 мг	1,0%	0,3 мг	2,0%	0,03 мг	0,6%
<i>Lepidoptera</i>	0,1 мг	1,5%	0,3 мг	1,8%	0,03 мг	1,0%
<i>Heteroptera</i>	0,1 мг	0,7%	0,3 мг	1,5%	0,03 мг	0,8%
<i>Pimpinella saxifraga L.</i>						
<i>Hymenoptera</i>	0,2 мг	2,2%	0,5 мг	4,8%	0,02 мг	1,0%
<i>Diptera</i>	0,2 мг	0,8%	0,5 мг	1,3%	0,02 мг	0,5%
<i>Lepidoptera</i>	0,2 мг	1,3%	0,5 мг	2,4%	0,02 мг	0,3%
<i>Heteroptera</i>	0,2 мг	0,5%	0,5 мг	1,2%	0,02 мг	0,6%
<i>Trifolium pratense L.</i>						
<i>Hymenoptera</i>	0,03 мг	1,2%	0,09 мг	3,3%	0,004 мг	0,8%
<i>Diptera</i>	0,03 мг	0,7%	0,09 мг	2,0%	0,004 мг	0,1
<i>Lepidoptera</i>	0,03 мг	1,0%	0,09 мг	2,3%	0,004 мг	0,2%
<i>Heteroptera</i>	0,03 мг	0,6%	0,09 мг	1,1%	0,004 мг	0,4%
<i>Urtica dioica L.</i>						
<i>Hymenoptera</i>	0,02 мг	2,1%	0,07 мг	3,8%	0,001 мг	1,0%
<i>Diptera</i>	0,02 мг	1,3%	0,07 мг	1,7%	0,001 мг	0,5%
<i>Lepidoptera</i>	0,02 мг	0,8%	0,07 мг	1,5%	0,001 мг	0,3%
<i>Heteroptera</i>	0,02 мг	0,7%	0,07 мг	1,1%	0,001 мг	0,5%
<i>Rosa canina L.</i>						
<i>Hymenoptera</i>	0,04 мг	3,2%	0,05 мг	2,7%	0,02 мг	1,3%
<i>Diptera</i>	0,04 мг	0,2%	0,05 мг	1,2%	0,02 мг	0,1%
<i>Lepidoptera</i>	0,04 мг	1,4%	0,05 мг	3,3%	0,02 мг	0,1%
<i>Heteroptera</i>	0,04 мг	0,4%	0,05 мг	0,8%	0,02 мг	0,2%
<i>Sambucus nigra</i>						
<i>Hymenoptera</i>	0,06 мг	1,3%	0,6 мг	1,8%	0,05 мг	1,1%
<i>Diptera</i>	0,06 мг	0,4%	0,6 мг	0,9%	0,05 мг	0,2%
<i>Lepidoptera</i>	0,06 мг	1,0%	0,6 мг	1,6%	0,05 мг	0,5%
<i>Heteroptera</i>	0,06 мг	0,5%	0,6 мг	0,8%	0,05 мг	0,2%
<i>Coleoptera, (Cantharidae)</i>	0,06 мг	1,0%	0,6 мг	2,4%	0,05 мг	0,7%

В период цветения высокий уровень содержания нектара в цветках дикорастущих растений выявился у следующих видов растений — *Pimpinella saxifraga L.*, *Melissa officinalis L.*, *Urtica dioica L.* — и, соответственно, обнаруживалась и максимальная динамика насекомых-опылителей и энтомофагов (табл. 3). Цветки сирени выделяют большое количество нектара, где в начале цветения содержалось 0,6 мг, в массовом цветении — 0,11 мг

и в конце цветения — 0,3 мг, а ароматический запах цветков сирени привлекает перепончатокрылых насекомых, особенно сем. *Apidae*, *Vespidae*, *Syrphidae* и др. Дано распространение сообществ полезных насекомых на дикорастущие цветущие растения в зависимости от топографической местности биотопов лесных экосистем: I — опушка, II — полог, III — поляны. *Vespidae*: опушка — 5,3%, полог — 3,02%, поляны — 7,0%; *Chryso-*

pidae: опушка — 2,01%, полог — 3,02%, поляны — 7,0%; *Syrphidae*: опушка — 2,90%, полог — 3,02%, поляны — 7,0%;, *Cantharidae*: опушка — 1,34%, полог — 1,0%, поляны — 0,68%;, *Staphylinidae*: опушка — 0,90%, полог — 0,44%, поляны — 0,24%; *Anthocoridae*: опушка — 1,67%, полог — 1,23%, поляны — 1,0%; *Tachinidae*: опушка — 1,23%, полог — 0,78%, поляны — 1,45%; *Ichneumonidae*: опушка — 1,46%, полог — 1,11%, поляны — 1,90%; *Braconidae*: опушка — 1,16%, полог — 0,90%, поляны — 2,91%; *Chalcidoidea*: опушка — 0,68%, полог — 0,44%, поляны — 0,93%; *Proctotroidea*: опушка — 0,25%, полог — 0,33%,

поляны — 0,68%; *Mymaridae*: опушка — 1,35%, полог — 0,79%, поляны — 1,46%; *Coccinellidae*: опушка — 1,48%, полог — 1,23%, поляны — 2,0%; *Scelionidae*: опушка — 1,0%, полог — 0,69%, поляны — 2,92%; *Encyrtidae*: опушка — 0,80%, полог — 0,47%, поляны — 1,10%; *Apoidea*: опушка — 3,72%, полог — 2,68%, поляны — 4,7%; *Bombinae*: опушка — 4,2%, полог — 3,3%, поляны — 5,0%; *Elatерidae*: опушка — 0,61%, полог — 1,1%, поляны — 0,50%; *Scarabaeidae*: опушка — 0,47%, полог — 0,66%, поляны — 1,0%; *Curculionidae*: опушка — 1,3%, полог — 0,43%, поляны — 0,65%.

