

Генетические ресурсы растений с основами молекулярной генетики и селекции (об итогах программы ДПО, Санкт-Петербург)

Ю. В. Ухатова, А. А. Леншин, Е. К. Хлесткина

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

Автор, ответственный за переписку: Александр Анатольевич Леншин, a.lenshin@vir.nw.ru

В рамках программы развития Национального центра генетических ресурсов растений, образованного на базе ВИР Указом Президента Российской Федерации № 44 от 08.02.2022 г., в 2023 году реализована дополнительная профессиональная образовательная программа (программа повышения квалификации) – «Генетические ресурсы растений (с основами молекулярной генетики и селекции)». Программа включала 5 учебно-методических блоков: «Коллекции генетических ресурсов растений как исходный материал для селекции. Управление коллекциями», «Таксономия растений и управление гербарными коллекциями», «Информационные системы в работе с генетическими ресурсами растений», «Методы молекулярной генетики в работе с генетическими ресурсами растений» и «Биотехнологические методы работы с генетическими ресурсами растений», направленных на получение теоретических и практических навыков в области разнообразия генетических ресурсов растений, современных молекулярно-генетических технологий, агробиотехнологии в селекции растений. В программе приняли участие 50 слушателей, прошедших конкурсный отбор на основании представленных резюме и мотивационного письма, представляющих 18 научных, научно-исследовательских и образовательных организаций высшего образования из 14 регионов Российской Федерации: Астраханская, Кировская, Московская, Новосибирская, Омская, Самарская, Свердловская, Тверская области, Алтайский, Красноярский, Приморский, Ставропольский, Хабаровский края, Республика Башкортостан.

Ключевые слова: биотехнология, генетические ресурсы растений, генетические технологии, дополнительное образование, молекулярная генетика, молекулярная селекция, подготовка кадров, продовольственная безопасность

Благодарности: публикация подготовлена в рамках реализации Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений по соглашению с Минобрнауки России от 26 февраля 2025 года № 075-02-2025-1584.

Для цитирования: Ухатова Ю.В., Леншин А.А., Хлесткина Е.К. Генетические ресурсы растений с основами молекулярной генетики и селекции (об итогах программы ДПО, Санкт-Петербург). *Бюллетень ВИР*. 2025;(247):57-65.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы. Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы.

© Ухатова Ю.В., Леншин А.А., Хлесткина Е.К., 2025

Brief communication

Plant genetic resources with the basics of molecular genetics and breeding (on the results of the Additional Professional Education Program, St. Petersburg)

Yulia V. Ukhatova, Aleksandr A. Lenshin, Elena K. Khlestkina

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

Corresponding author: Aleksandr A. Lenshin, a.lenshin@vir.nw.ru

As part of the development program for the National Plant Genetic Resources Center, established at VIR by Decree of the President of the Russian Federation No. 44 dated February 8, 2022, an additional professional education program (qualification improvement program) entitled “Plant Genetic Resources (with the Basics of Molecular Genetics and Breeding)” was implemented in 2023. The program included five instructional and methodological modules: “Plant Genetic Resource Collections as Raw Material for Breeding. Collection Management”; “Plant Taxonomy and Herbarium Collection Management”; “Information Systems in the Work with Plant Genetic Resources”; “Molecular Genetics Methods in the Work with Plant Genetic Resources”; “Biotechnological Methods in the Work with Plant Genetic Resources”. The aim of these modules was to build theoretical and practical skills in the field of plant genetic resources diversity, modern molecular genetics technologies, and agricultural biotechnology in plant breeding. Fifty participants, selected on a competitive basis after reviewing their resumes and motivation letters, joined the program. They represented 18 scientific, research, and higher education institutions from 14 regions of the Russian Federation: Astrakhan, Kirov, Moscow, Novosibirsk, Omsk, Samara, Sverdlovsk and Tver Provinces, Altai, Krasnoyarsk, Primorsky, Stavropol and Khabarovsk Territories, and the Republic of Bashkortostan.

