

Е. В. Спиридович¹, Т. И. Фоменко¹, А. Б. Власова¹, О. Н. Козлова¹, И. Ф. Вайновская¹,
А. Н. Юхимук¹, С. М. Кузьменкова¹, О. А. Носиловский², В. Н. Решетников¹

¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

АСЕПТИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ И БАНК ДНК ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ

Созданы коллекция асептической культуры и банк ДНК редких и эндемичных видов растений дикорастущей флоры Беларуси и России на основе природных образцов и существующих коллекций *in vitro* стран ЕврАзЭС. Коллекции созданы с целью сохранения биоразнообразия, реинтродукции и разработки подходов к промышленному использованию их образцов. Проводится подбор сред для культивирования редких и эндемичных видов растений, в том числе лекарственных. Семена и меристемы некоторых редких видов растений передаются в криобанк Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН на долгосрочное хранение. Разработаны и применяются методы оценки параметров генетического разнообразия (ГР) популяций охраняемой природной флоры для включения в коллекцию *in vitro* и поддержания оптимальных параметров ГР. Данные о растениях регистрируются в информационно-поисковой системе Hortus Botanicus Centralis-Info.

Ключевые слова: редкие виды растений, природная флора, ботанические коллекции, асептические культуры, *in vitro*, генетическое разнообразие, генетические паспорта, ДНК-банк, информационные ресурсы, HBC-Info.

E. V. Spiridovich¹, T. I. Fomenko¹, N. B. Vlasova¹, O. N. Kozlova¹, I. F. Vaynovskaya¹,
A. N. Yukhimuk¹, S. M. Kuzmenkova¹, O. A. Nosylovsky², V. N. Reshetnikov¹

¹Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

²The United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

CONSERVATION OF RARE PLANTS IN THE ASEPTIC COLLECTION AND DNA BANK OF THE CENTRAL BOTANICAL GARDEN OF NAS OF BELARUS

In vitro collection of and DNA bank of rare and endemic plant species of wild flora of Belarus and Russia on the basis of natural sources and existing collections in EurAsEC countries were developed. Collections were established for the purpose of conservation, reintroduction and development of industrial use. Optimization of nutrient media for the tissue culture propagation and the deposit of rare and endemic plants species, including medicinal is carried out. Seeds and meristem of several rare species were deposited to Cryobank of the Institute of Plant Physiology named after K.A. Timiryazev of Russian Academy of Sciences for the long-term storage. Methods for assessing the genetic diversity parameters (GD) of natural populations of protected natural flora for inclusion in the collection and preservation and maintenance of optimal parameters of the GR were developed and applied. Data records on plants are deposited in retrieval system 'Hortus Botanicus Centralis – Info'.

Keywords: endangered species; native flora; botanical collection; aseptic cultures; *in vitro*, genetic diversity; genetic passports, DNA banking, accessions, database; information retrieval system; HBC-Info.

Из-за быстрого сокращения природных ареалов распространения многих дикорастущих видов растений, обусловленного активной хозяйственной деятельностью человека и глобальным изменением климата, сохранение биоразнообразия растений становится крайне актуальным. Конвенция о биологическом разнообразии (КБР) и Глобальная стратегия сохранения растений (ГССР) призывают страны содействовать консолидации и обмену информацией в области сохранения и устойчивого использования биологических ресурсов.

Оптимальным направлением для разработки стратегий сохранения исчезающих видов является интегрированный научный подход, сочетающий применение биотехнологических приемов для культуры *in vitro*, рациональное управление образцами коллекции с целью эффективного восстановления исчезающих популяций и видов, использование молекулярно-генетических приемов для документирования и поддержания коллекций, оценку параметров генетического разнообразия (ГР) природных и вновь воссоздаваемых популяций, пополнение коллекций и обмен

информацией [1–4]. Использование методов культуры *in vitro* является оптимальным решением задачи сохранения видов с затрудненным размножением *in situ* и *ex situ*, а также при массовом производстве ценных генотипов растений из коллекций ботанических садов [1, 5–8]. Инновацией в данном направлении является создание банка ДНК образцов [9–14]. Растительные ДНК-банки, появившиеся как новые ресурсы с большим потенциалом для характеристики и использования биоразнообразия существующих ботанических банков (коллекции генетических ресурсов *ex situ*, гербарии, банки семян и полевые резерваты), представляют собой важные национальные и международные ресурсы. Методы ведения этих банков хорошо развиты [15]. Банки ДНК – это хранилища образцов ДНК (в изолированном виде или в отдельных частях растений), например, хозяйственно-ценных видов растений и их диких сородичей. Создание банков ДНК является важной составляющей в плане сохранения и устойчивого использования биоразнообразия растительного мира, в том числе при проведении научных исследований, выявления наиболее продуктивных генотипов хозяйственных культур и культур с повышенным адаптивным потенциалом к внешним факторам среды, количественной оценки параметров генетического разнообразия природных и создаваемых *ex situ* популяций, а также коллекций отдельных таксонов, диагностики болезней и контроля заболеваемости растений в коллекциях. ДНК банки являются одним из источников создания Генбанков [11, 12, 16].

Материалы и методы исследования. Объекты исследования – редкие и эндемичные виды, которые выбраны в соответствии со следующими критериями: 1) принадлежность видов к одной из категорий редкости, принятых в красных книгах, или эндемизм (распространение только на определенной территории); 2) практическая ценность видов (декоративность, лекарственная ценность, значимость для селекции и др.); 3) затруднения в размножении традиционными методами. Для ряда видов осуществлялся сбор семян или частей растений для пополнения коллекции *in vitro* и одновременно неинвазивный отбор материала для молекулярно-генетического анализа (как правило, это 2–3 листа с растения, собранные с 5–30 экземпляров растений, в зависимости от численности природной популяции). Ваучерные образцы хранятся в гербарии Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH).

Методики по созданию коллекции *in vitro* редких и исчезающих растений включают следующие этапы: 1) определение уже известных или новых популяций редких видов растений для сбора семян; 2) описание численного и возрастного состава популяции, а также геоботаническое описание места произрастания исследуемого вида; 3) определение донорных особей (не менее 30 штук в популяции, генеративные особи), их морфометрическое описание; 4) обозначение донорных растений бирками; 5) сбор семенного материала (семенных коробочек, плодов и т. д.) с растений-доноров по достижении сроков созревания; 6) описание собранных образцов (число плодов в соцветии, степень развития семян, завязываемость плодов в пределах каждого соцветия и т. д.); 7) составление этикеток на все собранные образцы с указанием вида растения-донора, времени и места сбора, географических координат местности (по возможности), а также ФИО коллекторов; 8) хранение семенного материала до момента посева с целью определения его жизнеспособности, а также его передача на криоконсервацию во Всероссийскую коллекцию клеток высших растений ИФР РАН при комнатной температуре или в холодильнике при +4 °C; 9) стерилизация растительного материала; 10) введение в культуру *in vitro*; 11) размножение и, по необходимости, укоренение *in vitro*; 12) депонирование образцов (в зависимости от специфики образца используются различные способы); 13) адаптация укорененных растений *ex vitro*.