Список литературы

1. Витион П.Г. 2015. Создание конвейера цветущих растений для питания энтомофагов. Защита и карантин растений. 7. С. 21–23.
2. Витион П.Г. 2016. Опыт привлечения энтомофагов и насекомых — опылителей ароматическими и медоносными растениями. Евроазиатский энтомологический журнал февраль — 1.15.1. с. 89–94.
3. Гейдеман Т.С. 1975. Определитель высших растений Молдавской ССР. Кишинев. 576 с.

Изучение и восстановление фиторазнообразия Куликова поля (Тульская область, Россия)

Волкова Е. М.¹, Булова О. В.²

¹Тульский государственный университет, Тула, Россия, e-mail convallaria@mail.ru

²Музей-заповедник «Куликово поле», Тула, Россия.

Резюме. Проведена оценка фитоценоотического разнообразия природных экосистем Куликова поля, расположенного в лесостепной части Тульской области. Антропогенное воздействие способствовало деградации ряда экосистем. На территории Куликова поля проводятся работы по восстановлению лесной и лугово-степной растительности.

Summary. Volkova E. M., Burova O. V. **Conservation and restoration of phytodiversity of Kulikovo Field (Tula region, Russia).** The estimation of phytodiversity of natural ecosystems of Kulikovo Field, which is located in forest-steppe part of Tula region, was done. Anthropogenic press contributed to degradation of some ecosystems. The restoration of forest and meadow-steppe vegetation the territory of Kulikovo Field is carried out.

Музей-заповедник «Куликово поле» располагается в лесостепной части Тульской области, на северной границе лесостепной зоны. Комплекс климатических, почвенных и растительных условий этой территории явился причиной интенсивной антропогенной нагрузки, что существенно образом изменило структуру ландшафтов и способствовало деградации/исчезновению ряда экосистем.

Наиболее активно этот процесс начался в 12–14 веках (Бурова, 2018) и затронул преимущественно водораздельные пространства, где вырубка лесов составила от 35 до 60%. Степные водоразделы подвергались активной распашке. Результатом явилось снижение облесенности территории и деградация степных сообществ на водоразделах. Эти земли были использованы под посевы и посадки культурных растений. Важно отметить, что периоды активной сельскохозяйственной деятельности чередовались с забрасыванием земель и формированием залежной растительности. Такая неравномерность в использовании земель сохранилась до настоящего времени. Результатом является мозаичная структура современного ландшафта, в котором наблюдается чередование нагорных и балочных остепненных дубрав, реже — мезофитных водораздельных лесов, луговых степей на склонах балок и речных долин в местах выхода известняка, а также сельхозугодий и разновозрастных залежей на водоразделах. Вдоль русел рек Дон, Непрядва, Мокрая Табола и др. формируется прибрежно-водная растительность. В поймах рек, реже на водоразделах в суффозионных понижениях, образованы болота. Как видно, территория Куликова поля характеризуется богатым ландшафтным разнообразием.

Оценку фитоценотического разнообразия Куликова поля проводили

с использованием эколого-флористического и эколого-фитоценотического подходов. По всем экосистемам имеется спектр исследований, выполненный разными методами.

Леса на Куликовом поле сегодня занимают 3–5% территории и являются вторичными по происхождению. Тем не менее лесная растительность различается по составу и структуре на водоразделах, склонах балки и речных долин.

На водоразделах в составе лесов присутствуют *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, реже — *Acer platanoides*, *Populus tremula* и *Betula pendula*. Возможно развитие подлеска из *Viburnum opulus* и *Frangula alnus*. В травяном ярусе произрастают *Mercurialis perennis*, *Aegopodium podagraria*, *Carex pilosa*, *Convallaria majalis* и др., при нарушениях внедряются *Carex contigua*, *Galium aparine*, *Hypericum perforatum*, *Lysimachia nummularia*, *Rubus idaeus*, *Fragaria vesca*, *Ranunculus auricomus*, *Veronica chamaedrys*, *Vicia sepium*. С точки зрения эколого-флористической классификации, такая растительность относится к асс. *Fraxino excelsioris-Quercetum roboris*. Сообщества этой ассоциации соответствуют следующим типам леса: липо-дубняк с ясенем лещиновый, ясене-дубняк снытевый, волосистоосоковый, пролесниковый, лещиновый, липо-дубняк с ясенем, ясене-дубняк копыт-невый, снытевый (Семенищенков, 2014).

Остепненные леса формируются на склонах речных долин и балок. В древесном ярусе доминирует *Quercus robur*, реже встречается *Betula pendula*. В составе подлеска — *Prunus spinosa*, *Cerasus fruticosa*, *Crataegus curvisepala*, *Rhamnus cathartica*, *Chamaecytisus ruthenicus*, изредка встречается *Lonicera tatarica*. В травяном ярусе обильны *Campanula persicifolia*, *Genista tinctoria*, *Carex montana*, *Clinopodium vulgare*, *Potentilla alba*, *Pyrethrum corymbosum*, *Serratula tinctoria*,

Stachys officinalis, *Trifolium alpestre*, *Veronica teucrium*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Brachypodium pinnatum*, *Geranium sanguineum*, *Polygonatum odoratum*, *Melica nutans*, *Poa angustifolia* и др. Такие сообщества относятся к асс. *Lathyro pisiformis-Quercetum roboris* (Семеновиченков, Полуянов, 2014) и соотносятся с единицами лесной типологии: дубрава терновниковая, дубрава разнотравная, дубрава кленово-злаковая (Кожевников, 1939).

