

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья
УДК 575:58:631.52(470+571)
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30



Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам

Е. К. Хлесткина

*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия*

Автор, ответственный за переписку: Елена Константиновна Хлесткина, director@vir.nw.ru

Биоресурсные коллекции и комплекс технологий по их сохранению, изучению и практическому использованию являются сегодня основой биоэкономики, биобезопасности, продовольственной безопасности. Это фундамент, на котором базируются производственные цепочки, ведущие от фундаментальных исследований к различным технологическим направлениям и отраслям промышленности.

Проводится анализ современного состояния и оценка перспективы развития биоресурсных коллекций Российской Федерации. Рассматривается закономерность трансформации генетических банков в биоресурсные центры и тенденция к интеграционному сетевому взаимодействию коллекций одинакового типа. Отмечаемые тенденции детально анализируются на примере развития коллекций генетических ресурсов растений. Рассматриваются актуальные направления работы с ними, заданные Указами Президента Российской Федерации № 44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений» и № 45 «О Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений» от 8 февраля 2022 г.

Ключевые слова: биоресурсные коллекции, биоресурсный центр, генетические ресурсы, генетические технологии, генетический банк, биоэкономика

Благодарности: работа выполнена в рамках государственных заданий по тематическому плану ВИР, проект № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции». Выражаю признательность ведущим научным сотрудникам ВИР Филипенко Галине Ивановне и Чухиной Ирине Георгиевне за плодотворное обсуждение освещаемых в обзоре вопросов.

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Хлесткина Е.К. Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(1):9-30. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30

Genetic resources in Russia: from collections to bioresource centers

Elena K. Khlestkina

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Elena K. Khlestkina, director@vir.nw.ru

Collections of bioresources and a set of technologies for their conservation, study and practical use are now the basis of bioeconomy, biosafety, and food security. It is the foundation underpinning production chains, leading from basic research to various technological areas and industries.

An analysis of the current state and an assessment of the prospects for the development of bioresource collections in the Russian Federation are presented. Regularities of the transformation from genebanks into bioresource centers and the trend towards integration network interaction among the collections of the same type are considered. The observed trends are analyzed in detail employing the case study of the development of plant genetic resources collections. The current tendencies of their management set by Decrees of the President of the Russian Federation No. 44 "On the National Center for Plant Genetic Resources" and No. 45 "On the Interdepartmental Commission on the Formation, Preservation and Use of Plant Genetic Resources Collections" dated February 8, 2022, are discussed.

Keywords: bioresource collections, bioresource center, genetic resources, genetic technologies, genebank, bioeconomy

Acknowledgements: the research was performed within the frameworks of the State Tasks according to the theme plan of VIR, Project No. No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The author is grateful to Galina I. Filipenko and Irena G. Chukhina, Leading Researchers of VIR, for fruitful discussions on the issues highlighted in this publication.

The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Khlestkina E.K. Genetic resources in Russia: from collections to bioresource centers. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(1):9-30. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30

Введение

Биоресурсные коллекции представляют собой часть биологического разнообразия, особо ценную для человека, общества и природы, сохраняемую и управляемую человеком при помощи высокотехнологичных междисциплинарных подходов. Если рассматривать иерархические уровни организации биологического разнообразия (генетическое, видовое и экосистемное), то основной фокус внимания при создании и развитии биоресурсных коллекций сосредоточен на генетическом разнообразии (внутривидовом разнообразии или разнообразии генов и их вариантов – аллелей). Именно генетическое разнообразие и собственно генетические ресурсы представляют наибольшую ценность для современных геномных и генетических исследований, развития генетических технологий и современных направлений медицины, аграрной и биотехнологической промышленности.

К биоресурсным коллекциям предъявляют высокие требования. Они отражены в следующем определении:

Биоресурсная коллекция (БРК) – это целенаправленно создаваемое/созданное научно систематизированное собрание биологических объектов естественного и/или искусственного происхождения, обладающее общим набором специфических характеристик, сохраняемое в контролируемых условиях с соблюдением чистоты и подлинности (аутентичности) материала и используемое для проведения научных исследований, прикладных разработок и образовательного процесса.

Каждая биоресурсная коллекция неразрывно связана с каким-либо профильным научным или научно-образовательным учреждением. Есть научные организации, для которых сохранение определенной биоресурсной коллекции является основной задачей. Такие учреждения называют генбанками.

Генетический банк (генбанк) – научное учреждение, сохраняющее на долгосрочной основе генетические ресурсы (растений, животных, микроорганизмов) вне мест их естественного обитания или разведения, обладающее необходимым инструментально-методическим и инфраструктурным комплексом для этих работ.

Сегодня, ввиду значимости биоресурсных коллекций на пути перехода к новому технологическому укладу, к биоэкономике, возрастает потребность в интенсивном их изучении и раскрытии их потенциала для создания новых технологий и инновационной продукции. В связи с этим актуальной является тенденция трансформации генбанков (или включения отдельных коллекций) в крупные биоресурсные центры (центры генетических ресурсов), оснащенные надлежащей инфраструктурой и комплексом технологий не только для сохранения, но и активного современного изучения и практического использования генетических ресурсов.

Целью настоящего обзорного исследования является анализ современного состояния и оценка перспективы развития биоресурсных коллекций Российской Федерации.

Началом систематического сбора и изучения биологического разнообразия в России можно считать учреждение Петром I в 1714 г. Кунсткамеры и Аптекарского огорода. Из зоологических коллекций Кунсткамеры вырос Зоологический музей Императорской академии наук, ныне Зоологический институт РАН – держатель одной из крупнейших и старейших зоологических коллекций в мире. Ботанические коллекции Кунсткамеры дали начало Ботаническому музею Императорской академии наук, а на базе Аптекарского огорода был создан Императорский ботанический сад, объединенные в 1931 г. в одно учреждение – Ботанический институт Академии наук СССР, ныне Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН (Geltman, 2011, 2014; Hartanovich, 2011; Varanov, Bobrov, 1957).

Первая в России научная коллекция винограда – Ампелографическая коллекция «Магарач». Началом ее основания считается 1814 г., когда на землях Императорского Никитского ботанического сада в Крыму были высажены лозы нескольких десятков лучших сортов винограда, завезенных из Франции; уже через 12 лет после этого она насчитывала 300 сортов из Европейских стран и Российской Империи, а сегодня содержит более 4100 образцов (Avidzba et al., 2015; Polulyakh et al., 2017).

На рисунке 1 проиллюстрировано генетическое и фенотипическое разнообразие созданных и/или изучаемых/возделываемых в Крыму сортов винограда на примере шести сортов из «Атласа к ампелографии Крыма», выпущенного в 1904 г. (Korzhinsky, 1904).

Огромное значение для развития деятельности в сфере генетических ресурсов растений не только в нашей стране, но и во всем мире имело создание в 1894 г. при Ученом комитете Министерства земледелия и государственных имуществ Бюро по прикладной ботанике. Бюро было основано в целях совершенствования сельского хозяйства, снижения рисков неурожая и повышения экономической эффективности сельского хозяйства. Его создание положило начало систематической работе по изучению и оценке разнообразия сельскохозяйственных культур на территории Российской Империи с привлечением специалистов из Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада. Уже в 1906 г. директор Бюро Роберт Эдуардович Регель представил на международной выставке в Милане коллекцию ячменей Бюро, которая получила высшую награду мероприятия (Regel, 1915).

К 1914 г. коллекция Бюро, пополняемая первоначально преимущественно сборами в пределах Российской Империи, насчитывала более 14 000 образцов, включая 4100 образцов пшеницы, более 2900 – ячменя, более 1000 – овса, около 400 – ржи. Гербарий Бюро, который к тому времени составлял более 10 000 листов (Loskutov, 2009), позже вырос в один из трех крупнейших в мире гербариев культурной флоры – Гербарий культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений (Гербарий ВИР [WIR]) (Smekalova et al., 2012; рис. 2).

В 1920 г. руководителем учреждения стал Николай Иванович Вавилов. Он не просто масштабировал работу по сбору и изучению сортов сельскохозяйственных растений, но разработал системный научно обоснованный подход к сохранению и рациональному использованию генетического разнообразия культурных растений и их диких родичей, который позже переняли во многих странах мира. Вместе со своими соратниками Н. И. Вавилов провел 180 экспедиций в 65 странах мира (Goncharov, 2014; рис. 3). Первой зарубежной экспедицией Н. И. Вавилова



Рис. 1. Сорты винограда из «Атласа к ампелографии Крыма» (по: Korzhinsky, 1904): а – ‘Гуле Никитский’, б – ‘Кокур белый’, в – ‘Крымский черный’, г – ‘Шасля рассеченный’, д – ‘Асма черный’, е – ‘Жемчуг Гартвиса’

Fig. 1. Grapevine cultivars from the Atlas to the Crimean Ampelography (from: Korzhinsky, 1904): а – ‘Gule Nikitskiy’, б – ‘Kokur Bely’, в – ‘Krymskiy Cherny’, г – ‘Shaslya Rassechenny’, д – ‘Asma Cherny’, е – ‘Zhemud Gartvisa’



в

г

Рис. 2. Из гербария ВИР [WIR]:

а – структура фондов Гербария; **б** – разновидность пшеницы, названная в честь Н. И. Вавилова *Triticum dicoccoides* var. *vavilovii* Jakubz. (1956 год); **в** – Голотип сорта айвы (*Cydonia oblonga* subsp. *intergerrima* var. *urceolata* Lobacz.) ‘Джардан’ (1972 год); **г** – Номенклатурный стандарт сорта картофеля (*Solanum tuberosum* L.) ‘Даная’ (2018 год) (фото И. Г. Чухиной, Л. Ю. Шипилиной)

Fig. 2. From the Herbarium of VIR [WIR]:

a – the structure of the Herbarium’s funds; **b** – a variety of wheat named after N. I. Vavilov *Triticum dicoccoides* var. *vavilovii* Jakubz. (1956); **v** – the quince variety holotype (*Cydonia oblonga* subsp. *intergerrima* var. *urceolata* Lobacz.) ‘Dzhardan’ (1972); **g** – a nomenclatural standard reference of the potato cultivar (*Solanum tuberosum* L.) ‘Danaya’ (2018) (photos by I. G. Chukhina and L. Yu. Shipilina)

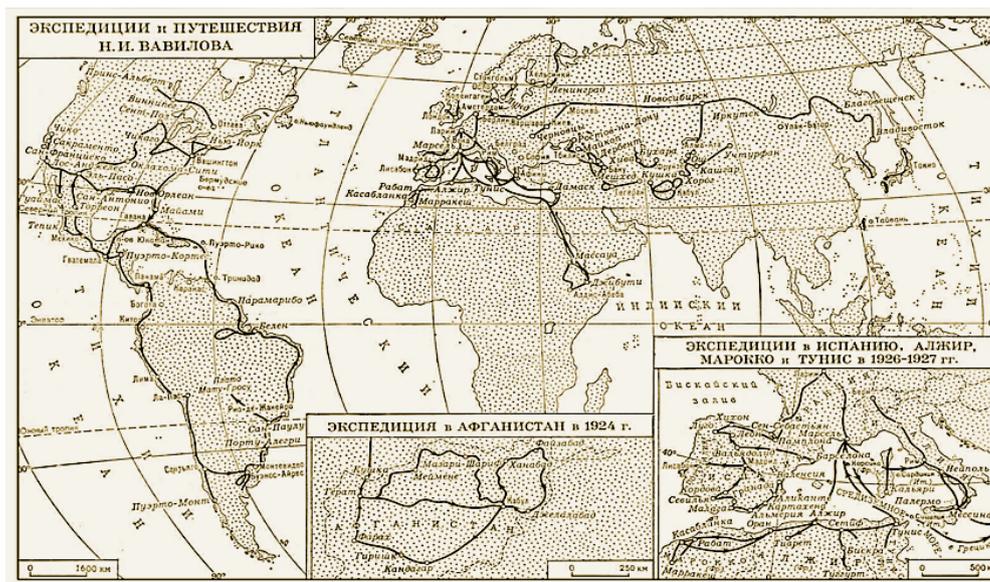


Рис. 3. Маршруты путешествий и экспедиций Н. И. Вавилова в 1916–1940 гг. (по: Goncharov, 2014)

Fig. 3. N. I. Vavilov's trip itineraries in 1916–1940 (from: Goncharov, 2014)

лова была поездка в 1916 г. в Иран. На основе наблюдений, сделанных в ходе поездки, и дальнейшего изучения собранного материала Николай Иванович сформулировал закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Vavilov, 1920), а через несколько лет представил следующее открытие – центры происхождения культурных растений (Vavilov, 1926). Эти два фундаментальных открытия легли в основу научно систематизированного поиска и сбора наиболее ценных представителей культурной флоры. Результат многолетних трудов Вавилова и его соратников – первая в мире коллекция культурных растений и их диких родичей – признается самой ценной и уникальной, а подхваченные идеи Вавилова позволили к настоящему времени по всему миру создать около 10 крупных и несколько сотен небольших коллекций, в совокупности которых надежно сохраняется основа глобальной продовольственной безопасности (FAO, 2010). Бюро по прикладной ботанике в 1924 г. было преобразовано во Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур (позднее переименован во Всесоюзный институт растениеводства – ВИР).