Keywords: biotechnology, plant genetic resources, genetic technologies, additional education, molecular genetics, molecular breeding, personnel training, food security

Acknowledgments: the publication was prepared as part of the implementation of the Development Program of the National Center for Plant Genetic Resources under the agreement with the Ministry of Science and Higher Education of Russia, No. 075-02-2025-1584 dated February 26, 2025.

For citation: Ukhatova Yu.V., Lenshin A.A., Khlestkina E.K. Plant genetic resources with the basics of molecular genetics and breeding (on the results of the Additional Professional Education Program, St. Petersburg). *Bulletin of VIR*. 2025;(247):57-65. (In Russ.).

Financial transparency. the authors have no financial interest in the presented materials or methods. The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work. The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer.

© Ukhatova Yu.V., Lenshin A.A., Khlestkina E.K., 2025

Введение

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) – один из ведущих центров компетенций в области биологии, биотехнологии и генетики растений, институт, первым в мире создавший научно-организационную модель в сфере мобилизации, сохранения, изучения и использования генетических ресурсов растений. Указом Президента Российской Федерации от 08.02.2022 № 44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений» на базе ВИР создан первый в стране национальный биоресурсный центр «в целях обеспечения научно-технологического развития Российской Федерации и комплексного решения задач ускоренного развития генетических технологий»¹. Официальное признание на международном уровне генетических ресурсов и информации о них важным фактором развития экономики² спустя почти век после начала активного развития первой в мире коллекции генетических ресурсов подчеркивает дальновидность Николая Ивановича Вавилова – основоположника целого направления, связанного с деятельностью генетических банков и биоресурсных коллекций.

Наличие уникальной научно-педагогической школы в ВИР и технологическое оснащение Института позволяет сегодня осуществлять подготовку кадров и повышение квалификации специалистов как на базе головного института в Санкт-Петербурге, так и в регионах на базе филиалов ВИР. В качестве слушателей программ дополнительного образования в первую очередь привлечены пользователи образцов сельскохозяйственных культур из коллекции ВИР, которым необходим набор компетенций в сфере работы с биоресурсными коллекциями: от менеджмента и управления до глубокого погружения в молекулярно-генетические механизмы, лежащие в основе проявления хозяйственно ценных признаков.

Программа развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 годы в числе основных задач выделяет «развитие кадрового потенциала в области изучения и использования генетических ресурсов растений, формирование условий для привлечения к научным исследованиям талантливых специалистов»³. В соответствии с этим ВИР организовал и провел курсы повышения квалификации по теме «Генетические ресурсы растений (с основами молекулярной генетики и селекции)» (Санкт-Петербург, 7–15 декабря 2023 г.).

Целью реализованной дополнительной профессиональной программы стало повышение уровня компетенции в рамках имеющейся квалификации, освоение теоретического материала и формирование представления о роли разнообразия генетических ресурсов растений,

получение практических навыков работы с современными молекулярно-генетическими технологиями, агробиотехнологии в селекции растений. Программа включала прохождение практики на самом современном методическом уровне, с учетом национальных задач в области селекции растений и работы с генетическими ресурсами растений под руководством ведущих исследователей при участии в качестве ассистентов молодых ученых и аспирантов ВИР.

В задачи программы, в том числе, входило (1) дать знания обучающимся об агробиоразнообразии, проблемах мобилизации, сохранения и изучения генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей, (2) ознакомить с подходами к решению задач селекции на основе методов генетики и биотехнологии; (3) расширить представления обучающихся о современных достижениях в области агробиотехнологий, генетики и селекции сельскохозяйственных растений; (4) расширить представления о клеточной инженерии растительной клетки и современных методах биотехнологии растений; (5) ознакомить с правилами проведения научных экспедиций в целях мониторинга и мобилизации разнообразия генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей.