Протокол создания и длительного хранения препаратов ДНК для представителей *in vitro* коллекции редких видов природной флоры оптимизировали на основании литературных данных для каждого вида на следующих стадиях: 1) хранение растительного материала (при глубокой заморозке (–80 °C) или высушенного с использованием силикагеля), готового для выделения препаратов ДНК; 2) выделение ДНК СТАВ-методом [17, 18] с модификациями; 3) количественная и качественная оценка препаратов; 4) документирование каждого образца с указанием координат и времени места сбора, по возможности с описанием экологических характеристик обитания, количественных характеристик популяции. Разработка протоколов оценки параметров генетического разнообразия проводилась для каждого изучаемого вида и состояла в обнаружении информативной маркерной системы на внутривидовом уровне.

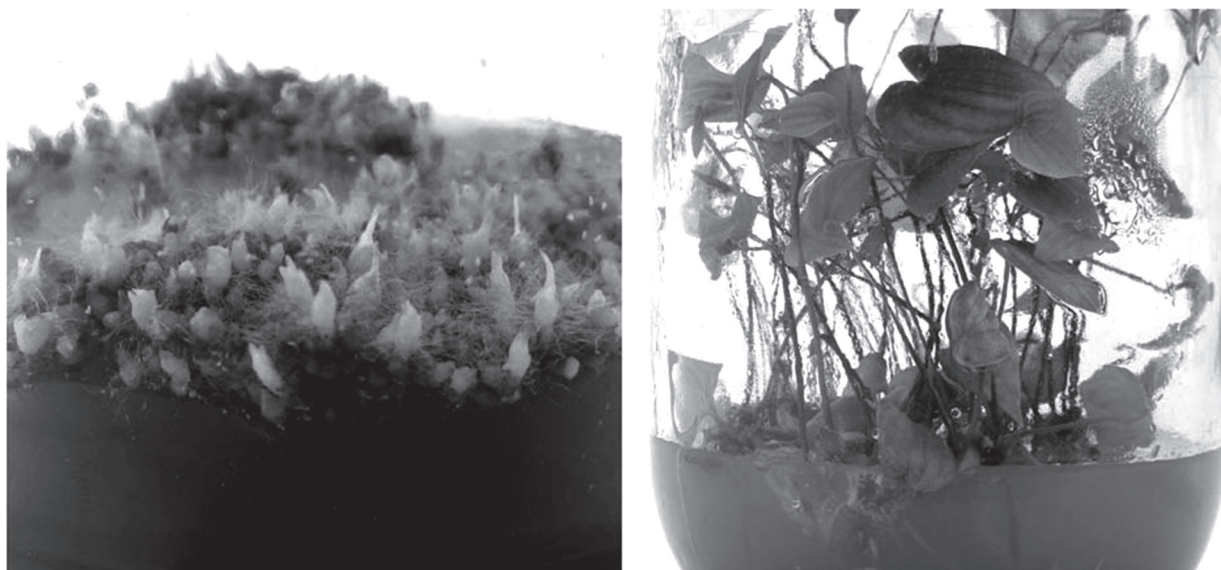


Рис. 1. Асептические культуры редких растений:
слева – *Liparis loeselii* (L.) Rich. (культура сеянцев); справа – *Dioscorea caucasica* Lipsky (культура побегов)

Fig. 1. Aseptic cultures of rare plants:
on the left – *Liparis loeselii* (L.) Rich. (culture of seedlings); on the right – *Dioscorea caucasica* Lipsky (culture of shoots)

Результаты и их обсуждение. В отделе биохимии и биотехнологии растений создана, зарегистрирована в соответствии с действующим законодательством Республики Беларусь, а также постоянно расширяется коллекция асептических культур хозяйственно-полезных растений ЦБС НАН Беларуси (свидетельство Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 29 от 2 августа 2005 г.). В настоящее время в ней представлено 242 таксона из более 20 семейств покрытосеменных растений. В 2015 г. из коллекции асептических культур выделена коллекция *in vitro* редких и эндемичных видов растений дикорастущей флоры Беларуси и России. Она создана на основе природных источников и существующих коллекций *in vitro* стран ЕврАзЭС с целью сохранения биоразнообразия растительных ресурсов, реинтродукции и разработки подходов к промышленному использованию ее образцов для получения биотехнологического растительного сырья. В основе разработки коллекции лежит принцип максимального охвата ГР для каждого изучаемого таксона, включая дикорастущие виды, в том числе редкие и исчезающие, редкие таксоны интродуцированных растений [2–4, 19]. Сохранение генофонда в культуре *in vitro* позволяет поддерживать генетические коллекции растений, не допуская серьезных изменений их наследственной структуры. Сегодня в состав коллекции *in vitro* редких и эндемичных видов растений Беларуси и России входит 38 образцов 33 видов, относящихся к 22 родам и 15 семействам покрытосеменных растений [19] (рис. 1, табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Видовой состав коллекции *in vitro* редких и эндемичных видов растений Беларуси и России
T a b l e 1. Species composition *in vitro* collections of rare and endemic plant species of Belarus and Russia

Семейство	Вид	Русское название	Охранный статус	Хранение образца
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.	Актинидия острая	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Actinidiaceae	<i>Actinidia kolomikta</i> (Rupr. & Maxim.) Maxim.	Актинидия коломикта	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Caryophyllaceae	<i>Silene chalconica</i> (L.) E. H. L. Krause	Зорька халцедонская	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Compositae	<i>Artemisia hololeuca</i> Bieb. ex Bess.	Полынь белойоочная	II категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
Compositae	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> Herbach	Хризантема Завадского	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS

Продолжение табл. 1

Семейство	Вид	Русское название	Охранный статус	Хранение образца
Crassulaceae	<i>Sedum subulatum</i> (C. A. Mey.) Boiss.	Очиток шиловидный	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea caucasica</i> Lipsky	Диоскорея кавказская	I категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	Диоскорея ниппонская	II категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
Droseraceae	<i>Drosera rotundifolia</i> L.	РосЯнка круглолистная	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда 1/3 MS
Droseraceae	<i>Drosera anglica</i> Huds.	РосЯнка английская	Список профилактической охраны РБ	Культура побегов, среда 1/3 MS
Ericaceae	<i>Rhododendron dauricum</i> L.	Рододендрон даурский	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда WPM
Hyacinthaceae	<i>Bellevia speciosa</i> Woronow ex Grossh.	Бельвалия великолепная	II категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
Hypericaceae	<i>Hypericum patulum</i> Thunb.	Зверобой повислый	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Iridaceae	<i>Iris sibirica</i> L.	Ирис сибирский	IV категория КК РБ	Культура побегов, среда MS [20]
Lamiaceae	<i>Agastache rugosa</i> (Fisch. et C. A. Mey.) O. Kuntze	Лофант морщинистый	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Lamiaceae	<i>Melittis sarmatica</i> Klovov	Кадило сарматское	III категория КК РБ	Культура побегов, среда MS
Lamiaceae	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Витекс священный	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Leguminosae	<i>Hedysarum razoumovianum</i> DC.	Копеечник Разумовского	III категория КК РФ	Культура побегов, среда B5
Leguminosae	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	Копеечник крупноцветковый	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда B5
Liliaceae	<i>Lilium caucasicum</i> (Misch. ex Grossh.) Grossh.	Лилия кавказская	II категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
Liliaceae	<i>Lilium distichum</i> Nakai	Лилия двурядная	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Liliaceae	<i>Lilium cernuum</i> Kom.	Лилия поникающая	III категория КК РФ	Культура побегов, среда MS
Liliaceae	<i>Lilium pumilum</i> Delile	Лилия карликовая	Региональные КК РФ	Культура побегов, среда MS
Orchidaceae	<i>Anacamptis morio</i> (L.) R. M. Bateman, Pridgeon & M. W. Chase	Анакамптис морио	I категория КК РБ	Культура сеянцев, среда Fast
Orchidaceae	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	Венерин башмачок настоящий	III категория КК РБ	Культура сеянцев, среда Fast [21]
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soo	Пальчатокоренник мясокрасный	Список профилактической охраны РБ	Культура сеянцев, среда Fast [22]
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza baltica</i> (Klinge) Orlova	Пальчатокоренник балтийский	Список профилактической охраны РБ	Культура сеянцев, среда Fast [22]
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza majalis</i> (Reichenb.) P. F. Hunt et Summerhayes	Пальчатокоренник майский	III категория КК РБ	Культура сеянцев, среда Fast [22]
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soo	Пальчатокоренник Фукса	Список профилактической охраны РБ	Культура сеянцев, среда Fast [22]
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza ochroleuca</i> (Wüstnei ex Boll) Holub	Пальчатокоренник желтоватый	II категория КК РБ	Культура сеянцев, среда Fast [22]

Окончание табл. 1

Семейство	Вид	Русское название	Охранный статус	Хранение образца
Orchidaceae	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	Кокушник комарниковый	III категория КК РБ	Культура семян, среда Fast [21]
Orchidaceae	<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich.	Лосняк Лёзеля	II категория КК РБ	Культура семян, среда Fast [23]
Plantaginaceae	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	Наперстянка крупноцветковая	Список профилакти- ческой охраны РБ	Культура побегов, среда MS [24, 25]

С целью сбора материала редких растений из природных популяций для пополнения коллекции сотрудники отдела регулярно участвуют в экспедициях на территории Республики Беларусь. За последние 5 лет исследовано более 30 локальных популяций редких видов растений и собран растительный материал для получения асептических культур и пополнения банка ДНК. Для некоторых редких видов указаны новые точки произрастания на территории Беларуси, в том числе: для *Coeloglossum viride* (L.) Hartm. – Национальный парк «Нарочанский», для *Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze – Березинский биосферный заповедник и окрестности г. Ушачи Витебской обл., для *Cypripedium calceolus* L. – гидрологический заказник «Сервечь», для *Ophrys insectifera* L. – Ушачский район Витебской области [26] и др. Некоторые виды попадают в коллекцию в результате акций по спасению их локальных популяций в Беларуси, в том числе из-за критических изменений условий местообитаний [28]. В результате одной из таких акций (после изменений гидрологического режима) по спасению популяции охраняемого вида растений Гроздовника многораздельного (*Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr.), вида III категории охраны (VU, уязвимый) сотрудниками Центра мониторинга растительного мира Института экспериментальной ботаники (канд. биол. наук И. П. Вознячук, персональное сообщение), в отдел в апреле 2016 г. передано несколько растений вида. Ведется разработка технологии размножения этого вида *ex situ* и *in vitro* с целью последующего возвращения (после получения достаточного числа растений) в природные местообитания. Семена цинны широколистной (*Cinna latifolia* (Trev.) Griseb (I категория охраны) собраны в результате осмотра нарушенного обитания вида в июне 2016 г. [28]. Полушник озерный (*Isoetes lacustris* L.; IV категория охраны) передан Б. П. Власовым и поддерживается в аквакультуре [27, 28].

Сегодня общепринято, что при проведении любых манипуляций с природными популяциями целесообразно проводить оценку параметров ГР исходного и сохраняемого (воспроизводимого) материала [29, 30]. В связи с этим во время экспедиций осуществляли сбор (по возможности) генетически репрезентативного материала с целью поддержания в банке асептической культуры, сохранения, воспроизведения и в дальнейшем возвращения в естественные местообитания. На последнем этапе важно вновь оценить показатели ГР особей, чтобы удостовериться, что не наносится урон генетической структуре естественной популяции [30, 31].

Банк ДНК в ЦБС был создан для интегрирования с существующими коллекциями: гербарными, банками семян, полевыми коллекциями растений, а также с асептической коллекцией редких видов природной флоры, которые являются национальным достоянием Республики Беларусь.

На сегодняшний день ДНК-банк редких и хозяйственно-ценных растений ЦБС состоит из более 100 видов 7 родов 6 семейств [32].

Препараты ДНК для закладки на длительное хранение должны удовлетворять определенным стандартам: препарат ДНК должен быть высокомолекулярным, неповрежденным, определенной концентрации и чистоты, не содержать примесей РНК, белков, ДНКаз, ингибиторов активности Taq полимеразы, чтобы обеспечить возможность их использования в дальнейших исследованиях материала (секвенирование, генотипирование с использованием различных маркерных систем, выяснение филогенетических взаимоотношений между популяциями, разработка регламентов охраны и др.).

В 2014–2016 гг. банк ДНК пополнен более чем 60 образцами исторических недоступных коммерческих сортов пиона молочноцветкового (*Paeonia lactiflora* Pall.) из ботанического сада Matthaei Botanical Gardens and Nichols Arboretum Мичиганского Университета (MBGNA, США),

а также исчезающих видов рода пион (*Paeonias* L.). В табл. 2 приведен генетический паспорт образца № 264861/24.2 коллекции ДНК *Paeonias daurica subsp. mlokosewitschii* (Lomakin) D. Y. Hong, разработанный и хранящийся в отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС с целью оценки родственных отношений генотипов рода *Paeonias*, а также параметров генетического разнообразия *ex situ* популяций видов [33]. Проводится разработка методик введения в культуру и создание *in vitro* коллекции редких представителей рода пион (*Paeonias* L.) с целью их сохранения и размножения.