Вавиловскую коллекцию удалось сохранить в годы Великой Отечественной войны – эвакуировать из осажденного города ее не успели, сотрудники были вынуждены трудиться в тяжелейших условиях блокады. Работая при крайнем физическом истощении в промерзших помещениях института, без воды, электричества, под непрерывным артобстрелом, они сохранили, многие ценой собственной жизни, для будущих поколений мировую коллекцию культурных растений и их диких родичей (Loskutov, 2021).

В 1976 г. инфраструктура ВИР дополнилась низкотемпературным хранилищем в п. Ботаника Краснодарского края (Silaeva, 2012; Gerasimova, 2019). С развалом СССР ВИР утратил часть инфраструктуры в виде опытных станций, отошедших со странами ближнего зарубежья, а опытные станции, оставшиеся в стране, выделились в отдельные юридические лица. Однако в конце 2014 г. ВИР был реорганизован в Федеральный исследовательский центр (один из пяти первых ФИЦ, созданных в стране по инициативе Федерального агентства научных организаций России) путем присоединения 11 фи-

лиалов (опытных станций и Кубанского генетического банка семян). Коллекция ВИР насчитывает более 320 тыс. образцов, она структурируется по направлениям: зерновые (в нем отдельно выделяется коллекция пшеницы и тритикале и коллекция овса, ржи и ячменя), крупяные, зернобобовые, плодовые, овощные и бахчевые, масличные и прядильные культуры, картофель и многолетние кормовые травы (рис. 4). Видовое разнообразие коллекции (более 2 тыс. видов) охватывает значительную часть видов растений, используемых человеком (по разным оценкам от 2550 до 3000 видов (Wulff, Maleeva, 1969; Kamelin, 2005), и представляет собой самый ценный для жизнедеятельности человека генофонд и колоссальное генетическое разнообразие – например, один только вид *Triticum aestivum* L. (пшеница мягкая) в коллекции ВИР представлен более чем 30 тысячами сортов и ландрасов этой культуры из самых разных уголков планеты (Ozerskaya, Ukhatoeva, 2020; Report..., 2020).

Современные информационные и биологические технологии для сохранения и изучения генетических ресурсов

Современный уровень работы с коллекциями связан с целым перечнем технологий, примеры которых приведены в таблице.

Поддержание коллекций генетических ресурсов растений *ex situ* (в генбанках) включает, во-первых, сохранение генетических ресурсов растений в живом виде, сюда относятся разные виды работ по сохранению в контролируемых условиях (длительное хранение образцов семян в низкотемпературных хранилищах, хранение образцов вегетативно размножаемых культур в крио- и *in vitro* коллекциях), сохранение образцов многолетних культур в полевых условиях, размножение образцов коллекции для поддержания всхожести семян и получения свежих репродукций; во-вторых, закладку генетических ресурсов растений на хранение с учетом безопасного дублирования. Для полноценного выполнения генетическим банком своих функций необходимо реализовать два типа хранения – базовое и активное.



Рис. 4. Из коллекции ВИР.

Фото А. А. Леншина (ВИР), Е. К. Хлесткиной (ВИР), А. Г. Елацковой (Кубанская опытная станция – филиал ВИР)

Fig. 4. From the collection of VIR.

Photos by A. A. Lenshin, VIR, E. K. Khlestkina, VIR, and A. G. Elatskova, Kuban Experiment Station of VIR

Таблица. Современные информационные и биологические (в том числе генетические, геномные, постгеномные) технологии для сохранения и изучения генетических ресурсов**Table.** Modern information and biological (including genetic, genomic, and postgenomic) technologies for genetic resources conservation and studying

Группа технологий	Назначение с учетом современных трендов в науке и экономике	Примеры технологий	Ссылки
Технологии сохранения генетических ресурсов	Сохранение физических носителей максимально возможного генетического разнообразия в интересах биомедицины, экологии, сельского хозяйства и ряда других отраслей экономики	Технологии сохранения генетических ресурсов <i>ex situ</i> ¹ , в том числе, в условия <i>cryo</i> и <i>in vitro</i> и т. д. Технологии сохранения генетических ресурсов <i>in situ</i> ²	Dunaeva et al., 2017; Ukhatova, Gavrilenko, 2018; Efremova et al., 2020; Gavrilenko, Chukhina, 2020; Khlestkina, Chukhina, 2020
Технологии изучения генетических ресурсов и технологии расширения генетического разнообразия	Развитие персонализированных подходов в медицине и питании, а также иных современных подходов, направленных на улучшение здоровья и повышение качества жизни населения, развитие наукоемких энергосберегающих технологий создания сырья с заданными свойствами для различных отраслей промышленности.	Геномные и омиксные технологии, технологии хромосомной, геномной и клеточной инженерии, технологии генетического редактирования, технологии генетической паспортизации	Badaeva, Salina, 2013; Khlestkina, 2013; Puzyrev, 2014; Loskutov et al., 2016; Khlestkina et al., 2017; Ivanova et al., 2018; Suprun et al., 2018; Elkonin et al., 2019; Khrabrov et al., 2019; Korotkova et al., 2019; Kuluev et al., 2019; Suprun et al., 2019; Voronkova et al., 2019; Akhmetshina et al., 2020; Antonova et al., 2020; Kamnev et al., 2020; Makarova, 2020; Rosanova, Khlestkina, 2020; Strygina, Khlestkina, 2020; Abdullaev et al., 2021; Anisimova et al., 2021; Khrabrov et al., 2021; Lukina et al., 2021; Pendinen, 2021; Rigin et al., 2021; Shelenga et al., 2021;

Таблица. Окончание

Table. The end

Группа технологий	Назначение с учетом современных трендов в науке и экономике	Примеры технологий	Ссылки
Цифровые и информационные технологии в сфере биоресурсных коллекций	Обеспечение системы надежного хранения и эффективного доступа к информации о генетическом разнообразии различных биологических объектов и ее анализ посредством применения инструментов искусственного интеллекта с целью обработки больших данных, для обеспечения охраны приоритета в интеллектуальной собственности, внедрения в медицину и сельское хозяйство технологий цифровых двойников	Цифровые технологии документирования коллекций генетических ресурсов растений (паспортные, описательные и оценочные базы данных образцов коллекции) ³⁻⁵ . Информационная система по биоресурсным коллекциям институтов ФАНО России. Национальная база генетической информации на базе НИЦ Курчатовский Институт (в стадии создания). Цифровой гербарий МГУ	Seregin, 2017; Lashin et al., 2018

Примечание: ¹ Сохранение генетических ресурсов растений *ex situ* включает сбор образцов, их передачу и хранение за пределами первоначальных мест обитания популяций данного вида (или возделывания сорта) – в генетических банках, коллекциях ботанических садов, питомниках.

² Сохранение генетических ресурсов растений *in situ* – сохранение, регулирование и мониторинг популяций отдельных видов в их естественной среде обитания или там, где они приобрели свои отличительные характеристики.

³ Паспортные данные образца – информация, содержащая максимально детальные сведения об образце: номера генбанка – держателя образца и его донора; страна/район происхождения; таксономическая принадлежность; название; дата включения в коллекцию; место сбора и его характеристика, в том числе географические координаты; статус образца; жизненную форму образца; места и годы репродукций; даты закладки на определенные типы хранения и иные значимые сведения способствующие идентификации образца.

⁴ Описательные данные образца – информация, содержащая сведения об основных простых наследуемых характеристиках (дескрипторах), проявление которых не зависит от условий внешней среды (по сути – генетический паспорт, основанный на морфологических генетических маркерах).

⁵ Оценочные данные образца – информация, содержащая сведения о значении качественных и количественных признаков образца, полученных в процессе его оценки, осуществляемой, как правило, в разных эколого-географических условиях в течение ряда лет квалифицированными специалистами; данная информация необходима для выявления селекционной значимости образца и его агроклиматических потребностей и определяет его целевое использование в научно-исследовательском и селекционном процессах.

Note: ¹ *Ex situ* plant genetic resources conservation includes collecting the plant germplasm, its transfer and preservation beyond the initial habitats of the species' populations (or a cultivar's cultivation) in the genebanks, botanical garden collection or nurseries.

² *In situ* plant genetic resources conservation, regulation and monitoring of the populations of individual species within their natural habitats or the localities where they have acquired their distinctive characteristics.

³ Passport data of an accession: information containing the maximum detailed information about the accession: number of the holder genebank and its donor; country/area of origin; taxonomic attribution; name; date of entry into the collection; collecting site and its description, including geographic coordinates, the accession's status and life form; sites and years of its reproductions; dates of placement for certain storage types, and other meaningful information helping to identify the accession.

⁴ Descriptive data of an accession: information on the simple main heritable traits (descriptors) whose exhibition does not depend on the environmental conditions (in fact, the genetic passport based on the morphological genetic markers).

⁵ Evaluation data of an accession: information containing data on the significance of the accession's qualitative and quantitative properties obtained in the process of its assessment performed, as a rule, under different ecogeographic conditions during several years by qualified experts; this kind of information is required for identifying the breeding value of the accession and its agroclimatic needs and finding its targeted use in the research and plant breeding processes.

Активное хранение – хранение семян образцов генетических ресурсов растений (с регулярным обновлением репродукций семян), предназначенных для восстановления всхожести, описания, оценки, предоставления по заявкам научно-исследовательских и образовательных учреждений

Базовое хранение – хранение семян образцов коллекции в строго контролируемых условиях температуры и влажности (с регулярным тестированием семян на жизнеспособность), предназначенных исключительно для восстановления образцов в активном хранении

Помимо этого, целесообразно резервное хранение (депозитарий) семян образцов коллекции в особо защищенных условиях (вне помещений генбанка, где осуществляется активное и базовое хранение), предназначенных исключительно для восстановления систем активного и базового хранения в случае утраты последних при возникновении чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера.

Для идентификации образцов коллекций и в более узком практическом применении (например, в селекции и семеноводстве растений, селекции и разведении животных и т. д.) применяют генетическую паспортизацию.