Высокая степень деградации лесной растительности Куликова поля определяет необходимость ее восстановления. Это особенно актуально в соответствии с концепцией музея-заповедника «Куликово поле», направленной на восстановление ландшафта времени Куликовской Битвы (1380 год).

Восстановление лесной растительности происходит семенным материалом (чаще — желудями дуба) и посадкой саженцев лесных культур (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*) в залежные и луговые ценозы. Эти работы начались в 2000 году. В 2005–2006 гг. в границах исходного места произрастания Зеленой Дубравы (в соответствии с картой палеоландшафта времени Куликовской Битвы) были высажены саженцы основных широколиственных пород для восстановления мемориального лесного массива. Посадка деревьев для реконструкции лесной растительности на других участках продолжается в рамках акции «Зеленая Дубрава». На сегодняшний день лесными посадками занято 30 га. Деревья имеют разную высоту, но их кроны не сомкнуты, и потому в травяном ярусе представлены луговые виды. Наблюдение за динамикой роста деревьев каждого вида показало, что среди них имеются как быстрорастущие, так и медленно-растущие особи. Такое внутривидовое разнообразие обеспечит «отпад» растений с медленным развитием

и конкурентные преимущества активно растущих деревьев. Продолжение наблюдений позволит выявить этапы формирования древостоя. После этого начнутся работы по восстановлению подлеска и травяного яруса.

Степная растительность Куликова поля представлена сообществами луговых степей, которые сохранились на склонах балок и коренных склонах речных долин в местах близкого залегания известняка. В составе таких сообществ произрастают *Stipa pennata*, *S. pulcherrima*, *S. capillata*, *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum*, *Carex humilis*, реже — *Phleum phleoides*, *Poa angustifolia*, *Bromopsis inermis*. Весьма разнообразна группа разнотравья (*Salvia pratensis*, *S. nutans*, *Adonis vernalis*, *Filipendula vulgaris*, *Echium russicum*, *Linum flavum*, *Campanula altaica*, *Artemisia latifolia*, *Thymus marchallianus*). Иногда в сообществах разрастаются кустарники (*Amygdalis nana*, *Spiraea crenata*, *Caragana frutex*, *Prunus spinosa*, *Cerasus fruticosa*).

Оценка разнообразия степной растительности с применением эколого-фитоценологического подхода позволила выделить такие ассоциации, как *Centaureo ruthenicae-Stipetum pennatae*, *Carici humilis-Stipetum pennatae*, *Gentiano cruciatae-Stipetum pennatae*, *Echinopo ruthenicae-Stipetum pulcherrimae*, *Astragalo austriaci-Stipetum capillatae*, *Echinoporuthenicae-Salvietum verticillatae*, *Galio veri-Elytrigietum intermediae*, *Fragario viridis-Salvietum pratensis*, *Galio borealis-Poetum angustifoliae*, др. (Головина, 2011а, 2011б, 2011в, 2012, 2013). При этом, имеющееся разнообразие в рамках эколого-флористического подхода относится к асс. *Gentiano cruciatae-Stipetum pennatae* и *Stachyo rectae-Echinopetum ruthenicum* (Аверинова, 2011).

На водоразделах степи были распаханы и замещены с/х полями и разновозрастными залежами. Для восстановления исторического ланд-

шафта в 2000 году начаты работы по восстановлению лугово-степных сообществ разными приемами и методами: 1 — посадка смесей семян степных трав/травосмесей на пашню, 2 — пересадка дерновин ковыля на пашню, 3 — широкорядный посев ковылей с последующим высевом/без высева семян степного разнотравья. Ежегодные посевы позволили не только сформировать более 50 га «агростепей», но и выявить все сукцессионное разнообразие стадий восстановления. На ранних этапах формирования «агростепей» развиваются рудеральные сообщества асс. *Carduetum acanthoidis*. Затем формируются сообщества *Galium verum* и *Stipa pulcherrima*. Несмотря на сходство последних сообществ с естественными лугово-степными ценозами, физиономически они сильно различаются. Проводимые наблюдения позволяют выявить не только последующие стадии развития «агростепей», но и ответить на вопрос: возможно ли восстановление на водоразделах лугово-степных сообществ, которые в настоящее время сохранились лишь на склонах балок и речных долин?

При естественном восстановлении лугово-степных ценозов происходит зарастание с/х полей и формирование залежей. При этом также выявлена сукцессионная смена сообществ. Начальными являются сообщества асс. *Convolvulo arvensis-Elytrigietum repentis*, сменяющиеся сообществами *Elytrigia repens-Poa angustifolia* и *Poa angustifolia*.

Помимо зонально обусловленных растительных сообществ, изучено разнообразие растительности болот территории Куликова поля с применением эколого-фитоценологического подхода (Волкова, 2018).

Пойменные болота формировались в условиях периодического увлажнения аллювиальными водами, что способствовало формированию

разнообразных эвтрофных травяных сообществ, относящихся к ассоциациям *Phragmites australis* (включая безранговое сообщество *Cladium mariscus+Phragmites australis*), *Scirpus sylvaticus*, *Filipendula ulmaria*, *Typha latifolia*, *Equisetum fluviatile*, *Carex acuta* и др. Следует отметить, что эти болота претерпели активное антропогенное воздействие (осушение и выработка торфяной залежи), что обеспечило снижение обводнения корнеобитаемого горизонта и внедрение деревьев (березы). На таких болотах, на травяном торфе образованы древесно-травяные и кустарниковые ценозы — асс. *Betula pubescens-Carex vesicaria*, *Betula pubescens-Phragmites australis*, *Salix cinerea-Calla palustris*.