Т а б л и ц а 2. Генетический паспорт пиона Млокосевича
(*Paeonias daurica subsp. mlokosewitschii* (Lomakin) D. Y. Hong)

Table 2. Genetic Passport Peony (*Paeonias daurica subsp. mlokosewitschii* (Lomakin) D. Y. Hong)

№ в банке	Генотип	Маркер			
		Me05Em01	Me05Em10	Me07Em10	Me07Em01
264861/24.2	<i>Paeonias daurica subsp. mlokosewitschii</i> (Lomakin) D. Y. Hong	Me05Em01 ₁₉₀₈	Me05Em10 ₈₆₉	Me07Em10 ₅₇₀	Me07Em01 ₁₁₆₈
		Me05Em01 ₇₃₀	Me05Em10 ₇₄₈	Me07Em10 ₅₅₇	Me07Em01 ₅₂₅
		Me05Em01 ₄₆₄	Me05Em10 ₄₈₅	Me07Em10 ₅₁₀	Me07Em01 ₃₅₆
		Me05Em01 ₄₁₀	Me05Em10 ₃₄₁	Me07Em10 ₄₃₁	Me07Em01 ₃₀₈
		Me05Em01 ₃₄₅	Me05Em10 ₂₉₆	Me07Em10 ₃₇₁	Me07Em01 ₂₃₈
		Me05Em01 ₂₈₃	Me05Em10 ₁₉₉	Me07Em10 ₃₄₂	
		Me05Em01 ₂₅₁		Me07Em10 ₂₉₂	
		Me05Em01 ₁₀₉		Me07Em10 ₂₆₄	
				Me07Em10 ₂₀₀	
				Me07Em10 ₁₆₆	
				Me07Em10 ₁₅₀	

Пополнение образцов идет и за счет обмена материалом между ботаническими садами, что преследует цель снизить риск их исчезновения. Так, в состав асептической коллекции включены образцы из ботанических коллекций России, в том числе: Волгоградского регионального ботанического сада – *Artemisia hololeuca* Bieb. ex Bess., *Silene chalconica* E. H. L. Krause, *Chrysanthemum zawadskii* Herbach, *Dioscorea caucasica* Lipsky, *Lilium caucasicum* (Miscz. ex Grossh.) Grossh. и др.; Центрального сибирского ботанического сада СО РАН – *Lilium distichum* Nakai, *Lilium cernuum* Kom., *Rhododendron dauricum* L. и др.; Таврического национального университета им. В. И. Вернадского – *Vitex agnus-castus* L. С нашей стороны на криохранение в ИФР РАН передан ряд образцов семян редких и охраняемых видов орхидных природной флоры Беларуси из 17 локальных популяций. В период с 2011 по 2014 г. переданы образцы 8 видов орхидных. Это *Dactylorhiza baltica*, *D. fuchsii*, *D. incarnata*, *D. majalis*, *D. ochroleuca*, *Epipactis helleborine*, *E. palustris*, *P. bifolia*. Собранные в коллекциях образцы в дальнейшем могут быть использованы для сохранения генофонда в генетических банках при обеспечении их эффективного средне- и долгосрочного хранения (в том числе в криобанке), а также для восстановления *in situ* популяций.

Полученные по обмену и собранные в результате экспедиционных обследований образцы редких и исчезающих видов после введения в культуру *in vitro* культивируются в климатических камерах при следующем режиме: температура 25 ± 2 °C, освещенность 3000 лк (или в темноте), фотопериод 16 ч. Основные среды для культивирования коллекционных образцов указаны в табл. 1. Культивирование каждого конкретного генотипа предполагает разработку отдельных модификаций и учет специфики биологии конкретного образца.

Для того чтобы сделать данные о коллекциях культур растений и банке ДНК ЦБС НАН Беларуси доступными для широкой аудитории, их описание выставляется нами в сеть Internet на страницах информационно-поисковой системы НВС-Info (<http://hbc.bas-net.by>) [34]. Адресная информация, история создания коллекций, кураторы и создатели, список образцов на русском и латинском языках доступны на страницах сайта «Ботанические коллекции» (<http://hbc.bas-net.by/bcb>). Данные по ДНК-типированию и другим биоэкологическим свойствам некоторых видов и внутривидовых таксонов можно найти на страницах <http://hbc.bas-net.by/hbcinfo/biochempass.php>

и <http://hbc.bas-net.by/hbcinfo/dnabank.php> соответственно. Более 100 публикаций, в которых представлены новые научные данные, расположены в ботанической библиотеке <http://hbc.bas-net.by/hbcinfo/biblio.php>. Доступ к публикациям возможен по авторам, латинским названиям родов и семейств изученных растений. Информация о названных коллекциях есть на портале ботанических садов России, Беларуси и Казахстана (<http://hortusbotanicus.ru>). Работа в международном проекте позволяет расширить сотрудничество и информационный обмен в целях сохранения биоразнообразия растений.

На базе современных молекулярно-генетических и биотехнологических методов создана комплексная научно обоснованная схема поддержания, сохранения и изучения образцов в коллекции *in vitro* и ДНК-банке ЦБС НАН Беларуси, которые являются частью национального и глобального биологического разнообразия, основой проведения широкого спектра научных исследований, реализации образовательных программ (рис. 2).

Постоянно проводится обмен опытом при создании и развитии коллекций культур растительных клеток, меристем, стерильных растений *in vitro* редких и эндемичных видов растений, в том числе при их культивировании, депонировании при пониженных температурах и криосохранении в ИФР РАН. Организуются школы и семинары, стажировки по методам получения характеристики культур клеток, органов, тканей и растений *in vitro* редких и эндемичных видов, а также по вопросам создания общих для ЕврАзЭС баз данных по этим коллекциям. Все это обеспечит согласованное взаимодействие специалистов разных стран с учетом национальных законодательств и ведения красных книг.