Программа включала 5 блоков: «Коллекции генетических ресурсов растений как исходный материал для селекции. Управление коллекциями», «Таксономия растений и управление гербарными коллекциями», «Информационные системы в работе с генетическими ресурсами растений», «Методы молекулярной генетики в работе с генетическими ресурсами растений» и «Биотехнологические методы работы с генетическими ресурсами растений» (табл. 1). Общая трудоемкость программы составила 108 академических часов.

В рамках теоретической части блока 1 обучающиеся были погружены в актуальные вопросы мобилизации, сохранения, изучения и использования генетических ресурсов растений в России, получили представления о современных генетических технологиях, их рисках и вызовах в обеспечении биобезопасности, а также о приоритетах и мировом лидерстве в сфере современных генетических технологий в АПК, познакомились с мировыми и отечественными практиками сохранения *ex situ* генофонда культурных растений и их диких родичей, стратегией сохранения *ex situ*, подходами и условиями сохранения генетических ресурсов растений в генбанках на примере генбанка ВИР, понятиями «активные» и «базовые» коллекции («активное» и «базовое» хранение), «дублетные коллекции» («дублетное хранение») и др.

В рамках практической части Блока 1 обучающиеся получили с работой куратора коллекции и принципа-

¹ Указ Президента Российской Федерации от 08.02.2022 № 44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080014> [дата обращения: 15.12.2024].

² <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-ru.pdf> [дата обращения: 15.12.2024].

³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 16.09.2023 № 2496-р об утверждении Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 годы. Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202309190026> [дата обращения: 15.12.2024].

ми формирования и управления коллекциями генетических ресурсов различных культур, получили навыки работы с каталогами, базами паспортных, описательных и оценочных данных, менеджментом коллекций. Основные полученные практические навыки касались принци-

пов отбора исходного материала для селекции, отбора и репродукции образцов. В ходе занятий обучающиеся также обсудили перспективы использования стандартов фенотипирования для эффективного решения задач селекционно-генетических экспериментов.

Таблица 1. Структура и содержание образовательной программы «Генетические ресурсы растений (с основами молекулярной генетики и селекции)»

Table 1. Structure and content of the educational program “Plant Genetic Resources (with the Basics of Molecular Genetics and Breeding)”