На водоразделах болота встречаются крайне редко в неглубоких суффозионных понижениях. Растительность представлена сообществами асс. *Comarum palustre*, *Calamagrostis canescens* и *Carex cespitosa*. Такие сообщества являются ненарушенными, поскольку мелкозалежные болота не рассматривались в качестве торфяных запасов.

Таким образом, территория Куликова поля характеризуется высоким фитоценологическим разнообразием. Несмотря на интенсивное антропогенное воздействие, сохранившиеся участки естественной зональной и азональной растительности являются «ядрами» существующих и проектируемых ООПТ региона. Важными компонентами современного ландшафта являются и антропогенно производные сообщества. К ним относятся лесные культуры, «агростепи» и разновозрастные залежи. Их расположение на землях музея-заповедника «Куликова поля» обеспечит проведение мониторинговых исследований, что позволит выявить направления динамики растительности и ландшафтов в данных климатических условиях.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ в рамках проекта № 19–44–710001 «Растительный покров Куликова поля и его динамика под действием природных и антропогенных

факторов как основа для разработки подходов по сохранению и восстановлению ландшафтного и биологического разнообразия лесостепных регионов Европейской России».

Список литературы

1. Аверинова Е. А. Луговые степи и остепненные суходольные луга юго-восточной части Тульской области // Сб. науч. статей «Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны» (под ред. Буровой О. В., Волковой Е. М., Швеца О. В.). Вып. 2. Тула, 2011. С. 40–47.
2. Бутова О. В. Этапы развития и антропогенная трансформация лесостепных ландшафтов в бассейне Верхнего Дона. — Сб. науч. ст. «Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: историко-культурные и природные территории». Вып. 4. Тула, 2018. С. 7–11.
3. Волкова Е. М. Болота Среднерусской возвышенности: генезис, структурно-функциональные особенности и природоохранное значение // Автореф. на соиск. учен. степ. докт. биол. наук. СПб, 2018. 46 с.
4. Головина Е. О. Перистоковыльные степи юго-востока Тульской области // Сб. науч. статей «Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны» (под ред. Буровой О. В., Волковой Е. М., Швеца О. В.). Вып. 2. Тула, 2011а. С. 53–58.
5. Головина Е. О. Луговые степи бассейна низовой реки Непрядвы // Материалы Всеросс. науч. конф. с междунар. участием «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы» (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.). Т. 1. СПб., 2011б. С. 58–62.
6. Головина Е. О. Луговые степи юго-востока Тульской области // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. биология и экология. 2011в. Вып. 23, № 20. С. 83–100.
7. Головина Е. О. Растительность памятника природы «Горки» (Тульская область) // Матер. VI Междунар. симпозиума «Степи Северной Евразии» и VIII Международной школы-семинара молодых ученых «Геоэкологические проблемы степных регионов». Оренбург, 2012. С. 179–182.
8. Головина Е. О. Остепненные луга склонов долины реки Смолки (юго-восток Тульской области) // Сб. науч. статей «Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: историко-культурные и природные территории» (под ред. Буровой О. В., Волковой Е. М., Швеца О. В.). Вып. 3. Тула, 2013. С. 98–104.
9. Кожевников П. П. Дубовые леса лесостепи европейской части СССР // Тр. Всесоюзного НИИ лесного хоз-ва. Вып. I. Пушкино, 1939. 36 с.
10. Семенищенков Ю. А. Отчет о выполнении научно-исследовательской работы по геоботаническому обследованию лесной растительности Государственного военно-исторического и природного музея-заповедника «Куликово поле» (Тульская область) в 2013–2014 гг. Тула, 2014. 30 с.
11. Семенищенков Ю. А., Полуянов А. В. Остепненные широколиственные леса союза *Aceri tatarici-Quercion Zólyomi* 1957 на Среднерусской возвышенности // Растительность России. СПб., 2014. № 24. С. 101–123.

Структура и динамика растительности пойменного болота под влиянием кошения

Груммо Д. Г.¹, Зеленкевич Н. А.¹, Мойсейчик Е. В.¹,
Созинов О. В.², Цвирко Р. В.¹, Жилинский Д. Ю.¹

¹Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, zm.hrutto@gmail.com

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Гродно, Беларусь

Резюме. Исследовано влияние машинного кошения на структуру и динамику растительности пойменного болота биологического заказника «Споровский»: без проведения мероприятий по выкашиванию (контроль); после проведения разовых мероприятий по выкашиванию; после регулярного выкашивания (в течение 3 лет).

Summary. Grummo D. G., Zeliankevich N. A., Moiseychik E. V., Sozinov, O. V., Tsvirko R. V., Zhilinsky D. Yu. **The structure and dynamics of the floodplain mire vegetation under the mowing effect.** The influence of machine mowing on the structure and dynamics of the floodplain mire vegetation in the biological reserve "Sporovsky" was investigated: without mowing (control); after one-time mowing; after regular mowing (3 years).

Модельным полигоном для изучения влияния машинного кошения на растительность являлся участок низинного болота в пойме р. Ясельда (территория республиканского биологического заказника «Споровский») общей площадью 3,15 тыс. га (рис. 1). Основная часть территории занята открытыми осоковыми, вейниково-осоковыми и травяно-осоковыми болотами (44,7%). Тростниковые, тростниково-ивняковые и ивняковые сообщества занимают 29,8% территории. Сельскохозяйственные земли (пашни, огороды) занимают 2,7%, леса — 16,6%, вторичная травяная растительность лугов и пастбищ — 4,0% (см. рис. 1).