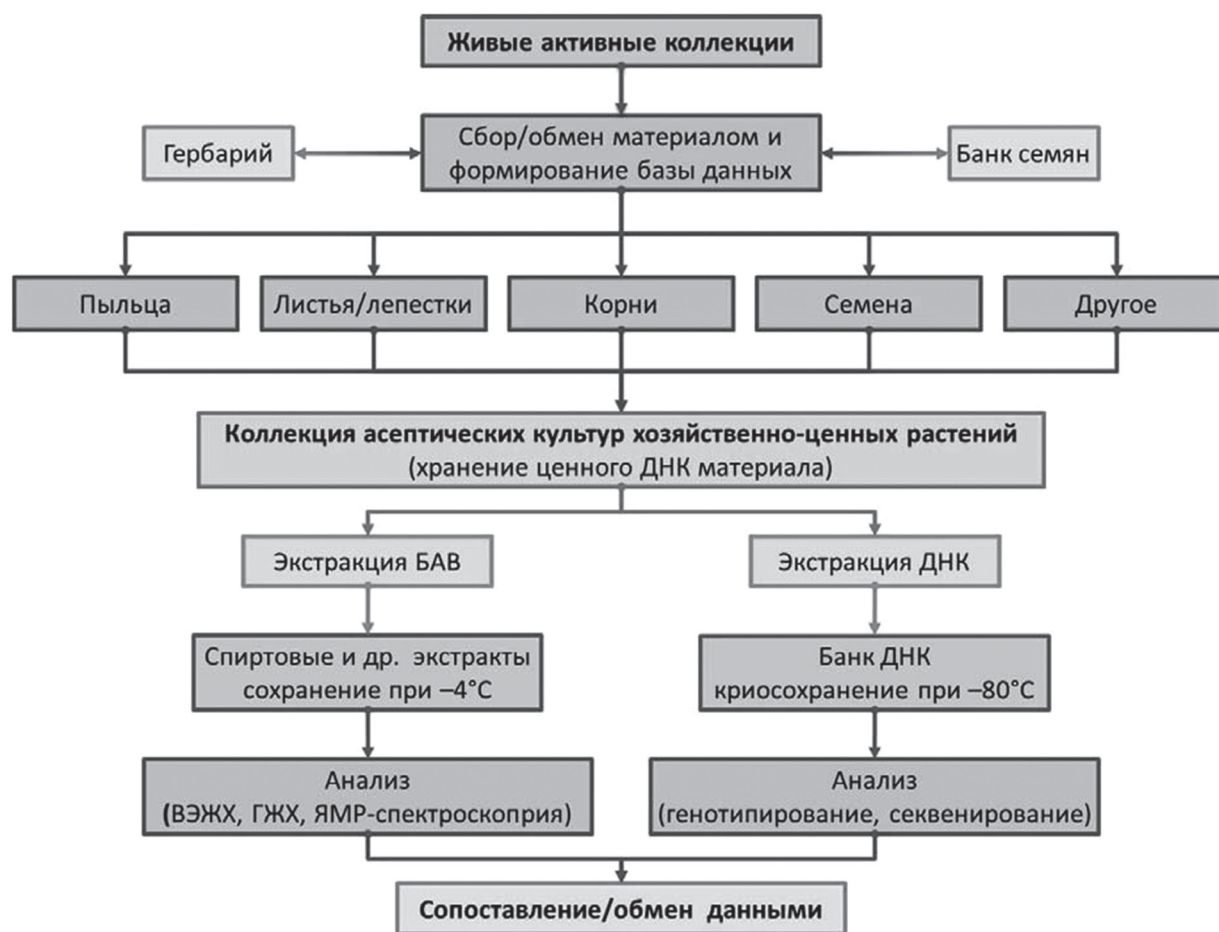


Рис. 2. Комплексная научно обоснованная схема поддержания, сохранения и изучения образцов в коллекции *in vitro* и ДНК-банке ЦБС НАН Беларуси

Fig. 2. Integrated science-based scheme of maintaining, preserving and studying of specimens in collection *in vitro* and DNA bank of the CBG of NAS of Belarus

Благодарности. Работа выполнена в рамках выполнения задания 1.8 «Разработать научные основы создания и организации коллекции *in vitro* редких и эндемичных видов растений с целью сохранения генофонда, реинтродукции и биотехнологического получения растительного сырья» подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии в Республике Беларусь» МЦП ЕвразЭС «Инновационные биотехнологии».

Работы по созданию ДНК-коллекции рода *Paemonia*, проведение генотипирования на основе ДНК-локусов, создание генотипических сертификатов редких сортов и видов *Paemonia* реферируемых коллекций ЦБС и MBGNA Мичиганского университета поддержаны Белорусским фондом фундаментальных исследований (договор № B15 MC-035, 2015–2017 гг.) и специальным грантом MBGNA. Авторы выражают признательность кураторам коллекций пионов ЦБС НАН Беларуси – научному сотруднику В. В. Гайшун, Мичиганского университета – доктору Дэвиду Мичинеру, директору MBGNA доктору Роберту Гриси и сотрудникам учреждения за плодотворное сотрудничество при проведении совместных исследований.

Acknowledgements. The work was carried out within a project 1.8 “To develop scientific basics for the creation and organization of *in vitro* collection of rare and endemic plant species for the purpose of gene pool conservation, reintroduction and biotechnological production of plant raw materials” inside the EurAsEC program “Innovative biotechnologies”.

A section of works on the creation of DNA collections of the genus *Paemonia*, genotyping based on DNA loci, creation of genotypic certificates of rare cultivars and species of *Paemonia* of the reference collections of CBG and MBGNA of the University of Michigan were supported by the Belarusian Foundation for Basic Research (contract No B15 MC-035, for the 2015–2017), special grant of MBGNA. The authors are grateful to the curators of the collections of peonies at the Central Botanical Gardens of NAS of Belarus – scientific researcher Valentina Gaishun, at the University of Michigan – to Dr. David Michiner, to Director of MBGNA Dr. Robert Grese and the staff of the institution for fruitful cooperation in joint research.

Список использованных источников

1. Сохранение растений в генетических банках *in vitro*: преимущества и недостатки / Н. А. Мамаева [и др.] // Бюл. Глав. бот. сада. – 2008. – Вып. 194. – С. 141–149.
2. Использование методов биотехнологии растений для сохранения и изучения биоразнообразия мировой флоры / В. Б. Белокурова [и др.] // Цитология и генетика. – 2005. – N 1. – С. 41–51.
3. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools / B. M. Reed [et al.] // *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. – 2011. – Vol. 47, N 1. – P. 1–4.
4. Решетников, В. Н. Научные и практические аспекты развития биотехнологии растений в Республике Беларусь / В. Н. Решетников, Е. В. Спиридович // Тр. Белорус. гос. ун-та. Сер.: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – Минск, 2012. – Т. 7, ч. 1. – С. 57–71.
5. Conservation *in vitro* of threatened plants – progress in the past decade / V. Sarasan [et al.] // *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. – 2006. – Vol. 42, iss. 3. – P. 206–214.
6. Paunescu, A. Biotechnology for endangered plant conservation: a critical overview / A. Paunescu // *Romanian Biotechnol. Lett.* – 2009. – Vol. 14, N 1. – P. 4095–4103.
7. Reed, B. M. Technical guidelines for the management of field and *in vitro* germplasm collections / B. M. Reed [et al.] ; International Plant Genetic Resources Institute. – Rom, 2004. – 106 p.
8. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools / B. M. Reed [et al.] // *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. – 2011. – Vol. 47, N 1. – P. 1–4.
9. Conservation *in vitro* of rare and threatened ferns – case studies of biodiversity hotspot and island species / H. Barnicoat [et al.] // *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. – 2011. – Vol. 47, N 1. – P. 37–45.
10. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture / Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 2014. – 182 p.
11. Plant variety and cultivar identification: advances and prospects / N. K. Korir [et al.] // *Critical Rev. in Biotechnol.* – 2013. – Vol. 33, N 2. – P. 111–125.
12. De Vicente, M. C. Collecting DNA for conservation : chapter 40 [Electronic resource] / M. C. de Vicente // *Crop Genebank BaseKnowledge. Stengthening capacity to manage genebanks.* – Mode of access: https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=667. – Date of access: 12.04.2017.
13. DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation / T. R. Hodgkinson [et al.] // *J. of Plant Res.* – 2007. – Vol. 120, N 1. – P. 17–29.