№ блока / Module No.	Название блока / Module title	Содержание блока / Module content
1	Коллекции генетических ресурсов растений как исходный материал для селекции. Управление коллекциями	Типы биологических коллекций, их значение для сохранения генетического разнообразия, для научных исследований и практических разработок. Стратегия сохранения <i>ex situ</i> генетических ресурсов растений. Менеджмент коллекций. Современные биотехнологические приемы сохранения <i>ex situ</i> агробιοразнообразия. Сущность стратегии сохранения <i>in situ</i> диких родичей культурных растений (ДРКР). Роль ДРКР в селекции современных сортов и гибридов. Управление коллекциями: работа с каталогом, работа с паспортной базой, менеджмент коллекций. Практикум. Работы по отбору исходного материала. Работа куратора коллекции. Принципы отбора и репродукции образцов. Отбор и составление списков для передачи образцов на длительное хранение. Составление базы паспортных данных. Внесение результатов изучения в базу данных. Генетическое разнообразие и доместикация растений. Современные методы отбора в селекции.
2	Таксономия растений и управление гербарными коллекциями	Основные принципы ботанической номенклатуры, правила и требования Международного кодекса номенклатуры культурных растений и Международного кодекса номенклатуры грибов, водорослей и растений. Законные названия номенклатурные и таксономические синонимы, названия культиваров. Значение систематики растений для правильного документирования и организации коллекций генетических ресурсов растений. Практикум. Знакомство с цифровыми интернет ресурсами по таксономии и номенклатуре культурных растений и их диких родичей. Гербаризация как метод документации коллекций и исследований генетических ресурсов растений, подготовка номенклатурных стандартов сортов. Номенклатурный тип, номенклатурный стандарт, гербарный ваучер.
3	Информационные системы в работе с генетическими ресурсами растений	Роль баз данных в поддержании, изучении и управлении коллекциями генетических ресурсов растений, а также обзор задач, статистических методов и программных средств анализа фенотипических данных образцов генетических ресурсов растений. Использование геоинформационных данных для работы с генетическими ресурсами растений. Информационные технологии в управлении генетическими ресурсами растений. Практикум. Статистические методы в генетике и селекции.
4	Методы молекулярной генетики в работе с генетическими ресурсами растений	Применение GWAS для выявления маркеров, ассоциированных с хозяйственно ценными признаками растений. Основы генной инженерии культурных растений. Практикум. Обсуждение объекта исследования и гена интереса, с которым будет предложена работа с применением следующих молекулярно-генетических методов: выделение тотальной ДНК, построение праймеров к гену интереса с применением литературных источников и баз данных (NCBI); постановка ПЦР с праймерами к гену интереса; проверка качества ДНК при помощи спектрофотометрического метода (спектрофотометр типа «nanodrop») и электрофоретического метода; визуализация продуктов ПЦР.
5	Биотехнологические методы работы с генетическими ресурсами растений	Методология, принципы и условия работы с асептическими культурами растений. Состав различных питательных сред и особенностях их приготовления, введение различных культур в асептические условия. Микроклональное размножение и среднесрочное хранение культур. Современные генетические технологии, риски и вызовы в обеспечении биобезопасности, приоритеты и мировое лидерство в сфере современных генетических технологий для развития АПК. Сущность и принципы использования биотехнологических подходов для сохранения генетических ресурсов растений и их эффективного использования в селекции. Практикум. Микроклональное размножение растительного материала. Выделение изолированных микроспор и семян. Принципы и методы культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей высших растений. Основы микроклонального размножения растений в условиях <i>in vitro</i> .

Теоретической и методической основой данных разделов Блока 1 стали результаты разработок ученых ВИР в сфере комплексного изучения и сохранения генетического разнообразия растений (Vishnyakova et al., 2019; Mironenko et al., 2020; Dunaeva et al., 2022; Khlestkina, 2022; Korniyukhin et al., 2022; Semenova et al., 2022; Gavrilova et al., 2023; Efremova et al., 2023; Khlestkina et al., 2023; Loskutov et al., 2023; Oskina et al., 2023; Shamanin et al., 2023).

В ходе освоения теоретических знаний Блока 2 «Таксономия растений и управление гербарными коллекциями» слушатели курса познакомились с принципами ботанической номенклатуры, а также с переводным изданием Международного кодекса номенклатуры культурных растений (Chukhina et al., 2022). Участникам ДПО были представлены аналитические работы о структуре гербариев культурных растений и их использовании в современных исследованиях. На занятиях отметили важность правильного документирования и организации коллекций генетических ресурсов растений, продемонстрировав созданные номенклатурные стандарты отечественных сортов плодовых культур и картофеля (Gavrilenko et al., 2022; Kamnev et al., 2022a; Rybakov et al., 2022; Talovina et al., 2023). Также участники узнали о роли экспедиционной деятельности ВИР и о принципах изучения кандидатов в особо ценные образцы Гербария Национального центра генетических ресурсов растений.

В рамках теоретической части Блока 3 обучающиеся закрепили знания о роли баз данных в поддержании, изучении и управлении коллекциями генетических ресурсов растений, а также основными задачами и принципами статистических методов и программных средств анализа фенотипических данных образцов генетических ресурсов растений. На практике учащиеся получили навыки работы со статистическими подходами с учетом специфики обработки данных генетических ресурсов растений и ведения баз данных генетических ресурсов растений (Novikova, 2019; Loskutov et al., 2020).