На значительной части территории (1477 га или 47,0%) в настоящее время наблюдаются процессы деградации естественных фитоценозов пойменных болот. Преобладают процессы, связанные с зарастанием низинного болота тростником (808,0 га — 25,7%) и кустарниковыми ивами (669,0 га — 21,2%). Наиболее активно смена растительности наблюдается в северной и центральной частях территории.

На 29,8% эти смены стали практически неотвратимыми и сформировались производные растительные сообщества с минимальной значимостью для биологического разнообразия (рис. 2).

Мероприятия по кошению проводились в рамках проекта «Клима-Ист» с использованием специализированной техники (самоходная уборочная машина на гусеничном ходу SOFTRACK RD120, фронтальные косилки малая КДН-210 и Krone, пресс-подборщик).

Исследования влияния кошения проводили в вегетационные сезоны 2015–2017 гг. (ежегодно в 3 декаде июля) на 6 экологических профилях (ЭПР). Для детальных стационарных исследований, предусматривающих инструментальную съемку комплекса эколого-фитоценологических показателей, закладывалась серия постоянных пробных площадей (ППП). Пробные площади (размер 100 м², инструментально ограничены визирами шириной 0,5–1,0 м, на углах установлены и промаркированы столбы. Месторасположение ППП закреплено на местности при помощи системы спутниковой

навигации. Полевые и камеральные исследования производились в соответствии с общепринятыми в геоботанике, лесоведении, почвоведении и математической статистике методами. Мониторинг растительности под влиянием сенокосшения осуществлялся по следующим вариантам: 1) без проведения мероприятий по выкашиванию (контроль); 2) после проведения разовых мероприятий по выкашиванию (2014 г.); 3) после регулярного выкашивания (в течение 3 лет, 2015–2017 гг.). Приводятся результаты исследований реакции растительного покрова на выполненные мероприятия.

Разовое кошение. В результате исследований установлено, что разовое выкашивание не приводит к существенной трансформации структуры фитоценозов низинного болота. С использованием коэффициентов флористической общности Сьеренсена (K_{S1}) и Чекановского (K_{S2}) установлено, что на всех исследованных участках сохраняется флористическое ядро

растительных сообществ: K_{S1} парных сравнений находится в пределах — 0,71–0,96 (1 год после разового выкашивания); 0,64–0,80 (2-й год); 0,65–0,83 (3-й год), однако фитоценотические позиции (обилие, встречаемость, биомасса) доминантных и константных видов существенно изменяются ($K_{S2}=0,26–0,43$).

Видовое богатство через 1 год после проведенных мероприятий: количество видов на постоянных пробных площадях (выкошенная часть) составляет в среднем 21 ± 3 вида/100 м² (пределы 17–26 видов/100 м²) против 15 ± 2 (пределы 13–19 видов/100 м²) в контроле, что, однако, не является статистически значимым ($t_{\text{факт}} = 1,88 < t_{05} = 2,78$). В последующие годы (2-й и 3-й год после разового кошения) уровень видовой насыщенности фитоценозов стабилизируется в пределах 18–24 вида/100 м² без существенных различий на кошеной и некошеной части ($t_{\text{факт}} = 1,30 < t_{05} = 2,78$).

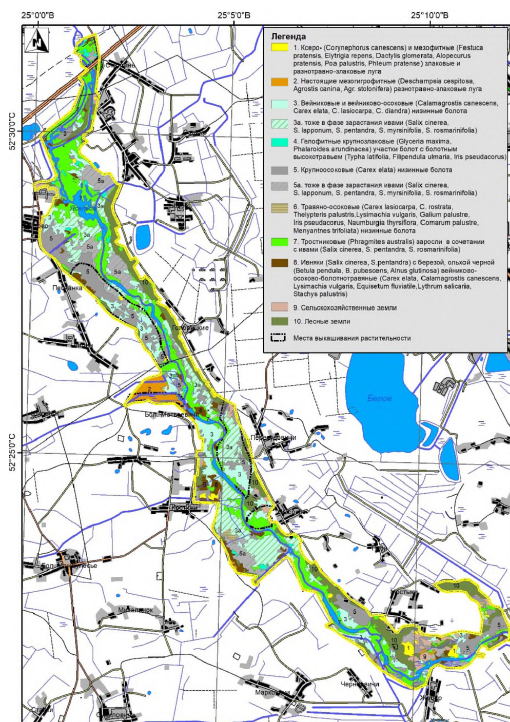


Рис. 1. Карта растительности проектной территории «Споровский»

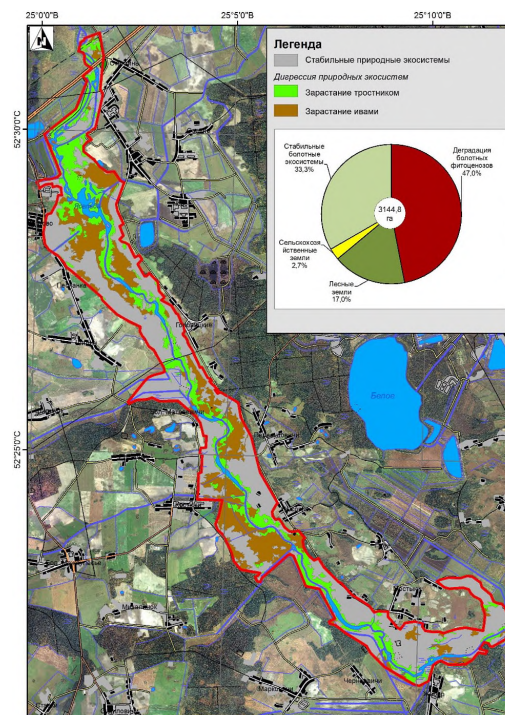


Рис. 2. Карта-схема зарастания проектной территории «Споровский» тростником и древесно-кустарниковой растительностью

Оценка изменения видового разнообразия (индексы Шеннона, Симпсона и Бергера-Паркера), значения меры выравненности обилия видов в растительных сообществах (E) имеют тенденцию к увеличению, что, однако, не является статистически достоверным.