14. Karp, A. Molecular Techniques in the Assessment of Botanical Diversity / A. Karp, O. Seberg, M. Buiatti // *Annals of Botany*. – 1996. – Vol. 78. – P. 143–149.
15. Bridson, D., Forman, L. The Herbarium Handbook / D. Bridson, L. Forman (editors) ; Royal Botanic Gardens. – Kew, 1992. – 303 p.
16. Savolainen, V. A plea for DNA banking / V. Savolainen, G. Reeves // *Science*. – 2004. – Vol. 304. – P. 1445.
17. Rapid DNA extraction from ferns for PCR-based analyses / E. L. Dempster [et al.] // *Biotechniques*. – 1999. – Vol. 27, N 1. – P. 66–68.
18. Рябушкина, Н. А. Специфика выделения ДНК из растительных объектов / Н. А. Рябушкина, М. Е. Омашева, Н. Н. Галиакпаров // *Биотехнология. Теория и практика*. – 2012. – № 2. – С. 9–26.
19. Асептические коллекции и банк ДНК редких растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Е. В. Спиридович [и др.] // *Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : материалы Междунар. науч. конф., Минск, 7–9 окт. 2015 г.* – Минск, 2015. – С. 473–478.
20. Вайновская, И. Ф. Разработка биотехнологических приемов сохранения и размножения Ириса сибирского (*Iris sibirica* L.) сем. Iridaceae / И. Ф. Вайновская, Т. И. Фоменко // *Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы юбил. конф., посвящ. 80-летию ЦБС НАН Беларуси, Минск, 19–22 июня 2012 г.* – Минск, 2012. – С. 384–387.
21. Козлова, О. Н. Разработка асимбиотических методов культивирования для сохранения редких видов орхидных природной флоры Беларуси / О. Н. Козлова, Т. И. Фоменко // *Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира : материалы междунар. науч. конф., Минск–Нарочь, 23–26 сент. 2014 г.* – Минск, 2014. – С. 332–334.
22. Козлова О. Н. Культура *in vitro* орхидных умеренного климата в ЦБС НАН Беларуси // *Теоретические и прикладные аспекты биохимии и биотехнологии растений : сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф., Минск, 14–16 мая 2008 г.* – Минск, 2008. – С. 252–256.
23. Козлова, О. Н. Оптимизация условий инициации асептических культур двух охраняемых видов орхидных *Liparis loeselii* (L.) Rich. и *Listera ovata* (L.) R. Вг. / О. Н. Козлова, Е. В. Андриевская, В. В. Ширвель // *Охрана и культивирование орхидей : сб. ст. X Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 1–5 июня 2015 г.* / Центр. ботан. сад Нац. акад. наук Беларуси ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2015. – С. 92–95.
24. Морфогенез и микрклональное размножение в культуре *in vitro* представителей рода *Digitalis* L. / Л. Г. Бердичевец [и др.] // *Биология клеток растений in vitro и биотехнология : тез. IX Междунар. науч. конф.* – Звенигород, 2008. – С. 44.
25. Фоменко, Т. И. Разработка методов депонирования наперстянки пурпурной *Digitalis Purpurea* L. / Т. И. Фоменко, Л. Г. Бердичевец // *Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений : сб. ст. Междунар. науч. конф., Минск, 18–20 авг. 2014 г.* – Минск, 2014. – С. 240.
26. Кручонок, А. В. Новое местонахождение редкого вида растения *Ophrys insectifera* L. (*Orchidaceae* Juss.) в Витебской области / А. В. Кручонок, О. Н. Козлова, М. А. Бедуленко // *Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны : материалы II Междунар. науч. семинара, Минск, 24–25 сент. 2015 г.* / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Белорус. бот. о-во. – Минск, 2015. – С. 65–67.
27. Мультилокусное ДНК-маркирование (RAPD и ISSR) как основа комплексной оценки популяционно-генетических ресурсов редких видов растений / А. Б. Власова [и др.] // *Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды = Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality : тез. докл. IV Междунар. науч. конф., 12–17 сентября 2011 г., Минск – Нарочь* / [сост. и общ. ред. Т. М. Михеевой] ; Бел. гос. ун-т, биол. факультет, Науч.-исслед. лаборатория гидроэкологии, Учеб.-науч. центр «Нарочанская биологическая станция им. Г. Г. Винберга», Мин-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Нац. парк «Нарочанский». – Минск : Изд. центр Бел. гос. ун-та, 2011. – С. 52–53.
28. Власова, А. Б. Лабораторный регламент на методику генетического мониторинга популяций редких и охраняемых видов растений с использованием молекулярных маркеров (RAPD и ISSR) / А. Б. Власова, А. Н. Юхимук, М. С. Тухфатуллина ; Центр. бот. сад Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2012. – 19 с.
29. Brown, A. H. D. Sampling Strategies for Genetic / A. H. D. Brown, J. D. Briggs // *Genetics and conservation of rare plants* / D. A. Falk [et al.]. – New York, 1991. – P. 99–119.
30. DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation / T. R. Hodgkinson [et al.] // *J. Plant Res.* – 2007. – Vol. 120, N 1. – P. 17–29.
31. Schaal, B. Ex situ plant conservation Book. Population genetic issues in *ex situ* plant conservation / B. Schaal, W. Leverich. – Washington : Island Press, 2004. – P. 267–285.
32. Коллекция *in vitro* и банк ДНК редких видов растений в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / Спиридович Е. В., Фоменко Т. И., Власова А. Б., Вайновская И. Ф., Юхимук А. Н., Решетников В. Н. // *Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты) : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию отд. биотехнологии растений Никит. бот. сада, Симферополь, 25 сент.–1 окт. 2016 г.* / Рос. акад. наук [и др.]. – Симферополь, 2016. – С. 160–161.
33. Genetic differentiation of historic cultivars of herbaceous *Paeonia* based on SRAP markers: documentation and conservation of botanic collections / N. B. Vlasava [et al.] // *Works of the State Nikit. Bot. Garden*. – 2014. – Vol. 139. – P. 187–199.

34. Опыт создания информационно-поисковой системы НВС-Info в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / С. М. Кузьменкова [и др.] // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры = Assessment, Conservation and Sustainable Use of Plant Biological Diversity : материалы Междунар. конф., посвящ. 80-летию Центр. бот. сада Нац. акад. наук Беларуси (19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь) : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Центр. бот. сад Нац. акад. наук Беларуси ; [редкол.: В. В. Титок (отв. ред.) и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 163–167.