В рамках теоретической части Блока 4 слушатели ознакомились с этапами развития и основными понятиями молекулярной генетики, теоретическими аспектами специфики выделения ДНК из растительных объектов и проведения полимеразной цепной реакции, вариантами технологии ПЦР, а также детекции результатов ПЦР. В ходе практических занятий были освоены и отработаны основные методы молекулярно-генетического анализа (выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофоретическое разделение фрагментов ДНК, визуализация продуктов ПЦР), рассмотрены объекты исследования, в том числе те культурные растения, которыми в рамках своих научно-исследовательских работ занимаются сами слушатели, а также гены интересов различных сельскохозяйственных культур, освоены методики построения праймеров к генам интереса, освоен спектрофотометрический метод для проверки качества ДНК. Участники образовательной программы освоили основы методик секвенирования (Agakhanov et al., 2021).

В теоретической части блока 5 обучающиеся получи-

ли знания о применении биотехнологических в практической селекции, для сохранения образцов культурных растений и пр., с теоретическими аспектами методологии, принципах и условиях работы с асептическими культурами растений, микроклональным размножением, среднесрочным и криохраниением вегетативно размножаемых культур (Bespalova et al., 2019, 2020; Gavrilenko et al., 2019; Tikhonova et al., 2020; Korshikova et al., 2021; Kamnev et al., 2022b; Verzhuk et al., 2022; 2023; Pavlov et al., 2023; Ukhatova et al., 2023;). В ходе практической части блока обучающиеся получили навыки приготовления различных питательных сред для введения растительного материала в культуру *in vitro* и для дигаметоидов, навыки стерилизации и введения эксплантов растительного материала в культуру *in vitro*, методы микроклонального размножения растительного материала и выделения изолированных микроспор и семян.

Обучение по ДПО «Генетические ресурсы растений (с основами молекулярной генетики и селекции)» прошли 50 слушателей (обучающихся), прошедших конкурсный отбор, представляющих 18 научных, научно-исследовательских и образовательных организаций высшего образования из 14 регионов Российской Федерации. Среди обучающихся – научные сотрудники Самарского научно-исследовательского института сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный научный центр», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», Института биохимии и генетики – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской ака-

демии наук», Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук», Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала «Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики» Сибирского отделения Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», Федераль-

ного государственного бюджетного научного учреждения «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр лубяных культур», Фалёнской селекционной станции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (рисунок).



Рисунок. Подготовка специалистов в области изучения и использования генетических ресурсов растений в рамках программы ДПО «Генетические ресурсы растений (с основами молекулярной генетики и селекции)». Санкт-Петербург, декабрь 2023 г.

Figure. Advanced training in the field of the studying and utilization of plant genetic resources under the education program “Plant Genetic Resources (with the Basics of Molecular Genetics and Breeding)”. St. Petersburg, December 2023

Проверка знаний по итогам реализации программы показала достижение следующих результатов: обучающиеся (1) усвоили новые знания о современном агробиоразнообразии, проблемах мобилизации, сохранения и изучения генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей, а также познакомились с подходами к их решению на основе методов генетики; (2) получили и/или расширили личностные практические навыки при-

менения современных лабораторных методов работы с генетическими ресурсами растений в области агробиотехнологий, молекулярной генетики и селекции сельскохозяйственных растений; (3) расширили представления о клеточной инженерии растительной клетки и освоили методы биотехнологии растений; (4) научились применять на практике молекулярно-генетические методы генетики и современной геномной селекции растений;

(5) ознакомились с принципами получения и анализа больших данных (геномных и феномных).

Усвоенные навыки будут применяться слушателями в будущих научно-исследовательских проектах и в их наставнической деятельности. Полученные знания и навыки будут внедряться участниками в своей профессиональной деятельности уже начиная с 2024 года.