Термин «генетический паспорт» широко используется в отношении человека, животных, растений, микроорганизмов как в актах федерального законодательства и юридической литературе (Lyzhin, 2019; Popova, 2019; On seed production..., 2021; Tuzhilova-Ordanskaya, Akhtyatova, 2021), так и в научной литературе (Zaitsev et al., 2017; Baranov, Baranova, 2018; Fomina et al., 2020a; Klimenko et al., 2020; Popov et al., 2020; Bagmet et al., 2021a), где несмотря на разные формулировки, в целом означает документ, отражающий отличительные генетические особенности либо индивидуума (если речь о человеке), либо сорта/породы/штамма (если речь идет о животных, растениях, микроорганизмах соответственно), и позволяет отличить его от остальных индивидуумов/сортов/пород/штаммов соответствующего вида.

В семеноводстве растений наличие генетического паспорта сорта (гибрида) позволяет осуществлять контроль за сортовым соответствием партий семян и посевов, а также защиту прав обладателей интеллектуальной собственности при использовании их селекционных достижений.

Генетический паспорт как документ, отражающий отличительные генетические особенности сорта или гибрида, формируется на основе результатов оценки по генетическим маркерам.

К генетическим маркерам относят три основных типа маркеров (Khlestkina, 2013):

- морфологические генетические маркеры (признаки, по которым производится описание сортов при оценке их на оригинальность, однородность и стабильность (General Introduction..., 2002);

- белковые генетические маркеры (по запасным белкам семян, спектры которых строго наследуются; (Konarev, 2000);

- ДНК-маркеры (Khlestkina, 2013).

На основе многолетней мировой практики, касающейся семенного контроля, из трех типов генетических маркеров (морфологические, белковые и ДНК-маркеры) в качестве обязательных остаются только морфологические генетические маркеры, тогда как применение

остальных (белковые маркеры и ДНК-маркеры) носит рекомендательный характер. Они могут использоваться на добровольной основе для защиты охраняемых РИД по инициативе патентообладателей или в арбитражных делах при установлении сортовой идентичности семенных партий. Белковые маркеры предложены в конце 1960-х годов. ВИР и рекомендованы ISTA к использованию в семеноводстве и семенном контроле в 1980 г. Они не утратили своей актуальности. Стандартные арбитражные методики, разработанные ВИР, включены в международные правила семенного контроля (по пшенице, ячменю, райграсу, гороху, кукурузе и ряду других культур; при этом доказано, что методические указания, разработанные для основных культур, подходят для анализа широкого спектра родственных культур – например, методические указания, разработанные для гороха, подходят практически для всех бобовых, методики анализа капусты – практически для всех капустных овощных культур и т. д.) (Konarev, 2000).

ДНК-маркеры (для генетических паспортов растений оптимальны микросателлитные маркеры) применимы в качестве дополнительного метода к морфологическим генетическим маркерам в случае вегетативно-размножаемых культур, для которых невозможно применение белковых генетических маркеров. Генетическую паспортизацию и генетический паспорт, разрабатываемые при помощи анализа ДНК называют еще молекулярно-генетической паспортизацией и молекулярно-генетическим паспортом, соответственно (Gavrilenko, Chukhina, 2020; Klimenko et al., 2020).

В фундаментальных научных исследованиях и в работе с биоресурсными коллекциями микросателлитные маркеры используются широко для разных культур (Khlestkina et al., 2004; Khlestkina et al., 2006; Suprun et al., 2019; Klimenko et al., 2020), тогда как в практику семенного контроля в производственной сфере их вводят с осторожностью ввиду высоких требований к квалификации специалистов, выполняющих анализ. Международной ассоциацией по семенному контролю (ISTA) ДНК-анализ был впервые включен в международные правила анализа семян для одной только культуры (пшеница) в 2017 г. (DNA-based methods..., 2019) после 8 лет тщательной проработки вопроса со стороны рабочей группы ISTA по ДНК и после 24 лет с начала использования микросателлитного анализа для маркирования пшеницы в научно-исследовательской практике; за этот период, с 1993 по 2017 вышло около 1500 научных статей по микросателлитному маркированию пшеницы (согласно данным Scopus; результаты поиска по ключевым словам «wheat AND microsatellite OR wheat AND SSR» в названиях, аннотациях, списках ключевых слов (TITLE-ABS-KEY) в базе данных Scopus (www.scopus.com), доступ 30.12.2021). Помимо задач сортовой идентификации, отдельные специфические ДНК-маркеры используются для диагностики аллелей хозяйственно ценных генов (Suprun et al., 2018; Khrabrov et al., 2019). Эти данные могут добавляться к молекулярно-генетическому паспорту, но сами по себе в отдельности не позволяют отличить сорт от всех остальных сортов соответствующего вида. Во избежание путаницы ДНК-анализ, проводимый для целей диагностики, не рекомендуется называть генетической паспортизацией.

Для идентификации сортового соответствия семенного материала важно иметь эталоны селекционных достижений, сохраняемых в коллекциях ГРП. В настоящее время особое внимание уделяется созданию номенкла-

турных стандартов как защищенных носителей подлинности генетической информации селекционных достижений (Antonova et al., 2020; Efremova et al., 2020; Fomina et al., 2020a, 2020b; Gavrilenko, Chukhina, 2020; Khlestkina, Gavrilenko, 2020; Klimentov et al., 2020; Rybakov et al., 2020; Bagmet et al., 2021a, 2121b; Bagmet, Shlyavas, 2021; Kamnev et al., 2021; Tikhonova et al., 2021; Bagmet et al., 2022).

Централизованный учет биоресурсных коллекций и их классификация по направлениям

В 2015 по инициативе Федерального агентства научных организаций России началась деятельность по учету российских биоресурсных коллекций, которые к тому моменту поддерживались во многих учреждениях биологического профиля, а также научных организациях в сфере сельскохозяйственных наук и медицинских наук. На начало 2017 года было зарегистрировано 166 коллекций. На конец 2018 года – 252 коллекции, из них 44 коллекции микроорганизмов, 16 коллекций культур клеток, 82 коллекции сельскохозяйственных растений, 48 гербарных коллекций, 23 коллекции диких и лабораторных животных, 15 музейных зоологических коллекций животных, 9 коллекций сельскохозяйственных животных, 15 коллекций биоматериалов человека (Kolchanov, 2019; Lashin et al., 2018). Для учета коллекций выделены 10 направлений: 1) коллекции микроорганизмов, включая патогенные, непатогенные, биотехнологические; 2) коллекции культур клеток человека и животных; 3) коллекции сельскохозяйственных растений; 4) гербарные фонды биологического разнообразия растений; 5) зоологические коллекции животных; 6) коллекции диких и лабораторных животных, находящихся в живом разведении; 7) коллекции сельскохозяйственных животных и птицы; 8) коллекции биологических материалов человека; 9) живые коллекции природной флоры; 10) коллекции морских и пресноводных организмов в живом разведе-

нии), приведенных на рисунке 5. На этом рисунке также обозначены держатели ключевых коллекций по каждому направлению, список составлен на основе данных портала, созданного для учета коллекций (Lashin et al., 2018) и сведениях о победителях конкурса поддержки биоресурсных коллекций (Protocol No. 2021-1930-FP5-9/3..., 2021).

К самым значимым и крупным в своих направлениях относятся следующие коллекции Российской Федерации:

- коллекция генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей ВИР имени Н.И. Вавилова (Санкт-Петербург), которая формировалась более 100 лет, старейшая и одна из крупнейших и богатейших по ботаническому разнообразию коллекций культурных растений в мире, насчитывающая более 320 тыс. образцов;

- коллекция генетических ресурсов мировой фауны Зоологического института РАН (Санкт-Петербург), одна из крупнейших и старейших зоологических коллекций в мире, насчитывающая более 60 млн единиц хранения;

- пять российских гербариев, имеющих статус специализированного гербария мирового значения, включая гербарии Ботанического института РАН (Санкт-Петербург), Главного ботанического сада РАН (Москва), Московского государственного университета, ВИР имени Н.И. Вавилова (Санкт-Петербург) и БПИ ДВО РАН (Владивосток); Гербарий ВИР, кроме этого, входит в тройку крупнейших мировых гербариев культурной флоры;

- Всероссийская коллекция микроорганизмов (ВКМ) ФИЦ ПНЦБИ РАН (Пущино);

- коллекция промышленных микроорганизмов (БРЦ ВКПМ) НИЦ Курчатовский институт (Москва), ведущая свое начало с 1974 года;

- Всероссийская государственная коллекция штаммов микроорганизмов, используемых в ветеринарии и животноводстве (ВКШМ) ФГБУ ВГНКИ (Москва);

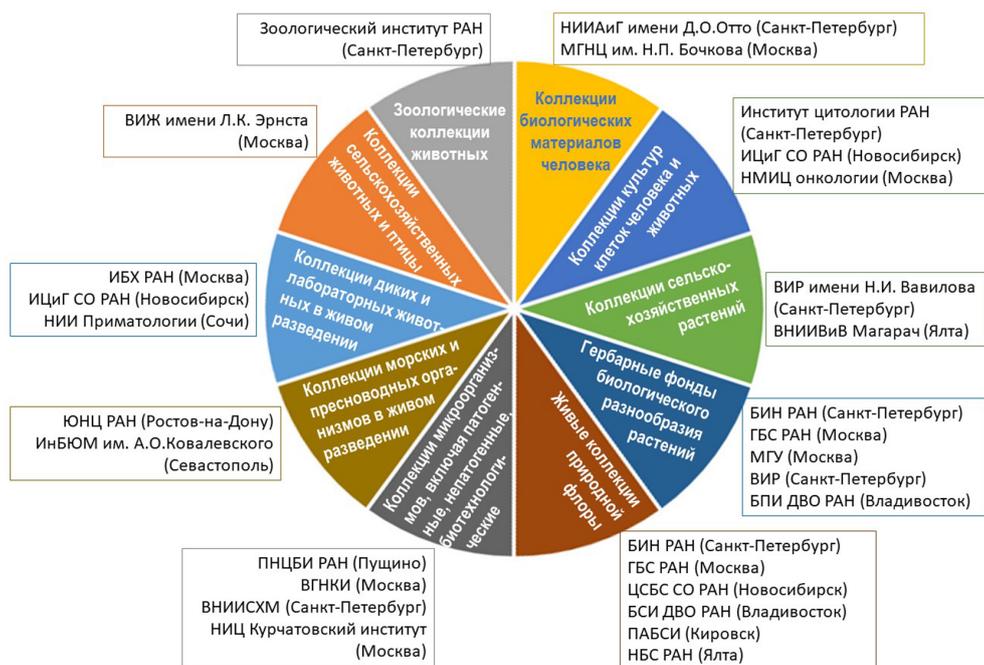


Рис. 5. Классификация и организации-держатели основных биоресурсных коллекций в России

Fig. 5. Classification and organizations of the main bioresource collection holders in Russia

– коллекция полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения (ВКСМ) ФГБНУ ВНИИСХМ (Санкт-Петербург);

– коллекция культур клеток позвоночных ФГБНУ Института цитологии РАН (Санкт-Петербург);

– коллекция клеточных линий животных и человека ИЦиГ СО РАН (Новосибирск);

– коллекция клеточных линий и первичных опухолей человека НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина (Москва);

– биоресурсные коллекции лабораторных животных SPF-статуса ИБХ РАН (Москва) и ИЦиГ СО РАН (Новосибирск);

– и другие.

В 2018 г. был издан Указ Президента Российской Федерации № 680 «О развитии генетических технологий в Российской Федерации», а в 2019 г. вслед за этим разработана и утверждена (постановление Правительства Российской Федерации от 22 апреля 2019 г. № 479) Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 гг., одним из запланированных результатов которой является создание и функционирование биоресурсных центров (БРЦ), обеспечивающих формирование, хранение и предоставление образцов коллекций в соответствии с мировыми стандартами.