References

1. Mamaeva N. A., Vetchinkina E. M., Gorbunov, Yu. N., Molkanova, O. I. Preservation of plants in genetic banks *in vitro*: advantages and disadvantages. *Biulleten' gosudarstvennogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the State Botanical Garden], 2008, iss. 194, pp. 141–149. (in Russian).
2. Belokurova V. B., Listvan E. V., Maistrov P. D., Sikura J. J., Gleba Y. Y., Kuchuk N. V. Use of plant biotechnology methods for the conservation and study of the biodiversity of the World flora. *Tsitologiya i genetika* [Cytology and Genetics], 2005, no. 1, pp. 41–51. (in Russian).
3. Reed B. M., Sarasan V., Kane M., Bunn E., Pence V. C. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 2011, vol. 47, no. 1, p. 1–4. doi:10.1007/s11627-010-9337-0.
4. Reshetnikov V. N., Spiridovich E. V. Scientific and practical aspects for the development of plant biotechnology in the Republic of Belarus. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekuliarnye osnovy funktsionirovaniia biosistem* [Proceedings of the Belarusian State University. Series: Physiological, biochemical and molecular basis of functioning of biosystems], 2012, vol. 7, part 1, pp. 57–71. (in Russian).
5. Sarasan V., Cripps R., Ramsay M. M., Atherton C., McMichen M., Prendergast G., Rowntree J. K. Conservation *in vitro* of threatened plants – progress in the past decade. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 2006, vol. 42, iss. 3, pp. 206–214. doi:10.1079/IVP2006769.
6. Paunescu A. Biotechnology for endangered plant conservation: a critical overview. *Romanian Biotechnological Letters*, 2009, vol. 14, no. 1, pp. 4095–4103. doi: 10.1007/978-3-319-09381-9_10.
7. Reed B. M., Engelmann F., Dulloo M. E., Engels J. M. M. Technical guidelines for the management of field and *in vitro* germplasm collections. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 7, International Plant Genetic Resources Institute, Rom, 2004. 106 p.
8. Reed B. M., Sarasan, V., Kane M., Bunn E., Pence V. C. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 2011, vol. 47, no. 1, pp. 1–4. doi:10.1007/s11627-010-9337-0.
9. Barnicoat H., Cripps R., Kendon J., Sarasan V. Conservation *in vitro* of rare and threatened ferns – case studies of biodiversity hotspot and island species. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 2011, vol. 47, no. 1, pp. 37–45.
10. *Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2014. 182 p.
11. Korir N. K., Han J., Shangguan L., Wang C., Kayesh E., Zhang Y., Fang J. Plant variety and cultivar identification: advances and prospects. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2013, vol. 33, no. 2, pp. 111–125.
12. De Vicente M. C. Collecting DNA for conservatio : chapter 40. *Crop Genebank BaseKnowledge. Stenghtening capacity to manage genebanks*. Available at: https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=667 (accessed: 12. 04.2017).
13. Hodkinson T. R., Waldren S., Parnell J. A., Kelleher C. T., Salamin K., Salamin N. DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation. *Journal of Plant Research*, 2007, vol. 120, no. 1, pp. 17–29.
14. Karp A., Seberg O., Buiatti M. Molecular Techniques in the Assessment of Botanical Diversity. *Annals of Botany*, 1996, vol. 78, pp. 143–149.
15. Bridson G. D. R., Forman L. *The Herbarium Handbook* Royal, Botanic Gardens. Kew, 1992. 303 p.
16. Savolainen V., Reeves G. A plea for DNA banking. *Science*, 2004, vol. 304, pp. 1445.
17. Dempster E. L., Pryor K. V., Francis D., Young J. E., Rogers H. J. Rapid DNA extraction from ferns for PCR-based analyses. *Biotechniques*, 1999, vol. 27, no. 1, pp. 66–68.
18. Rjabushkina N. A., Omasheva M. E., Galiakparov N. N. Specificity of DNA isolation from plant objects. *Biotehnologiya. Teoriya i praktika* [Biotechnology. Theory and practice], 2012, no. 2, pp. 9–26. (in Russian).
19. Spiridovich E. V., Vlasava A. B., Fomenko T. I., Kozlova O. N., Vainovskaia I. F., Iukhimuk A. N., Kuz'menkova S. M., Reshetnikov V. N. Aseptic collections and DNA bank of rare plants of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. *Problemy sokhraneniia biologicheskogo raznoobrazii i ispol'zovaniia biologicheskikh resursov : materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii* [Problems of conservation of biological diversity and use of biological resources: Proceedings of the International scientific conference], Minsk, 2015, pp. 473–478. (in Russian).
20. Vainovskaia I. F., Fomenko T. I. Development of biotechnology methods for the conservation and reproduction of *Iris sibirica* L. (Fam. *Introduktsiia, sokhranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobrazii mirovoi flory : materialy jubileinoi konferentsii, posviashchennoi 80-letiiu Tsentral'nogo batanicheskogo sada Natsional'noi akademii nauk Belarusi* [Introduction, conservation and use of the biological diversity of the world's flora: Materials of the jubilee conference dedicated to the 80th anniversary of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus]. Minsk, 2012, pp. 384–387. (in Russian).
21. Kozlova O. N., Fomenko T. I. Development of asymbotic cultivation methods for conservation of rare species of orchids in Belarus. *Sovremennoe sostoianie, tendentsii razvitiia, ratsional'noe ispol'zovanie i sokhranenie biologicheskogo*

raznoobrazie rastitel'nogo mira: materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, Minsk–Naroch' [Current state, development trends, rational use and conservation of the biological diversity of the plant world: materials International scientific conference, Minsk–Naroch]. Minsk, 2014, pp. 332–334. (in Russian).

22. Kozlova O. N. *In vitro* culture of temperate climate orchids in the Central Botanical Garden of the NAS of Belarus. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty biokhimii i biotekhnologii rastenii: sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii* [Theoretical and applied aspects of plant biochemistry and biotechnology: collection of scientific proceedings of the III International scientific conference]. Minsk, 2008, pp. 252–256. (in Russian).

23. Kozlova O. N., Andrievskaia E. V., Shirvel' V. V. Optimizing the conditions of initiating aseptically cultures of two protected species of orchids *Liparis loeselii* (L.) Rich. и *Listera ovata* (L.) R. Br. *Okhrana i kul'tivirovanie orkhidei: sbornik statei X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Protection and cultivation of orchids: a collection of articles of the X International scientific and practical conference]. Minsk, 2015, pp. 92–95. (in Russian).

24. Berdichevets L. G., Berdichevets I. N., Maljush M. K., Fomenko T. I. Morphogenesis and microclonal propagation *in vitro* culture of representatives of the genus *Digitalis* L. *Biologiya kletok rastenii in vitro i biotekhnologiya: tezisy IX Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii* [Biology of plant cells in vitro and biotechnology: theses of the IX International scientific conference]. Zvenigorod, 2008, p. 44. (in Russian).

25. Fomenko T. I., Berdichevets L. G. Development of methods for depositing of *Digitalis purpurea* L. *Biotehnologicheskie priemy v sokhranении bioraznoobrazia i seleksii rastenii: sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii* [Biotechnological methods in the conservation of biodiversity and plant breeding: collection of works International scientific conference]. Minsk, 2014, p. 240. (in Russian).