После единовременного выкашивания величина надземной биомассы существенно не изменяется: спустя год после выкашивания (2015 г.) составляет в среднем $392,7 \pm 60,3$ г/м², в контроле — $358,1 \pm 59,3$ г/м² ($t_{\text{факт}} = 0,41 < t_{05} = 2,78$); через 2 года — соответственно $609,9 \pm 26,6$ и $593,4 \pm 24,0$ ($t_{\text{факт}} = 0,46 < t_{05} = 2,78$); через 3 года $748,8 \pm 75,7$ и $771,4 \pm 54,3$ г/м² ($t_{\text{факт}} = 0,24 < t_{05} = 2,78$). Приведенный ряд значений демонстрирует четко выраженную тенденцию поступательного увеличения продуктивности растительных сообществ как в эксперименте, так и в контроле, что, видимо, связано с особенностями погодных-климатических условий (засуха и аномально низкий уровень стояния болотных вод).

Отчуждение биомассы на первоначальном этапе приводит к статистически достоверному ($t_{\text{факт}} = 3,35 > t_{05} = 2,78$) снижению накопления мертвого покрова (войлока) в 2–2,5 раза по сравнению с контролем: $224,7 \pm 16,6$ г/м² < $573,7 \pm 102,9$ г/м² (контроль). Спустя 2 года после мероприятий этот эффект от кошения практически не заметен, и показатели массы опада составляют для территорий с отдаленным или разовым кошением $478,4 \pm 115,4$ г/м² в сравнении с контролем — $566,1 \pm 196,6$ г/м² ($t_{\text{факт}} = 0,38 < t_{05} = 2,78$). При выкашивании в первый год увеличивается доля злаков и разнотравья (асс. *Peucedano palustris-Caricetum lasiocarpae*) либо осок (асс. *Caricetum elatae*).

Эколого-ценотическая структура растительных сообществ в результате разового сенокоса характеризуется сохранением доминирующих позиций водно-болотных видов (ВБВ):

на выкошенном участке доля ВБВ составляет в среднем 56,5% (пределы 52,4–58,3%); в контроле (ЭПР 2) — 54,8% (пределы 50–61,5%). Очевидной тенденцией при отчуждении биомассы на болоте является сокращение доли болотных (Б) видов в среднем с 16,2% (пределы 11,8–21,4%) на ЭПР 2 (некошенный участок) до 11,8% (8,3–17,6%) на ЭПР 1 (контроль).

Анализируя ценофлору сообществ тестовых участков с позиции системы жизненных форм К. Раункиера, следует отметить, что характерно преобладание гемикриптофитов (в среднем 51,6% на выкошенном участке и 56,8% в контроле) и гидрофитов (33,9% и 31,8% соответственно) в обоих случаях. Четко выраженной тенденцией в первый вегетационный сезон после выкашивания является появление геофитов (пределы 4,8–8,3%, в среднем 6,3%).

Оценка изменений экологических параметров местообитаний (фитоиндикация по шкалам Х. Элленберга) показывала, что экологические режимы (освещения (mL), увлажнения (mF), богатства азотом (mN) и кислотности субстрата (mR) после разового выкашивания изменяются незначительно ($t_{\text{факт}} = 0,46–1,25 < t_{05} = 2,78$).

Регулярное кошение (проводилось в августе 2015–2017 гг., поэтому цикл исследований был ограничен 2 вегетационными сезонами 2016 и 2017 гг.). Выявление различий видового состава (коэффициенты K_{s1} и K_{s2}) позволило установить, что на всех исследованных участках сохраняется флористическое ядро ($K_s > 0,35$) растительных сообществ (2016 г. $K_{s1} = 0,68–0,72$; 2017 г. $0,70–0,78$), при этом позиции константных и (или) доминантных видов изменяются ($K_{s2} = 0,35–0,45$). Видовое богатство и видовое разнообразие (индексы Шеннона, Симпсона и Бергера-Паркера), значения меры выравненности обилия видов (E) при регулярном кошении имеет тенденцию снижения по отношению к контролю.

Изменение фитоценотической значимости видов-доминантов имеет следующие тенденции: а) фитоценотическая роль осок (*Carex lasiocarpa* и *C. elata*) выше на некошенных участках болота; б) обратная тенденция характерна для преобладающих видов злаков (*Calamagrostis canescens*), что связано с меньшей конкуренцией со стороны других видов на выкошенных участках и улучшением условий освещения. Отмечено, что *Carex lasiocarpa* неустойчива к кошению (рис. 3).

При проведении регулярного выкашивания величина надземной биомассы существенно не изменяется. В первый год после укосов (2016 г.) в контроле общая надземная биомасса составляет $487,9 \pm 52,0$ г/м², на выкошенном участке — $485,4 \pm 43,1$ г/м² ($t_{\text{факт}} = 0,04 < t_{05} = 2,78$); во второй год (2017 г.) — $500 \pm 55,3$ г/м² (выкошенная часть) и $516,8 \pm 32,4$ г/м² (контроль) ($t_{\text{факт}} = 0,26 < t_{05} = 2,78$).

Наблюдается интенсивное разрастание корневой поросли древесно-кустарниковой растительности. Необходимо ежегодное регулярное (не менее 3 лет) удаление кустарников.