К тесной связке вопросов генетических технологий с биоресурсными коллекциями привело понимание того, что в условиях глобализации и широкого общего доступа к депозитариям геномных и генетических данных мало овладеть технологиями редактирования – если не будет в руках уникального генетического разнообразия, биоресурсных коллекций, то все результаты будут вторичными, не новыми и неконкурентными. Именно уникальное генетическое разнообразие коллекций дает материал для поиска новых генов-мишеней через современные генетические, геномные и омиксные исследования.

Внимание к биоресурсным коллекциям в рамках реализации Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 гг. позволило в рамках специального конкурса 2021 г. поддержать 15 проектов, охватывающих более трех десятков коллекций с целью их развития в направлении повышения доступности и востребованности образцов, развития функций, внедрения и (или) совершенствования стандартов, развития материально-технической базы коллекции, развития информационной инфраструктуры, расширения сетевого взаимодействия биоресурсных коллекций, характеристики (в том числе генотипирования) образцов (Protocol No. 2021-1930-FP5-9/3..., 2021).

Это был первый важный шаг на пути к интеграционному сетевому взаимодействию коллекций одинакового

типа. Следующим шагом стал Указ об образовании на базе ВИР имени Н.И. Вавилова первого Национального биоресурсного центра по отдельному направлению (Указ Президента Российской Федерации № 44 от 8 февраля 2022 года «О Национальном центре генетических ресурсов растений»; рис. 6).

На примере этого пилотного центра будет отработан механизм функционирования БРЦ по сетевому принципу, появится первый полный Национальный каталог особо ценных образцов генетических ресурсов растений. Будут разработаны предложения по законодательному регулированию условий доступа к материалам внесенных в национальный каталог и содержащих ценные наследственные признаки образцов генетических ресурсов растений. Будет разработан и утвержден единый реестр методик сбора, хранения, комплексной оценки и использования образцов генетических ресурсов растений, который будет динамично развиваться с появлением новых методов научных исследований и перспективных технологий.

Для обеспечения гарантированного долгосрочного сохранения, поддержания и воспроизводства образцов, внесенных в Национальный каталог, будет развиваться специализированная новая инфраструктура, включающая в том числе, новый криобанк, центр хранения и обработки информации о генетических ресурсах, резервное хранилище (депозитарий) семян ценных образцов генетических ресурсов растений на случай возникновения чрезвычайных ситуаций. Помимо этого, под эгидой Национального центра будет активно развиваться экспедиционная деятельность для работ по *in situ* сохранению ГРП и для пополнения Национального каталога. Особое внимание будет также уделено пополнению гербария Национального центра, определению правил и общих принципов описания образцов генетических ресурсов растений, в том числе сортов и гибридов сельскохозяйственных культур отечественной селекции. Национальный центр будет осуществлять международное сотрудничество (с соблюдением интересов Российской Федерации в сферах научно-технологического развития и продовольственной безопасности) по вопросам, связанным с изучением, сохранением и воспроизводством генетических ресурсов.

Деятельность Национального центра генетических ресурсов растений будет координироваться Межведомственной комиссией по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений (образованной Указом Президента Российской Федерации № 45 «О Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений» от 8 февраля 2022 года; рис. 7).



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О Национальном центре генетических ресурсов растений

В целях обеспечения научно-технологического развития Российской Федерации и комплексного решения задач ускоренного развития генетических технологий постановляю:

1. Образовать на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова» Национальный центр генетических ресурсов растений (далее – Национальный центр).

2. Возложить координацию деятельности Национального центра на Межведомственную комиссию по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений.

3. Установить, что основными функциями Национального центра являются:

а) формирование и пополнение национального каталога особо ценных образцов генетических ресурсов растений (далее – национальный каталог), включающего в себя в том числе образцы генетических ресурсов сельскохозяйственных растений, а также обеспечение гарантированного долгосрочного сохранения, поддержания и воспроизводства образцов, внесенных в национальный каталог;

б) разработка методик сбора, хранения, комплексной оценки и использования образцов генетических ресурсов растений, в том числе с применением современных методов научных исследований, передовых идей и перспективных технологий;



3

технологического развития и продовольственной безопасности) по вопросам, связанным с изучением, сохранением и воспроизводством генетических ресурсов растений.

4. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации оказывать федеральному государственному бюджетному научному учреждению «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова» содействие в связи с образованием на его базе Национального центра, в том числе принять меры:

а) по сохранению закрепленных за федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова» земельных участков, предназначенных для сохранения, поддержания и воспроизводства особо ценных образцов генетических ресурсов растений, внесенных в национальный каталог;

б) по организации централизованного информационного учета коллекций генетических ресурсов растений, сформированных в государственных научных и образовательных организациях, осуществляющих деятельность на территории Российской Федерации;

в) по сохранению и развитию кадрового потенциала организаций, осуществляющих исследования (разработки), связанные с изучением и использованием генетических ресурсов растений.

5. Финансирование расходов, связанных с образованием Национального центра и организацией его деятельности, осуществляется за счет бюджетных ассигнований, предусмотренных в федеральном бюджете Министерству науки и высшего образования Российской Федерации на реализацию государственной программы в области научно-технологического развития, а также иных источников.

6. Правительству Российской Федерации:

а) в 4-месячный срок:
определить объем и порядок финансирования мероприятий, связанных с реализацией настоящего Указа;

привести свои акты в соответствие с настоящим Указом;

2

в) проведение мониторинга состояния генетических ресурсов растений в местах их естественного произрастания и выращивания;

г) осуществление поиска и (или) сбора новых и ценных образцов генетических ресурсов растений в местах их естественного произрастания и выращивания (с соблюдением методик сбора таких образцов) для пополнения национального каталога и наращивания научного потенциала Национального центра;

д) пополнение в научных целях гербария Национального центра, определение правил и общих принципов описания образцов генетических ресурсов растений, в том числе сортов и гибридов сельскохозяйственных культур отечественной селекции, включенных в состав указанного гербария;

е) создание и развитие инфраструктуры Национального центра, в том числе криобанка и центра хранения и обработки информации о генетических ресурсах растений;

ж) обеспечение по согласованию с Межведомственной комиссией по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений доступа к материалам внесенных в национальный каталог и содержащих ценные наследственные признаки образцов генетических ресурсов растений;

з) ведение баз данных, содержащих сведения об образцах генетических ресурсов растений, и организация проведения экспертизы паспортных, описательных и оценочных данных указанных образцов, внесенных в национальный каталог и (или) содержащихся в коллекциях генетических ресурсов растений, сформированных в государственных научных и образовательных организациях, осуществляющих деятельность на территории Российской Федерации;

и) взаимодействие с государственными научными и образовательными организациями и организациями с государственным участием, осуществляющими исследования (разработки), связанные с изучением и использованием генетических ресурсов растений, в том числе по вопросам создания на территории Российской Федерации на межведомственной основе резервного хранилища (депозитария) семян ценных образцов генетических ресурсов растений на случай возникновения чрезвычайной ситуации;

к) осуществление международного сотрудничества (с соблюдением интересов Российской Федерации в сферах научно-

4

б) в 6-месячный срок:

разработать и утвердить программу развития Национального центра;

обеспечить при необходимости внесение в законодательство Российской Федерации изменений, направленных на реализацию настоящего Указа;

принять иные меры по реализации настоящего Указа.

7. Настоящий Указ вступает в силу со дня его подписания.



Президент
Российской Федерации В.Путин

Москва, Кремль
8 февраля 2022 года
№ 44

Рис. 6. Указ Президента Российской Федерации № 44 от 8 февраля 2022 года «О Национальном центре генетических ресурсов растений» (URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080014>)

Fig. 6. Decree of the President of the Russian Federation No 44 dated February 8, 2022 “On the National Center for Plant Genetic Resources” (URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080014>)



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений

В целях обеспечения координации деятельности Национального центра генетических ресурсов растений **п о с т а н о в л я ю:**

1. Образовать Межведомственную комиссию по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений.

2. Утвердить прилагаемые:

а) Положение о Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений;

б) состав Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений.

3. Настоящий Указ вступает в силу со дня его подписания.



Президент
Российской Федерации В.Путин

Москва, Кремль
8 февраля 2022 года
№ 45



2

генетических технологий на 2019 – 2027 годы предложения по вопросам:

а) формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений, включая финансирование такой деятельности;

б) предотвращения незаконного оборота особо ценных образцов генетических ресурсов растений, используемых для создания селекционных достижений;

в) создания на территории Российской Федерации на межведомственной основе резервного хранилища (депозитария) семян ценных образцов генетических ресурсов растений на случай возникновения чрезвычайной ситуации;

г) развития научных школ в области генетики и селекции растений, подготовки научных и иных квалифицированных кадров для осуществления исследований (разработок), связанных с изучением и использованием генетических ресурсов растений;

д) расширения сети опытных станций и полевых банков генетических ресурсов растений Национального центра как основы для изучения генетического разнообразия видов растений в целях выполнения селекционных и научно-исследовательских работ или решения важных государственных задач.

4. Комиссия вправе рассматривать по решению совета по реализации Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019 – 2027 годы иные вопросы, относящиеся к компетенции Комиссии.

5. Комиссия для решения возложенных на нее основных задач имеет право:

а) взаимодействовать с соответствующими органами и организациями, запрашивать и получать от них в установленном порядке необходимые материалы и информацию;

б) пользоваться в установленном порядке государственными информационными системами.

6. Председателем Комиссии является директор федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова".

7. В состав Комиссии входят представители федеральных органов исполнительной власти, федерального государственного

УТВЕРЖДЕНО
Указом Президента
Российской Федерации
от 8 февраля 2022 г. № 45

ПОЛОЖЕНИЕ

о Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений

1. Межведомственная комиссия по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений (далее – Комиссия) образована в целях обеспечения координации деятельности Национального центра генетических ресурсов растений (далее – Национальный центр).

2. Основными задачами Комиссии являются:

а) рассмотрение вопросов формирования и пополнения национального каталога особо ценных образцов генетических ресурсов растений (далее – национальный каталог), включающего в себя в том числе образцы генетических ресурсов сельскохозяйственных растений, а также обеспечения гарантированного долгосрочного сохранения, поддержания и воспроизводства образцов, внесенных в национальный каталог;

б) утверждение методик сбора, хранения, комплексной оценки и использования образцов генетических ресурсов растений;

в) определение условий предоставления доступа к материалам внесенных в национальный каталог и содержащих ценные наследственные признаки образцов генетических ресурсов растений, в том числе в рамках договоров о реализации Национальным центром и иностранными научными организациями совместных научных проектов.

3. Комиссия подготавливает и представляет в совет по реализации Федеральной научно-технической программы развития

3

бюджетного учреждения "Российская академия наук", федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", а также ведущие ученые и специалисты в области изучения генетических ресурсов растений.

8. Общее число членов Комиссии составляет 25 человек, при этом ротация состава Комиссии осуществляется не реже одного раза в два года. Члены Комиссии должны обладать достаточной компетенцией, знаниями и опытом для решения возложенных на Комиссию основных задач.

9. Комиссия вправе создавать временные рабочие группы, подгруппы и экспертные комиссии для подготовки предложений по отдельным вопросам, связанным с решением возложенных на Комиссию основных задач.

10. Члены Комиссии осуществляют свою деятельность на безвозмездной основе.

11. Заседания Комиссии проводятся по мере необходимости, но не реже одного раза в три месяца.

12. Заседания Комиссии могут проводиться в очной форме и в режиме видеоконференции. Допускается заочное рассмотрение вопросов, относящихся к компетенции Комиссии.