26. Kruchonok A. V., Kozlova O. N., Bedulenko M. A. New location of a rare species of plant *Ophrys insectifera* L. (Orchidaceae Juss.) in Vitebsk region. *Rastitel'nost' bolot: sovremennye problemy klassifikatsii, kartografirovaniia, ispol'zovaniia i okhrany: materialy II Mezhdunarodnogo nauchnogo seminar* [Vegetation of marshes: current problems Classification, mapping, use and protection: materials II International scientific seminar], *Natsional'naia akademiia nauk Belarusi, Institut eksperimental'noi botaniki imeni V. F. Kuprevicha Natsional'noi akademii nauk Belarusi, Belorusskoe botanicheskoe obshchestvo* [National academy of Sciences of Belarus, Institute of Experimental Botany named after V. F. Kuprevich of the National Academy of Sciences of Belarus, Belarusian Botanical Society], Minsk, 2015, pp. 65–67. (in Russian).

27. Vlasava A. B., Yuhimuk A. N., Tuhfatullina M. S., Dzhus M. A., Vlasov B. P. Multilocus DNA-fingerprinting (RAPD and ISSR) as a basis for integrated assessment of the population-genetic resources of rare plant species. *Ozernye ekosistemy: biologicheskie protsessy, antropogennaia transformatsiia, kachestvo vody* = Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality: abstracts of the IV International scientific conference, Minsk–Naroch, Belarusian State University, Faculty of Biology, Scientific and Research Laboratory of Hydroecology, Educational and Scientific Center «Narochanskaya Biological Station named after G. G. Vinberg», Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus, National Park «Narochansky». Minsk, Publishing Center of the Belarusian State University, 2011, pp. 52–53. (in Russian).

28. Vlasava A. B., Iukhimuk A. N., Tuhfatullina M. S. Laboratory regulations on methods of genetic monitoring of populations of rare and protected plant species using molecular markers (RAPD and ISSR). *Tsentral'nyi botanicheskii sad Natsional'noi akademii nauk Belarusi* [Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus]. Minsk, 2012, 19 p. (in Russian).

29. Brown A. H. D., Briggs J. D. Sampling Strategies for Genetic. *Genetics and conservation of rare plants*, Falk D. A., Holsinger K. E. (eds), New York, Oxford University Press, 1991, pp. 99–119.

30. Hodkinson T. R., Waldren S., Parnell J. A., Kelleher C. T., Salamin K., Salamin N. DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation. *Journal of Plant Research*, 2007, vol. 120, no. 1, pp. 17–29. doi:10.1007/s10265-006-0059-7.

31. Schaal B., Leverich W. *Population genetic issues in ex situ plant conservation. Ex situ plant conservation*. Washington, Island Press, 2004, pp. 267–285.

32. Spiridovich E. V., Fomenko T. I., Vlasova A. B., Vajnovskaja I. F., Juhimuk A. N., Reshetnikov V. N. *In vitro* collection and DNA bank of rare plant species in the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. *Biotehnologiya kak instrument sokhraneniia bioraznoobrazia rastitel'nogo mira (fiziologo-biokhimicheskie, embriologicheskie, geneticheskie i pravovye aspekty): materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 30-letiiu otdela biotekhnologii rastenii Nikitskogo botanicheskogo sada* [Biotechnology as a tool for the conservation of plant biodiversity (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects): materials of the VII International scientific and practical conference on the 30th anniversary of the biotechnology department of the Nikitsky Botanical Garden]. Simferopol, 2016, pp. 160–161. (in Russian).

33. Vlasava N. B., Michener D. C., Yuhimuk A. N., Gaishun V. V., Bryant R., Agabalaeva E. D., Spiridovich E. V. Genetic differentiation of historic cultivars of herbaceous *Paeonia* based on SRAP markers: documentation and conservation of botanic collections. *Works of the State Nikitski Botanical Garden*, 2014, vol. 139, pp. 187–199.

34. Kuzmenkova S. M., Nosylovsky O. A., Zavadskaya L. V., Volodko I. K. The experience of creating the information retrieval system HBC-Info in the Central Botanical Garden of the NAS of Belarus. *Introduktsiia, sokhranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobrazia mirovoi flory* = Assessment, Conservation and Sustainable Use of Plant Biological Diversity: materials of the International Conference dedicated to the 80th anniversary of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, in Titok V. V. (ed.), etc., National Academy of Sciences of Belarus, Central Botanical Garden. Minsk, 2012, vol. 2, part 1, pp. 163–167. (in Russian).

Сведения об авторах

Спиридович Елена Владимировна – канд. биол. наук, доцент, заведующий лабораторией. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: e.spiridovich@cbg.org.by.

Власова Анастасия Борисовна – канд. биол. наук, доцент, вед. науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastassia_vlasova@yahoo.com.

Козлова Ольга Николаевна – науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kozlova_o@yahoo.com.

Вайновская Илона Феликсовна – науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: ilonavain@mail.ru.

Юхимук Андрей Николаевич – науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: andrey.yukhimuk@gmail.com.

Кузьменкова Светлана Михайловна – заведующий сектором. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: msk-hortus@mail.ru.

Носиловский Олег Александрович – заведующий сектором. Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси (ул. Сурганова, 6, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: oleg@bas-net.by.

Решетников Владимир Николаевич – академик, д-р биол. наук, профессор, заведующий отделом. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: V.Reshetnikov@cbg.org.by.

Для цитирования

Асептическая коллекция и банк ДНК Центрального ботанического сада НАН Беларуси как эффективные инструменты сохранения редких растений / Е. В. Спиридович [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2017. – № 3. – С. 117–128.

Information about the authors

Elena V. Spiridovich – Ph. D. (Biol.), Assistant Professor, Head of the Laboratory. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: e.spiridovich@cbg.org.by.

Nastassia B. Vlasava – Ph. D. (Biol.), Assistant Professor, Leading researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastassia_vlasova@yahoo.com.

Olga N. Kozlova – Researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kozlova_o@yahoo.com.

Ilona F. Vaynovskaya – Researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ilonavain@mail.ru.

Andrey N. Yukhimuk – Researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: andrey.yukhimuk@gmail.com.

Svetlana M. Kuzmenkova – Head of the Gerbarium. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: msk-hortus@mail.ru.

Oleg A. Nosylovsky – Head of the Sector. The United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus (Surganov Str., 6, 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: oleg@bas-net.by.

Vladimir N. Reshetnikov – Academician, D. Sc. (Biol.), Professor, Head of the Department. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: V.Reshetnikov@cbg.org.by.

For citation

Spiridovich E. V., Fomenko T. I., Vlasava N. B., Kozlova O. N., Vaynovskaya I. F., Yukhimuk A. N., Kuzmenkova S. M., Nosylovsky O. A., Reshetnikov V. N. Conservation of rare plants in the aseptic collection and DNA bank of the Central Botanical Garden of NAS of Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series], 2017, no. 3, pp. 117–128.