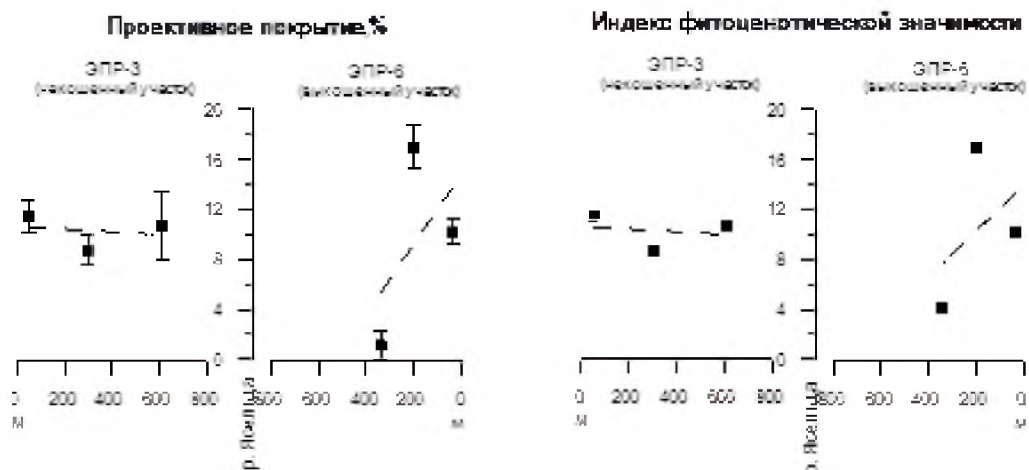
Регулярное отчуждение биомассы приводит к существенному (в среднем в 1,8–3,2 раза) снижению темпов накопления травяного опада (войло-

ка). В первый год после выкашивания в контроле биомасса опада составляет $414,6 \pm 147,5$ г/м², на выкошенном участке — $222,7 \pm 129,9$ г/м² ($t_{\text{факт}} = 0,98 < t_{05} = 2,78$); во второй год — $140,1 \pm 50,1$ г/м² (выкошенная часть) и $454,2 \pm 96,4$ г/м² (контроль) ($t_{\text{факт}} = 2,89 > t_{05} = 2,78$).

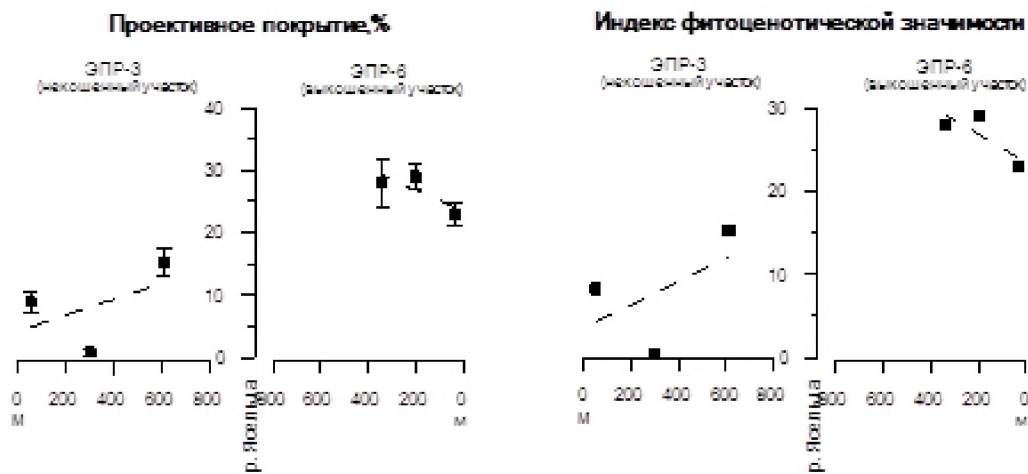
При регулярном кошении доля злаков в среднем увеличивается в 1,9 раз с 18,0% (контроль) до 35,1% (выкошенный участок), разнотравья с 12,7% до 21,1%, уменьшается фитоценотическая значимость осок (с 44,7% до 35,1%) и мхов (с 18,9% до 6,1%) (рис. 4).

При регулярном кошении существенно ($t_{\text{факт}} = 2,74 > t_{05} = 2,04$) уменьшается высота кочек осок (*Carex elata*): $16,5 \pm 1,1$ см (регулярное кошение) и $35,9 \pm 4,1$ см (контроль). Восстановление высоты кочек наблюдаются спустя 3 года после прекращения выкашивания: $36,5 \pm 2,5$ см (3 года после разового выкашивания) и $33,3 \pm 6,2$ см (контроль). При регулярном кошении статистически достоверно ($t_{\text{факт}} = 9,79 > t_{05} = 2,06$) изменяются высоты травостоя: $44,0 \pm 1,8$ см (регулярное кошение) и $67,4 \pm 1,6$ см (контроль). Спустя 3 года после прекращения выкашивания высота травостоя близка к контролю: $70,0 \pm 6,8$ см (3 года после разового выкашивания) и $73,3 \pm 5,8$ см (контроль).