13. Заседания Комиссии ведет ее председатель или по его поручению один из членов Комиссии.

14. Заседание Комиссии считается правомочным, если на нем присутствует не менее половины ее членов.

15. Решения принимаются членами Комиссии в пределах полномочий Комиссии и носят рекомендательный характер. Решения Комиссии принимаются, как правило, при общем согласии ее членов.

16. По решению председателя Комиссии может быть проведено голосование. В этом случае решение принимается большинством голосов присутствующих на заседании членов Комиссии.

17. В случае возникновения конфликта интересов (ситуации, когда у члена Комиссии при осуществлении им деятельности в интересах Комиссии возникает личная заинтересованность в получении материальной выгоды или иного преимущества, которое влияет или может повлиять на надлежащее исполнение им своих обязанностей в интересах Комиссии) член Комиссии обязан проинформировать об этом председателя Комиссии и не участвовать

Рис. 7. Указ Президента Российской Федерации № 45 от 8 февраля 2022 года «О Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений»
(URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080015?index=0&rangeSize=1>)

Fig. 7. Decree of the President of the Russian Federation No. 45 dated February 8, 2022 "On the Interdepartmental Commission on the Formation, Preservation and Use of Plant Genetic Resources Collections"
(URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080015?index=0&rangeSize=1>)

4

в обсуждении вопроса, в отношении которого он имеет личную заинтересованность, а также в принятии соответствующего решения.

18. Решения Комиссии оформляются протоколом, который подписывается председательствующим на заседании Комиссии.

19. Для реализации решений Комиссии могут издаваться акты Правительства Российской Федерации, а также даваться поручения и указания Президента Российской Федерации.

20. Комиссия осуществляет свою деятельность в соответствии с планом, утвержденным председателем Комиссии.

21. Подготовку и организацию заседаний Комиссии осуществляет председатель Комиссии.

22. Организационное и информационное обеспечение деятельности Комиссии осуществляется федеральным государственным бюджетным научным учреждением "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова".

Материально-техническое и финансовое обеспечение деятельности Комиссии осуществляется Министерством науки и высшего образования Российской Федерации за счет бюджетных ассигнований, предусмотренных в федеральном бюджете на обеспечение деятельности этого Министерства.

УТВЕРЖДЕН

Указом Президента
Российской Федерации
от 8 февраля 2022 г. № 45

СОСТАВ

**Межведомственной комиссии по вопросам формирования,
сохранения и использования коллекций генетических ресурсов
растений**

Хлесткина Е.К.	- директор федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова" (председатель Межведомственной комиссии)
Агафонов В.А.	- заведующий кафедрой ботаники и микологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Воронежский государственный университет" (по согласованию)
Акимов М.Ю.	- директор федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр имени И.В.Мичурина"
Багиров В.А.	- директор Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки России

2

Беспалова Л.А.	- заведующая отделом селекции и семеноводства пшеницы и тритикале федерального государственного бюджетного научного учреждения "Национальный центр зерна имени П.П.Лукаченко", академик Российской академии наук (по согласованию)
Богданов В.М.	- заместитель руководителя Научно-технической службы - начальник Центра специальной техники ФСБ России
Гельтман Д.В.	- директор федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический институт им. В.Л.Комарова Российской академии наук
Голохваст К.С.	- директор федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Гуреева И.И.	- заведующая гербарием Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Томский государственный университет" (по согласованию)
Еремин И.И.	- главный ученый секретарь федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" (по согласованию)

3

Захарова М.В.	- директор Научно-образовательного центра права и биотехники в сфере геномных исследований и применения генетических технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный юридический университет имени О.Е.Кутафина (МГЮА)" (по согласованию)
Каменский П.А.	- профессор кафедры молекулярной биологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова" (по согласованию)
Кочетов А.В.	- директор федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук"
Кудрявцев А.М.	- директор федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей генетики им. Н.И.Вавилова Российской академии наук, член-корреспондент Российской академии наук
Лиховской В.В.	- директор федерального государственного бюджетного учреждения науки "Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия "Магарах" РАН"

Рис. 7. Указ Президента Российской Федерации № 45 от 8 февраля 2022 года «О Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений» (URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080015?index=0&rangeSize=1>)

Fig. 7. Decree of the President of the Russian Federation No. 45 dated February 8, 2022 "On the Interdepartmental Commission on the Formation, Preservation and Use of Plant Genetic Resources Collections" (URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080015?index=0&rangeSize=1>)

4	5
Лукомец В.М. - директор федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр "Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С.Пустовойта", академик Российской академии наук	Чернявских В.И. - исполняющий обязанности заместителя директора по научной работе федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р.Вильямса" (по согласованию)
Некрасов Р.В. - директор Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России	Швабаускене Ю.А. - заместитель руководителя Россельхознадзора
Рожмина Т.А. - главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр лубяных культур" (по согласованию)	Шевченко С.Н. - директор федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, академик Российской академии наук
Рубцов Н.Б. - профессор кафедры цитологии и генетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Новосибирский национальный исследовательский государственный университет" (по согласованию)	Шмаков А.И. - директор учебно-производственной базы практик "Южно-Сибирский ботанический сад" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Алтайский государственный университет" (по согласованию)
Солдатенко А.В. - директор федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр овощеводства", член-корреспондент Российской академии наук	
Тихонович И.А. - профессор кафедры генетики и биотехнологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет", академик Российской академии наук (по согласованию)	

Рис. 7. Указ Президента Российской Федерации № 45 от 8 февраля 2022 года «О Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений»
(URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080015?index=0&rangeSize=1>)

Fig. 7. Decree of the President of the Russian Federation No. 45 dated February 8, 2022 "On the Interdepartmental Commission on the Formation, Preservation and Use of Plant Genetic Resources Collections"
(URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080015?index=0&rangeSize=1>)

Заключение

В XX веке без биоресурсных коллекций были бы невозможны кардинальные изменения в экономическом укладе общества, связанные с индустриализацией сельского хозяйства, развитием интенсивного земледелия, известной «зеленой революцией», развитием промышленной биотехнологии. В XXI веке биоресурсные коллекции тесно связаны с трансляционной медициной и развитием персонализированных подходов к сохранению здоровья и питания человека, развитием генетических технологий, биоэнергетики, экологического земледелия и в целом биоэкономики. Сегодня в России зарегистрировано более 250 коллекций по 10 направлениям. Для обеспечения сохранения и развития коллекций в соответствии с мировыми стандартами, а также эффективно и рационально их использования в интересах СНТР и экономического развития России сегодня наблюдается тенденция к интеграции коллекций одинакового типа по сетевому принципу организации под эгидой создаваемых крупных биоресурсных центров.

References / Литература

Abdullaev R.A., Alpatieva N.V., Lebedeva T.V., Kovaleva O.N., Radchenko E.E., Anisimova I.N. Identification of barley accessions from the VIR collection carrying the *mlo11(cnv2)* powdery mildew resistance allele. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2021;4(3):37-44. [in Russian] (Абдуллаев Р.А., Алпатьева Н.В., Лебедева Т.В., Ковалева О.Н., Радченко Е.Е., Анисимова И.Н. Идентифи-

кация носителей аллеля *mlo11(cnv2)* устойчивости к мучнистой росе среди ячменей коллекции ВИР. *Биотехнология и селекция растений*. 2021;4(3):37-44). DOI: 10.30901/2658-6266-2021-3-03

Akhmetshina A.O., Strygina K.V., Khlestkina E.K., Porokhovina E.A., Brutch N.B. High-throughput sequencing techniques to flax genetics and breeding. *Ecological genetics*. 2020;18(1):103-124. [in Russian] (Ахметшина А.О., Стрыгина К.В., Хлесткина Е.К., Пороховина Е.А., Брач Н.Б. Высокопроизводительное секвенирование в генетике и селекции льна. *Экологическая генетика*. 2020;18(1):103-124). DOI:10.17816/ecogen16126

Anisimova I.N., Karabitsina Yu.I., Alpatieva N.V., Kusnetsova E.B., Titov N.V., Lyutko A.Yu., GavriloVA V.A. Diagnostic value of *Rf* gene molecular markers in sunflower. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2021;4(2):28-37. [in Russian] (Анисимова И.Н., Карабичина Ю.И., Алпатьева Н.В., Кузнецова Е.Б., Титов Н.В., Лютко А.Ю., Гаврилова В.А. Диагностическая ценность молекулярных маркеров гена *Rf1* подсолнечника. *Биотехнология и селекция растений*. 2021;4(2):28-37). DOI: 10.30901/2658-6266-2021-2-03

Antonova O.Yu., Klimentko N.S., Rybakov D.A., Fomina N.A., Zheltova V.V., Novikova L.Yu., Gavrilenko T.A. SSR analysis of modern Russian potato varieties using DNA samples of nomenclatural standards. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(4):77-96. [in Russian] (Антонова О.Ю., Клименко Н.С., Рыбаков Д.А., Фомина Н.А., Желтова В.В., Новикова Л.Ю., Гавриленко Т.А. SSR-анализ современных российских сортов картофеля с использованием ДНК номенклатурных стандартов. *Био-*