Заключение

Таким образом, в результате реализации программы «Генетические ресурсы растений (с основами молекулярной генетики и селекции)» 50 обучающихся из 18 учреждений страны получили теоретические знания о состоянии, проблемах и перспективах сохранения и мобилизации генетических ресурсов культурных растений, о видовом и внутривидовом разнообразии культурных растений и их диких родичей, о стратегиях по сохранению генетических ресурсов растений и эффективному их использованию в современной селекции растений; связанные с реализацией генетической программы в ходе онтогенеза растений; об основных генетических системах, контролирующих хозяйственно ценные и количественные признаки у ключевых сельскохозяйственных культур; о современных генетических технологиях и методах, используемых для изучения и расширения генетического разнообразия растений. Программы внесла вклад в развитие кадрового потенциала в области изучения и использования генетических ресурсов растений, формирование условий для привлечения к научным исследованиям талантливых специалистов.

References / Литература

- Agakhanov M.M., Grigoreva E.A., Potokina E.K., Ulianich P.S., Ukhatova Yu.V. Genome assembly of *Vitis rotundifolia* Michx. using third-generation sequencing (Oxford Nanopore Technologies). *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(2):63-71. [in Russian] (Агаханов М.М., Григорьева Е.А., Потоккина Е.К., Ульянич П.С., Ухатова Ю.В. Сборка генома *Vitis rotundifolia* Michx. с использованием методов секвенирования третьего поколения (Oxford Nanopore Technologies). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(2):63-71). DOI: [10.30901/2227-8834-2021-2-63-71](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-2-63-71)
- Bespalova E.S., Agakhanov M.M., Arkhimandritova S.B., Erastenkova M.V., Ukhatova Yu.V. Sanitization of potato varieties from the VIR collection against viruses. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(4):164-172. [in Russian] (Беспалова Е.С., Агаханов М.М., Архимандритова С.Б., Ерастенкова М.В., Ухатова Ю.В. Оздоровление сортов картофеля из коллекции ВИР от вирусов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(4):164-172). DOI: [10.30901/2227-8834-2020-4-164-172](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-164-172)
- Bespalova E.S., Ukhatova Yu.V., Volkova N.N., Oves E.V., Gaitova N.A., Gavrilenko T.A. Investigation of the postcryogenic regeneration ability of potato varieties under different cultivation conditions. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(3):281-286. [in Russian] (Беспалова Е.С., Ухатова Ю.В., Волкова Н.Н., Овэс Е.В., Гаитова Н.А., Гавриленко Т.А. Изучение посткриогенного регенерационного потенциала сортов картофеля в разных условиях культивирования. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019;23(3):281-286). DOI: [10.18699/VJ19.500](https://doi.org/10.18699/VJ19.500)
- Chukhina I.G., Miftakhova S.R. Russian translation of the International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(3):183-187. [in Russian] (Чухина И.Г., Мифтахова С.Р. Русскоязычный перевод Международного кодекса номенклатуры культурных растений. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(3):183-187). DOI: [10.30901/2227-8834-2022-3-183-187](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-3-183-187)
- Dunaeva S. E., Krasovskaya L.S., Gavrilenko T.A. *Ex situ* conservation of *Rubus* L. (Rosaceae) genetic resources (a review). *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(1):236-253. [in Russian] (Дунаева С.Е., Красовская Л.С., Гавриленко Т.А. Сохранение генетических ресурсов рода *Rubus* (Rosaceae) *ex situ* (обзор). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(1):236-253). DOI: [10.30901/2227-8834-2022-1-236-253](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-236-253)