А. *Carex elata*



B. Calamagrostis canescens



B. Carex lasiocarpa

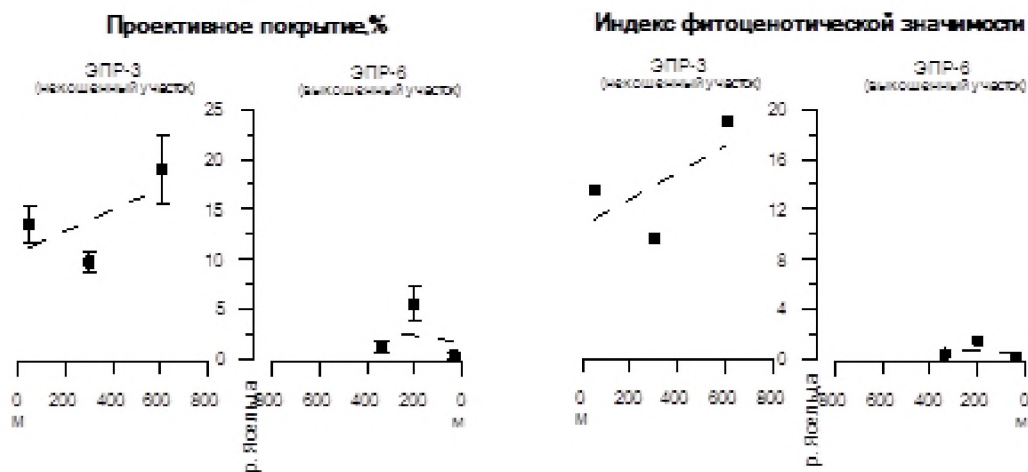


Рис. 3. Изменение проективного покрытия (а) и индекса фитоценотической значимости (б) видов-доминантов при регулярном выкашивании (2017 г.)

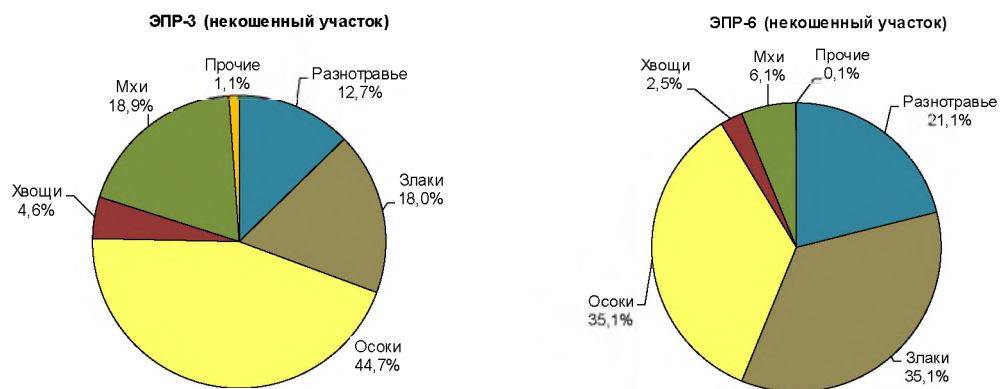


Рис. 4. Структура надземной биомассы при регулярном выкашивании и в контроле (усредненные показатели на пробных площадях 2017 г.)

Анализ результатов исследований показывает, со второго года регулярного выкашивания контрасты экологических режимов местообитаний становятся более четкими, прежде всего в отношении освещения ($mL_{\text{выкош}} = 7,0 \pm 0,10 < mL_{\text{контроль}} = 7,20 \pm 0,06$; $t_{\text{факт}} = 1,73 < t_{05} = 2,78$) и богатства субстрата азотом ($mN_{\text{выкош}} = 4,07 \pm 0,07 < mN_{\text{контроль}} = 4,70 \pm 0,26$; $t_{\text{факт}} = 2,32 < t_{05} = 2,78$), но различия статистически недостоверны.

Таким образом, при проведении разового кошения:

- на первых этапах в ряде случаев отмечается увеличение биологического разнообразия и усложнение структуры растительных сообществ, прежде всего за счет внедрения видов, нехарактерных для низинных болот;
- снижается темп накопления травяного опада (войлока) — индикатора деградационных процессов низинных болот;
- существенно не изменяются экологические параметры местообитаний.
- позитивный эффект практически исчезает через 2–3 года в случае отсутствия дальнейших укосов.

При проведении регулярного кошения:

- механическое повреждение при прохождении техники отсутствует;
- видовое богатство фитоценозов при регулярном кошении имеет тенденцию снижения по отношению к контролю за счет элиминации видов,

нехарактерных низинным болотам (*Taraxacum officinale*, *Conyza canadensis*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis*), а также удаления видов древесно-кустарниковой растительности;

- при проведении регулярного выкашивания величина надземной биомассы статистически достоверно не изменяется, однако наблюдаются существенные изменения ее структуры, что является позитивным индикатором «запуска» сукцессионных процессов.

- статистически достоверно снижается темп накопления травяного опада (войлок);

- в некоторых случаях при постоянном кошении наблюдается негативная тенденция интенсивного разрастания корневой поросли древесно-кустарниковой растительности; в связи с этим необходимы постоянный контроль и ежегодное (не менее 3 лет) регулярное удаление кустарников;

- экологические режимы местообитаний низинных болот после первого года после выкашивания изменяются незначительно; однако со второго года регулярного выкашивания контрасты экологических режимов местообитаний становятся более четкими (в отношении богатства субстрата азотом, режима освещения), хотя эти различия не являются статистически достоверными;

- регулярность кошения на низинных болотах должна составлять 1 раз в 2–3 года.

Научное издание

Современные концепции и практические методы сохранения фиторазнообразия

**Материалы Международного
научно-практического семинара**

(1-4 октября 2019, Минск-Гродно, Беларусь)

Ответственный за выпуск *Е. С. Патей*
Компьютерная верстка *К. А. Шишикина*

Подписано в печать 25.09.2019. Формат 60x90/8.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 19.
Уч.-изд. л. 10,4. Тираж 60 экз. Заказ 17232.

Издатель и полиграфическое исполнение:
общество с ограниченной ответственностью «Колорград».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий.
№ 1/147 от 28.07.2015.

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск,
www.сегмент.бел

ISBN 978-985-596-427-9



9 789855 964279



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