- технология и селекция растений. 2020;3(4):77-96). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-4-02
- Avidzba A.M., Volinkin V.A., Likhovskiy V.V., Polulyakh A.A., Troshin L.P. World ampelographical collection: NNIIVIV "Magarach" and SKZNIISIV. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2015;110:1444-1470. [in Russian] (Авидзба А.М., Волынкин В.А., Лиховской В.В., Полулях А.А., Трошин Л.П. Мировые ампелографические коллекции ННИИВиВ «Магарач» и СКЗНИИСИВ. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2015;110:1444-1470).
- Badaeva E.D., Salina E.A. Genome structure and chromosome analysis in plants. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2013;17(4/2):1017-1043. [in Russian] (Бадаева Е.Д., Салина Е.А. Структура генома и хромосомный анализ растений. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2013;17(4/2):1017-1043). URL: https://vavilov.elpub.ru/jour/article/view/219?locale=ru_RU [дата обращения: 02.01.2022].
- Bagmet L.V., Chebotok E.M., Shlyavas A.V. Nomenclatural standards of black currant cultivars bred by Sverdlovsk Horticultural Breeding Station. Part I. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021b;22(6):873-886. [in Russian] (Багмет Л.В., Чеботок Е.М., Шлявас А.В. Номенклатурные стандарты сортов черной смородины селекции Свердловской селекционной станции садоводства. Часть I. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021b;22(6):873-886). DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.6.873-886
- Bagmet L.V., Chebotok E.M., Shlyavas A.V. Nomenclatural standards of black currant cultivars bred by Sverdlovsk Horticultural Breeding Station. Part II. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(1):69-80. [in Russian] (Багмет Л.В., Чеботок Е.М., Шлявас А.В. Номенклатурные стандарты сортов черной смородины селекции Свердловской селекционной станции садоводства. Часть II. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022;23(1):69-80). DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.1.69-80
- Bagmet L.V., Chepinoga I.S., Trifonova A.A., Boris K.V., Shlyavas A.V. Nomenclature standards and DNA barcoding of apple varieties originated by VIR Crimean Experimental Breeding Station. *Horticulture and viticulture*. 2021a;(6):5-16. [in Russian] (Багмет Л.В., Чепинога И.С., Трифонова А.А., Борис К.В., Шлявас А.В. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов яблони селекции Крымской опытно-селекционной станции ВИР. *Садоводство и виноградарство*. 2021a;6:5-16). DOI: 10.31676/0235-2591-2021-6-5-16
- Bagmet L.V., Shlyavas A.V. Nomenclatural standards of apple cultivars bred at the Pavlovsk experiment station of VIR. *Vavilovia*. 2021;4(1):3-24. [in Russian] (Багмет Л.В., Шлявас А.В. Номенклатурные стандарты сортов яблони селекции Павловской опытной станции ВИР. *Vavilovia*. 2021;4(1):3-24). DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-3-24
- Baranov V.S., Baranova E.V. Personal Genetic Chart, state of art: yesterday, today and tomorrow. *Vestnik Roszdravnadzora = Bulletin of Roszdravnadzor*. 2018;(2):22-29. [in Russian] (Баранов В.С., Баранова Е.В. Генетический паспорт вчера, сегодня и завтра. *Вестник Росздравнадзора*. 2018;(2):22-29). URL: <https://roszdravnadzor.gov.ru/i/upload/images/2019/11/15/1573800554.84318-1-12866.pdf> [дата обращения: 03.01.2022].
- Baranov P.A., Bobrov E.G. (eds). From the Pharmaceutical Garden to the Botanical Institute: Essays on the history of the Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences (От Аптекарского огорода до Ботанического института: Очерки по истории Ботанического института Академии наук СССР / под ред. П.А. Баранова, Е.Г. Боброва. Москва; Ленинград: АН СССР; 1957). [in Russian] (От Аптекарского огорода до Ботанического института: Очерки по истории Ботанического института Академии наук СССР / под ред. П.А. Баранова, Е.Г. Боброва. Москва; Ленинград: АН СССР; 1957).
- Decree of the President of the Russian Federation dated February 8, 2022 No. 45 "On the Interdepartmental Commission on the Formation, Preservation and Use of Collections of Plant Genetic Resources: (O Mezhdomstvennoy komissii po voprosam formirovaniya, sokhraneniya i ispolzovaniya kollektiy geneticheskikh resursov rasteniy)". *Official Internet Portal of the Legal Information*; 2022. [in Russian] (Указ Президента Российской Федерации от 08.02.2022 № 45 «О Межведомственной комиссии по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений». *Официальный интернет-портал правовой информации*). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080015?index=0&rangeSize=1> [дата обращения: 09.02.2022].
- Decree of the President of the Russian Federation No. 44 dated February 8, 2022 "On the National Center for Plant Genetic Resources (O Natsionalnom tsentre geneticheskikh resursov rasteniy)". *Official Internet Portal of the Legal Information*; 2022. [in Russian] (О Национальном центре генетических ресурсов растений: Указ Президента Российской Федерации от 08.02.2022 № 44. *Официальный интернет-портал правовой информации*). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080014> [дата обращения: 09.02.2022].
- DNA-based methods for variety testing: ISTA approach. UPOV – Working Group on Biochemical and Molecular Techniques and DNA-Profiling in Particular. In: *International Union for the Protection of New Varieties of Plants*, Eighteenth Session Hangzhou, China, October 16 to 18, 2019. Available from: https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/bmt_18/bmt_18_19.pdf [accessed Nov. 28, 2021].
- Dunaeva S.E., Pendinen G.I., Antonova O.Yu., Shvachko N.A., Ukhatova Yu.V., Shuvalova L.E., Volkova N.N., Gavrilenko T.A. Preservation of vegetatively propagated crops *in vitro* and cryo collections: methodological guidelines. Gavrilenko T.A. (ed.). 2nd edition, expanded and supplemented. St. Petersburg: VIR; 2017. [in Russian] (Дунаева С.Е., Пендинен Г.И., Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Ухатова Ю.В., Шувалова Л.Е., Волкова Н.Н., Гавриленко Т.А. Сохранение вегетативно размножаемых культур в *in vitro* и крио коллекциях: методические указания / под редакцией Т.А. Гавриленко. 2-е изд., расш. и доп. Санкт-Петербург: ВИР; 2017).
- Efremova O.S., Volkova N.N., Gavrilenko T.A. Long-term preservation of modern Russian potato cultivars in the VIR cryobank. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(3):68-76. [in Russian] (Ефремова О.С., Волкова Н.Н., Гавриленко Т.А. Длительное сохранение современных российских сортов картофеля в криобанке ВИР. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(3):68-76). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-3-01
- Elkonin L.A., Panin V.M., Kenzhegulov O.A., Gerashchenkov G.A. Improvement of grain sorghum nutritive properties using modern genetic and biotechnological methods. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2019;2(3):41-48. [in Russian] (Эльконин Л.А., Панин В.М., Кенжегулов О.А., Геращенко Г.А. Улучшение питательных свойств зернового сорго на основе методов современной генетики и биотехнологии. *Биотехнология и селекция растений*. 2019;2(3):41-48). DOI: 10.30901/2658-6266-2019-3-06

- FAO, 2010. The Second Report on The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2010. [in Russian] (ФАО, 2010. Второй доклад «О состоянии мировых генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства». Рим; 2010). URL: <https://www.fao.org/3/i1500r/i1500r00.htm> [дата обращения: 02.01.2022].
- Fomina N.A., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Gimaeva E.A., Stashevski Z., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred by the Tatar Research Institute of Agriculture «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences». *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020b;3(3):55-67. [in Russian] (Фомина Н.А., Антонова О.Ю., Чухина И.Г., Гимаева Е.А., Стасhevski З., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля селекции Татарского НИИСХ «Казанский научный центр РАН». *Биотехнология и селекция растений*. 2020b;3(3):55-67). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-3-04
- Fomina N.A., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Rybakov D.A., Safonova A.D., Meleshin A.A., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards, voucher specimens and genetic passports of potato cultivars created in the Siberian and Ural breeding centers. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020a;3(4):53-76. [in Russian] (Фомина Н.А., Антонова О.Ю., Чухина И.Г., Рыбаков Д.А., Сафонова А.Д., Мелешин А.А., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты, ваучерные образцы и генетические паспорта сортов картофеля, выведенных в селекционных центрах Сибири и Урала. *Биотехнология и селекция растений*. 2020a;3(4):53-76). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-4-03
- Gavrilenko T.A., Chukhina I.G. Nomenclatural standards of modern Russian potato cultivars preserved at the VIR herbarium (WIR): A new approach to cultivar gene pool registration in a genebank. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(3):6-17. [in Russian] (Гавриленко Т.А., Чухина И.Г. Номенклатурные стандарты современных российских сортов картофеля, хранящиеся в гербарии ВИР (WIR): новые подходы к регистрации сортового генофонда в генбанках. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(3):6-17). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-3-02
- Geltman D.V. V.L. Komarov Botanical Institute (BIN) of the RAS (Botanicheskii institut imeni V.L. Komarova (BIN) RAN). In: E.I. Kolchinsky (ed.). *Biology in St. Petersburg, 1703–2008: Encyclopedical dictionary (Biologiya v Sankt-Peterburge, 1703–2008: Entsiklopedicheskiy slovar)*. St. Petersburg: Nestor-Istoriya; 2011. p.64-65. [in Russian] (Гельтман Д.В. Ботанический институт имени В.Л. Комарова (БИН) РАН. В кн.: *Биология в Санкт-Петербурге, 1703–2008: энциклопедический словарь* / под ред. Э.И. Колчинского. Санкт-Петербург: Нестор-История, 2011. С.64-65).
- Geltman D.V. The uneasy merging of the Botanical Garden and Botanical Museum into the Botanical Institute. *Studies in History of Biology*. 2014;6(3):35-60. [in Russian] (Гельтман Д.В. Непростое объединение Ботанического сада и Ботанического музея в Ботанический институт. *Историко-биологические исследования*. 2014;6(3):35-60). URL: http://shb.nw.ru/wp-content/uploads/2018/06/elibrary_21975817_57709176.pdf [дата обращения: 02.01.2022].
- General Introduction to the Examination of Distinctness, Uniformity and Stability and the Development of Harmonized Descriptions of New Varieties of Plants. Geneva: UPOV; 2002. 26 p. Available from: https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/caj_ag_10_5/tg_1_3.pdf [дата обращения: 02.01.2022].
- Gerasimova T.V. The history of development of the Kuban genetic bank of seeds of the branch of VIR. In: *125 Years of Applied Botany in Russia: Book of abstracts of the International Conference; 2019 November 25-28; St. Petersburg, Russia*. St. Petersburg: VIR, 2019, p.288. [in Russian] (Герасимова Т.В. Из истории Кубанского генетического банка семян – филиала ВИР. В кн.: *125 лет прикладной ботаники в России: сборник тезисов Международной конференции (Санкт-Петербург, 25-28 ноября 2019 г.)*. Санкт-Петербург: ВИР; 2019. С.288). DOI: 10.30901/978-5-907145-39-9
- Goncharov N.P. Nikolai Ivanovich Vavilov. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2014. [in Russian] (Гончаров Н.П. Николай Иванович Вавилов. Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук; 2014).
- Hartanovich M.F. Chamber of Curiosities (Kunstkamera). In: E.I. Kolchinsky (ed.). *Biology in St. Petersburg, 1703–2008: Encyclopedical dictionary (Biologiya v Sankt-Peterburge, 1703–2008: Entsiklopedicheskiy slovar)*. St. Petersburg: Nestor-Istoriya; 2011. p.260-261. [in Russian] (Хартанович М.Ф. Кунсткамера. В кн.: *Биология в Санкт-Петербурге, 1703–2008: энциклопедический словарь* / под ред. Э.И. Колчинского. Санкт-Петербург: Нестор-История, 2011. С.260-261).
- Ivanova K.A., Spaselnikova A.V., Shumny V.K., Gerasimova S.V. The target genes for Solanaceae secondary metabolism engineering: evolution and genome organization. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2018;1(1):34-42. [in Russian] (Иванова К.А., Спасельникова А.В., Шумный В.К., Герасимова С.В. Гены-мишени для метаболической инженерии представителей семейства Solanaceae: эволюция и структурная организация. *Биотехнология и селекция растений*. 2018;1(1):34-42). DOI: 10.30901/2658-6266-2018-1-34-42
- Kamelin R.V. The great breeding of the mankind's dawn (ethnobotanical sketches) (Velikaya selektsiya zari chelovechestva (etnobotanicheskie etyudy). Barnaul: Azbuka publishing house; 2005. [in Russian] (Камелин Р.В. Великая селекция зари человечества (этноботанические этюды). Барнаул: Азбука; 2005).
- Kamnev A.M., Antonova O.Yu., Dunaeva S.E., Gavrilenko T.A., Chukhina I.G. Molecular markers in the genetic diversity studies of representatives of the genus *Rubus* L. and prospects of their application in breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(1):20-30. [in Russian] (Камнев А.М., Антонова О.Ю., Дунаева С.Е., Гавриленко Т.А., Чухина И.Г. Молекулярные маркеры в исследованиях генетического разнообразия представителей рода *Rubus* L. и перспективы их применения в селекции. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;24(1):20-30). DOI: 10.18699/VJ20.591
- Kamnev A.M., Yagovtseva N.D., Dunaeva S.E., Gavrilenko T.A., Chukhina I.G. Nomenclatural standards of raspberry cultivars bred in the Altai. *Vavilovia*. 2021;4(2):26-43. [in Russian] (Камнев А.М., Яговцева Н.Д., Дунаева С.Е., Гавриленко Т.А., Чухина И.Г. Номенклатурные стандарты сортов малины Алтайской селекции. *Vavilovia*. 2021;4(2):26-43). DOI: 10.30901/2658-3860-2021-2-26-43
- Khlestkina E.K. Molecular markers in genetic studies and breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2013;17(4-2):1044-1054. [in Russian] (Хлесткина Е.К.

- Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2013;17(4-2):1044-1054).
- Khlestkina E.K., Chukhina I.G. Genetic Resources of Plants: The Conservation and Use Strategy in the 21st Century. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2020;90(3):298-302. [in Russian] (Хлесткина Е.К., Чухина И.Г. Генетические ресурсы растений: стратегия сохранения и использования. *Вестник Российской академии наук*. 2020;90(6):522-527). DOI: 10.31857/S0869587320060043
- Khlestkina E.K., Gavrilenko T.A. Introductory Article. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(3):4-5. [in Russian] (Хлесткина Е.К., Гавриленко Т.А. Вступительная статья. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(3):4-5).
- Khlestkina E.K., Efremova T.T., Shumny V.K., Röder M.S., Börner A. The genetic diversity of old and modern Siberian varieties of common spring wheat as determined by microsatellite markers. *Plant Breeding*. 2004;123(2):122-127. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2003.00934.x
- Khlestkina E.K., Usenko N.I., Gordeeva E.I., Stabrovskaya O.I., Sharfunova I.B., Otmakhova Y.S. Evaluation of wheat products with high flavonoid content: justification of importance of marker-assisted development and production of flavonoid-rich wheat cultivars. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(5):545-553. [in Russian] (Хлесткина Е.К., Усенко Н.И., Гордеева Е.И., Стабровская О.И., Шарфунова И.Б., Отмахова Ю.С. Маркер-контролируемое получение и производство форм пшеницы с повышенным уровнем биофлавоноидов: оценка продукции для обоснования значимости направления. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(5):545-553). DOI: 10.18699/VJ17.25-0
- Khlestkina E.K., Varshney R.K., Röder M.S., Graner A., Börner A. A comparative assessment of genetic diversity in cultivated barley collected in different decades of the last century in Austria, Albania and India by using genomic and genic simple sequence repeat (SSR) markers. *Plant Genetic Resources: Characterisation and Utilisation*. 2006;4(2):125-133. DOI: 10.1079/PGR2006109
- Khrabrov I.E., Antonova O.Yu., Shapovalov M.I., Semenova L.G. Molecular screening of the VIR strawberry varieties collection for the presence of a marker for the anthracnose black rot resistance gene *Rca2*. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2021;4(4):15-24. [in Russian] (Храбров И.Э., Антонова О.Ю., Шаповалов М.И., Семенова Л.Г. Молекулярный скрининг сортовой коллекции земляники ВИР на наличие маркера гена устойчивости к антракнозной черной гнили *Rca2*. *Биотехнология и селекция растений*. 2021;4(4):15-24). DOI: 10.30901/2658-6266-2021-4-03
- Khrabrov I.E., Antonova O.Yu., Shapovalov M.I., Semenova L.G. Strawberry resistance to the major fungal phytopathogens: *R*-genes and their DNA markers. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2019;2(3):30-40. [in Russian] (Храбров И.Э., Антонова О.Ю., Шаповалов М.И., Семёнова Л.Г. Устойчивость земляники к основным грибным фитопатогенам: *R*-гены и их ДНК-маркеры. *Биотехнология и селекция растений*. 2019;2(3):30-40). DOI: 10.30901/2658-6266-2019-3-03
- Klimenko N.S., Gavrilenko T.A., Chukhina I.G., Gadzhiev N.M., Evdokimova Z.Z., Lebedeva V.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred at the Leningrad Research Institute for Agriculture "Belogorka". *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(3):18-54. [in Russian] (Клименко Н.С., Гавриленко Т.А., Чухина И.Г., Гаджиев Н.М., Евдокимова З.З., Лебедева В.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля, выведенные селекционерами Ленинградского НИИСХ «Белогорка». *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(3):18-54). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-3-03
- Kolchanov N.A. Bioresource collections of institutes of the Ministry of Science and Higher Education: inventory and development experience (Bioresursnyye kollektzii institutov Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya: opyt inventarizatsii i razvitiya). In: *VII International Congress and Associate Symposiums of Vavilov Society of Geneticists and Breeders on the 100th Anniversary of the Department of Genetics of Saint Petersburg State University: Book of abstracts; June 18–22, 2019; St. Petersburg, Russia*. St. Petersburg: WM Publishing Ltd.; 2019. p.399. [in Russian] (Колчанов Н.А. Биоресурсные коллекции институтов Министерства науки и высшего образования: опыт инвентаризации и развития. В кн.: *VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы: сборник тезисов; Санкт-Петербург, 18–22 июня 2019 г.* Санкт-Петербург: БВМ; 2019. С.399). URL: <https://events.spbu.ru/eventsContent/events/2018/vogis/VII%20VSGB%20Congress%20Abstracts%202019.pdf> [дата обращения: 02.01.2022].
- Konarev V.G. (ed.). Identification of varieties and registration of the genofond of cultivated plants by seed proteins. St. Petersburg: VIR; 2000. [in Russian] (Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / под редакцией В.Г. Конарева. Санкт-Петербург: ВИР; 2000).
- Korotkova A.M., Gerasimova S.V., Khlestkina E.K. Current achievements in modifying crop genes using CRISPR/Cas system. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(1): 29-37. DOI: 10.18699/VJ19.458
- Korzhinsky S.I. Atlas to the ampelography of the Crimean (Atlas k ampelografii Kryma). St. Petersburg: Main administration for districts; 1904. [in Russian] (Коржинский С.И. Атлас к ампелографии Крыма. Санкт-Петербург: Главное управление уделов; 1904).
- Kuluev B.R., Minchenkov N.D., Gumerova G.R. Russian dandelion (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin): rubber extraction methods and prospects for biotechnological methods application. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2019;2(2):33-43. [in Russian] (Кулуев Б.Р., Минченков Н.Д., Гумерова Г.Р. Кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin): методы выделения каучука и перспективы использования биотехнологических подходов. *Биотехнология и селекция растений*. 2019;2(2):33-43). DOI: 10.30901/2658-6266-2019-2-33-43
- Lashin S.A., Afonnikov D.A., Genaev M.A., Kazantsev F.V., Komyshev E.G., Oschepkova E.A., Petrov A.V., Rasskazov D.A., Smirnova A.A., Kolchanov N.A. An integrated information system on bioresource collections of the FASO of Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(3):386-393. [in Russian] (Лашин С.А., Афонников Д.А., Генаев М.А., Казанцев Ф.В., Комышев Е.Г., Ощепкова Е.А., Петров А.В., Рассказов Д.А., Смирнова А.А., Колчанов Н.А. Информационная система по биоресурсным коллекциям институтов ФАНО России. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018;22(3):386-393). DOI: 10.18699/VJ18.360
- Loskutov I.G. The history of the world collection of plant genetic resources in Russia. St. Petersburg: VIR; 2009. [in Russian] (Лоскутов И.Г. История мировой коллек-

- ции генетических ресурсов растений в России. Санкт-Петербург: ГНЦ РФ ВИР; 2009). URL: http://vir.nw.ru/files/pdf/books/1_VIR_history_09.pdf [дата обращения: 02.01.2022].
- Loskutov I.G. Wartime activities of the Vavilov Institute. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(2):151-162. [in Russian] (Лоскутов И.Г. Деятельность ВИР им. Н.И. Вавилова в годы войны. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(2):151-162). DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-151-162
- Loskutov I.G., Shelenga T.V., Konarev A.V., Shavarda A.L., Blinova E.V., Dzubenko N.I. The metabolomic approach to the comparative analysis of wild and cultivated species of oats (*Avena L.*). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016;20(5):636-642. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Шеленга Т.В., Конарев А.В., Шаварда А.Л., Блинова Е.В., Дзубенко Н.И. Метаболомный подход к сравнительному анализу диких и культурных видов овса (*Avena L.*). *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016;20(5):636-642). DOI: 10.18699/VJ16.185
- Lukina K.A., Shoeva O.Y., Kovaleva O.N., Loskutov I.G. Anthocyanin content in grains of barley and oat accessions from the VIR collection. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2021;4(3):5-14. [in Russian] (Лукина К.А., Шоева О.Ю., Ковалева О.Н., Лоскутов И.Г. Содержание антоцианов в образцах зерновок ячменя и овса из коллекции ВИР. *Биотехнология и селекция растений*. 2021;4(3):5-14). DOI: 10.30901/2658-6266-2021-3-04
- Lyzhin A.S. Creation of Genetic Passports of Apple Rootstock Forms on the Basis of Microsatellite DNA Polymorphism. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2019;33(2):11-13. [in Russian] (Лыжин А.С. Создание генетических паспортов подвойных форм яблони на основе анализа полиморфизма микросателлитных последовательностей ДНК. *Достижения науки и техники АПК*. 2019;33(2):11-13). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10203
- Makarova T.O. The use of molecular cytogenetic methods in the investigation of distant potato hybrids. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(2):30-38. [in Russian] (Макарова Т.О. Использование методов молекулярной цитогенетики в исследованиях отдаленных гибридов картофеля. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(2):30-38). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-2-04
- On seed production: Federal Law No. 454-FZ of December 30, 2021 (O semenovodstve: Federalny zakon ot 30.12.2021 No. 454-FZ). Moscow, 2021. [in Russian] (О семеноводстве: Федеральный закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ: [принят Государственной думой 22 декабря 2021 года; одобрен Советом Федерации 24 декабря 2021 года]. Москва; 2021). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112300119> [дата обращения: 04.01.2022].
- Ozerskaya T.M., Ukhatova Yu.V. VIR collecting missions in 2020. *Vavilovia*. 2020;3(4):41-47. [in Russian] (Озерская Т.М., Ухатова Ю.В. Экспедиции ВИР в 2020 году. *Vavilovia*. 2020;3(4):41-47). DOI: 10.30901/2658-3860-2020-4-41-47
- Pendinen G.I. New introgressive forms of cultivated barley obtained on the basis of interspecific hybrids *Hordeum vulgare L.* × *Hordeum bulbosum L.* *Plant Biotechnology and Breeding*. 2021;4(4):25-39. [in Russian] (Пендинен Г.И. Новые интрогрессивные формы культурного ячменя, полученные на основе межвидовых гибридов *Hordeum vulgare L.* × *Hordeum bulbosum L.* *Биотехнология и селекция растений*. 2021;4(4):25-39). DOI: 10.30901/2658-6266-2021-4-02
- Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Problems and prospects of grapevine genetic resources preservation at “Magarach” Institute. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(6):608-616. [in Russian] (Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(6):608-616). DOI: 10.18699/VJ17.276
- Popov N., Nekrasov A., Fedotova E. Genetic marking in cattle selection. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal husbandry in Russia*. 2020;(S2):9-15. [in Russian] (Попов Н., Некрасов А., Федотова Е. Генетическое маркирование в селекции скота. *Животноводство России*. 2020;(S2):9-15). DOI: 10.25701/ZZR.2020.47.51.002
- Porova O.V. Genetic passport of a person and the possibility of obtaining it by Russian citizens. *Pravo i gosudarstvo: teoriya i praktika = Law and State: Theory and Practice*. 2019;7(175):14-19. [in Russian] (Попова О.В. Генетический паспорт человека и возможности его получения гражданами России. *Право и государство: теория и практика*. 2019;7(175):14-19). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_39525355_75299661.pdf [дата обращения: 23.12.2021].
- Protocol No. 2021-1930-FP5-9/3 of the second stage of consideration of applications for participation in the competition for grants in the form of subsidies from the federal budget to scientific organizations and educational institutions of higher education for the implementation of certain activities of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Genetic Technologies for 2019-2027 years. II turn. Bioresource Collections, Moscow, September 20, 2021 / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Protokol No. 2021-1930-FP5-9/3 vtorogo etapa rassmotreniya zayavok na uchastie v konkurse na predostavleniye grantov v forme subsidii iz federalnogo byudzheta nauchnym organizatsiyam i obrazovatelnyim organizatsiyam vysshego obrazovaniya na realizatsiyu otdelnykh meropriyatiy Federalnoy nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya geneticheskikh tekhnologiy na 2019-2027 gody. II ochered. Bioresursnye kolleksii). Moscow; 2021. [in Russian] (Протокол № 2021-1930-ФП5-9/3 второго этапа рассмотрения заявок на участие в конкурсе на предоставление грантов в форме субсидий из федерального бюджета научным организациям и образовательным организациям высшего образования на реализацию отдельных мероприятий Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019-2027 годы. II очередь. Биоресурсные коллекции. Москва; 2021). URL: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/iblock/72e/ezs426e0fjhm3tdytbpgx01rubwklr3.PDF> [дата обращения: 03.01.2022].
- Puzyrev V.P. Medicinal pathogenetics. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014;18(1):7-21. [in Russian] (Пузырев В.П. Медицинская патогенетика. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014;18(1):7-21). URL: <https://vavilov.elpub.ru/jour/article/view/223/225> [дата обращения: 23.12.2021].
- Regel R.E. Organization and activities of the Bureau of Applied Botany during the first twenty years of its existence (October 27, 1894 – October 27, 1914 (Organizatsiya i deyatelnost' Byuro po prikladnoy botanike za pervoye dvadtsatiletiye ego sushhestvovaniya [27 okt. 1894 – 27 okt. 1914]). *Bulletin of Applied Botany*. 1915;8(4/5):327-723. [in Russian] (Регель Р.Э. Организация и деятельность Бюро по при-

- кладной ботанике за первое двадцатилетие его существования (27 окт. 1894 – 27 окт. 1914). *Труды Бюро по прикладной ботанике*. 1915;8(4/5):327-723).
- Report on the results of scientific and production activities of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)”, brief, for 2020. (Отчет об итогах научной и производственной деятельности Федерального государственного бюджетного научного учреждения “Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова” (VIR), краткий, за 2020 год). VIR. Report number: n/a; 2020. [in Russian] (Отчет об итогах научной и производственной деятельности Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (ВИР), краткий, за 2020 год. ВИР. Номер отчета: б/н; 2020).
- Rigin B.V., Zuev E.V., Matvienko I.I., Andreeva A.S. Molecular labeling of *Vrn*, *Ppd* genes and vernalization response of the ultra-early lines of spring bread wheat *Triticum aestivum* L. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2021;4(3):26-36. [in Russian] (Ригин Б.В., Зуев Е.В., Матвиенко И.И., Андреева А.С. Молекулярное маркирование генов *Vrn*, *Ppd* и реакция на яровизацию ультраскороспелых линий яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. *Биотехнология и селекция растений*. 2021;4(3):26-36). DOI: 10.30901/2658-6266-2021-3-02
- Rozanova I.V., Khlestkina E.K. NGS sequencing in barley breeding and genetic studies. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(4):348-355. [in Russian] (Розанова И.В., Хлесткина Е.К. NGS-секвенирование в селекционно-генетических исследованиях ячменя. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;24(4):348-355). DOI: 10.18699/VJ20.627
- Rybakov D.A., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Fomina N.A., Klimenko N.S., Zheltova V.V., Meleshin A.A., Kochieva E.Z., Oves E.V., Apshev K.K., Simakov E.A., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred in the A.G. Lorkh All-Russian Research Institute of Potato Farming. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(4):5-52. [in Russian] (Рыбаков Д.А., Антонова О.Ю., Чукина И.Г., Фомина Н.А., Клименко Н.С., Желтова В.В., Мелешин А.А., Кочиева Е.З., Овэс Е.В., Апшев Х.Х., Симаков Е.А., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля селекции Всероссийского научно-исследовательского института картофеля им. А.Г. Лорха. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(4):5-52). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-4-01
- Seregin A.P. The Moscow University Digital Herbarium – the largest Russian biodiversity database. *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya = News of the RAS. Series Biological*. 2017;44(6):584-590. [in Russian] (Серегин А.П. Цифровой гербарий МГУ – крупнейшая российская база данных по биоразнообразию. *Известия РАН. Серия биологическая*. 2017;6:610-616). DOI: 10.7868/S0002332917060042
- Shelenga T.V., Kerv Yu.A., Perchuk I.N., Solovyeva A.E., Khlestkina E.K., Loskutov I.G., Konarev A.V. The Potential of Small Grains Crops in Enhancing Biofortification Breeding Strategies for Human Health Benefit. *Agronomy*. 2021;11(7):1420. DOI: 10.3390/agronomy11071420
- Silaeva O.I. Storage of seeds collections of the world’s plant resources in conditions low positive temperatures – assessment, status, prospects. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2012;169:230-239. [in Russian] (Силаева О.И. Хранение коллекции семян мировых растительных ресурсов в условиях низких положительных температур – оценка, состояние, перспективы. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2012;169:230-239).
- Smekalova T.N., Bagmet L.V., Chukhina I.G. VIR (N.I. Vavilov Institute of Plant Industry) herbarium (WIR) and its role in desision of plant genetic resources mobilization, conservation and studying problems. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2012;169:180-192. [in Russian] (Смекалова Т.Н., Багмет Л.В., Чукина И.Г. Гербарий ВИР им. Н.И. Вавилова (WIR) и его роль в решении проблем мобилизации, сохранения и изучения генетических ресурсов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2012;169:180-192).
- Strygina K.V., Khlestkina E.K. Wheat, barley and maize genes editing using the CRISPR/Cas system. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(1):46-56. [in Russian] (Стрыгина К.В., Хлесткина Е.К. Редактирование генов пшеницы, ячменя и кукурузы с использованием системы CRISPR/Cas. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(1):46-56). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-1-02
- Suprun I.I., Kovalyov V.S., Korotenko T.L., Stepanov I.V., Lobodina E.V. Analysis of genetic relationships among rice cultivars from different ecogeographic groups using SSR markers. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2019;2(1):7-15. [in Russian] (Супрун И.И., Ковалев В.С., Коротенко Т.Л., Степанов И.В., Лободина Е.В. Анализ генетических взаимосвязей сортов риса из разных эколого-географических групп с использованием SSR-маркеров. *Биотехнология и селекция растений*. 2019;2(1):7-150). DOI: 10.30901/2658-6266-2019-1-7-15
- Suprun I.I., Nasonov A.I., Lobodina E.V., Volodina E.A. An integrated approach to creating scab-resistant apple: phytopathological testing and marker-assisted selection. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2018;1(1):25-33. [in Russian] (Супрун И.И., Насонов А.И., Лободина Е.В., Володина Е.А. Комплексный подход в создании устойчивых к парше форм яблони: фитопатологическое тестирование и маркер-опосредованный отбор. *Биотехнология и селекция растений*. 2018;1(1):25-33). DOI: 10.30901/2658-6266-2018-1-25-33
- Tikhonova O.A., Shabliuk N.O., Gavrilenko T.A., Dunaeva S.E., Talovina G.V. Nomenclatural standards of black currant cultivars bred at VIR. *Vavilovia*. 2021;4(2):3-25. [in Russian] (Тихонова О.А., Шаблюк Н.О., Гавриленко Т.А., Дунаева С.Е., Таловина Г.В. Номенклатурные стандарты сортов черной смородины селекции ВИР. *Vavilovia*. 2021;4(2):3-25). DOI: 10.30901/2658-3860-2021-2-3-25
- Tuzhilova-Ordanskaya E.M., Akhtyamova E.V. Issues of Civil Law Regulation Regarding the Protection of Civil Rights When Using Genetic Information in the Russian Federation. *Vestnik Permskogo universiteta. Juridicheskie nauki – Perm University Herald. Juridical Sciences*. 2021;(52):263-284. [in Russian]. (Тужилова-Орданская Е.М., Ахтямова Е.В. Проблемы гражданско-правового регулирования в сфере защиты прав гражданина в Российской Федерации при использовании генетической информации. *Вестник Пермского университета. Юридические науки*. 2021;(52):263-284). DOI: 10.17072/1995-4190-2021-52-263-284
- Ukhatova Y.V., Gavrilenko T.A. Cryoconservation methods for vegetatively propagated crops. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2018;1(1):52-63. [in Russian]. (Ухатова Ю.В., Гавриленко Т.А. Методы криоконсервации веге-

- тативно размножаемых культурных растений. *Биотехнология и селекция растений*. 2018;1(1):52-63). DOI: 10.30901/2658-6266-2018-1-52-63
- Vavilov N.I. Studies on the origin of cultivated plants. Leningrad: Guttenberg Printing House; 1926. [in Russian]. (Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. Ленинград: Тип. им. Гуттенберга; 1926).
- Vavilov N.I. The law of homological series in hereditary variation: report at the 3rd All-Russian Plant Breeding Congress in Saratov on June 4, 1920 (Zakon gomologicheskikh ryadov v nasledstvennoy izmenchivosti: doklad na 3-ym Vserossiyskom selektsionnom syezde v g. Saratove 4 iyunya 1920 g.). Saratov; 1920. [in Russian] (Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости: доклад на 3-ем Всероссийском селекционном съезде в г. Саратове 4 июня 1920 г. Саратов; 1920).
- Voronkova E.V., Rusetskiy N.V., Luksha V.I., Gukasian O.B., Zharich V.M., Yermishin A.P. Marker assisted selection of potato breeding lines with combination of PVY resistance genes from different wild species. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2019;2(4):6-14. [in Russian] (Воронкова Е.В., Русецкий Н.В., Лукша В.И., Гукасян О.Н., Жарич В.М., Ермишин А.П. Маркер-опосредованный отбор селекционных линий картофеля с комбинацией генов устойчивости к PVY от разных диких видов. *Биотехнология и селекция растений*. 2019;2(4):6-14). DOI: 10.30901/2658-6266-2019-4-01
- Wulf E.W., Maleeva O.F. The world resources of the useful plants. F.Kh. Bakhteyev (ed.-in-chief). Leningrad: Nauka, Leningrad branch; 1969. [in Russian] (Вульф Е.В., Малеева О.Ф. Мировые ресурсы полезных растений: пищевые, кормовые, технические, лекарственные и др.: справочник / ответственный редактор Ф.Х. Бахтеев. Ленинград: Наука, Ленинградское отделение; 1969).
- Zaitsev G.A., Zhilinskaya N.T., Safronova V.I., Sazanova A.L. Obtaining genetic passports of industrial strains of nodule bacteria used to increase the yield of legumes using the AFLP method (Polucheniye geneticheskikh pasportov proizvodstvennykh shtammov klubenkovykh bakteriy, ispolzuemykh dlya povysheniya urozhaynosti bobovykh kultur, metodom AFLP). St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University, 2017. p.27-29. [in Russian] (Зайцев Г.А., Жилинская Н.Т., Сафронова В.И., Сазанова А.Л. Получение генетических паспортов производственных штаммов клубеньковых бактерий, используемых для повышения урожайности бобовых культур, методом AFLP. Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием (13-17 ноября 2017 г.). Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий. Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2017. С.27-29). URL: <https://week-science.spbstu.ru/userfiles/volumes/9/file.pdf> [дата обращения: 23.12.2021].

Информация об авторе

Елена Константиновна Хлесткина, доктор биологических наук, профессор РАН, директор, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, director@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8470-8254>

Information about the author

Elena K. Khlestkina, Dr. Sci. (Biology), Professor of the RAS, Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, director@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8470-8254>

Статья поступила в редакцию 10.02.2022; одобрена после рецензирования 24.02.2022; принята к публикации 01.03.2022

The article was submitted 10.02.2022; approved after reviewing 24.02.2022; accepted for publication on 01.03.2022.