- Efremova O.S., Volkova N.N., Rybakov D.A., Lisitsyna O.V., Ozerski P.V., Gavrilenko T.A. Development of the potato cryocollection preserved in the VIR cryobank. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(3):9-20. [in Russian] (Ефремова О.С., Волкова Н.Н., Рыбаков Д.А., Лисицына О.В., Озерский П.В., Гавриленко Т.А. Расширение криоколлекции образцов картофеля, сохраняемой в криобанке ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(3):9-20). DOI: [10.30901/2227-8834-2023-3-9-20](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-3-9-20)
- Gavrilenko T.A., Dunaeva S.E., Tikhonova O.A., Chukhina I.G. New approaches to registration and conservation of domestic cultivars of berry crops in the VIR Genebank on the example of red raspberry and black currant. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2022;5(4):24-38. [in Russian] (Гавриленко Т.А., Дунаева С.Е., Тихонова О.А., Чухина И.Г. Новые подходы к регистрации и сохранению отечественных сортов ягодных культур в генбанке ВИР на примере малины обыкновенной и смородины черной. *Биотехнология и селекция растений*. 2022;5(4):24-38). DOI: [10.30901/2658-6266-2022-4-o5](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2022-4-o5)
- Gavrilenko T.A., Shvachko N.A., Volkova N.N., Ukhatova Yu.V. A modified droplet vitrification method for cryopreservation of shoot tips from *in vitro* potato plants. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(4):422-429. [in Russian] (Гавриленко Т.А., Швачко Н.А., Волкова Н.Н., Ухатова Ю.В. Модифицированный метод капель-витрификации для криоконсервации апексов *in vitro* растений картофеля. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019;23(4):422-429). DOI: [10.18699/VJ19.505](https://doi.org/10.18699/VJ19.505)
- Gavrilova V.A., Makarova L.G., Stupnikova T.G., Alpatieva N.V., Kuznetsova E.B., Anisimova I.N. The trait-specific collection of large-seeded sunflower at VIR: a source for breeding cultivars and hybrids. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(4):64-78. [in Russian] (Гаврилова В.А., Макарова Л.Г., Ступникова Т.Г., Алпатьева Н.В., Кузнецова Е.Б., Анисимова И.Н. Признаковая коллекция крупноплодного подсолнечника ВИР для селекции сортов и гибридов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(4):64-78). DOI: [10.30901/2227-8834-2023-4-64-78](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-4-64-78)
- Kamev A.M., Dunaeva S.E., Nevostrueva E.Yu., Kuzmina A.A., Gavrilenko T.A., Chukhina I.G. Nomenclatural standards of raspberry cultivars bred by the Sverdlovsk Horticultural Breeding Station and Novosibirsk Zonal Gardening Station. *Vavilovia*. 2022a;5(4):13-38. [in Russian] (Камнев А.М., Дунаева С.Е., Невоструева Е.Ю., Кузьмина А.А., Гавриленко Т.А., Чухина И.Г. Номенклатурные стандарты сортов малины селекции Свердловской селекционной станции садоводства и Новосибирской зональной станции садоводства. *Vavilovia*. 2022a;5(4):13-38). DOI: [10.30901/2658-3860-2022-4-o3](https://doi.org/10.30901/2658-3860-2022-4-o3)
- Kamev A.M., Dunaeva S.E., Volkova N.N., Lisitsyna O.V., Gavrilenko T.A. Cryopreservation of raspberry cultivar accessions bred in Russia from the VIR *in vitro* collection. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2022b;5(1):17-27. [in Russian] (Камнев А.М., Дунаева С.Е., Волкова Н.Н., Лисицына О.В., Гавриленко Т.А. Криоконсервация образцов сортов малины отечественной селекции из *in vitro* коллекции ВИР. *Биотехнология и селекция растений*. 2022b;5(1):17-27). DOI: [10.30901/2658-6266-2022-1-o2](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2022-1-o2)
- Khlestkina E.K. Genetic resources in Russia: from collections to bioresource centers. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(1):9-30. [in Russian] (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](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-9-30)
- Khlestkina E.K., Ukhatova Y.V., Shipilina L.Y., Zavarzin A.A. Genetic

- resources and genetic technologies for the development of the Northern Territories: on the results of the Second Conference (March 13–15, 2023). *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(1):32-38. [in Russian] (Хлесткина Е.К., Ухатова Ю.В., Шипилина Л.Ю., Заварзин А.А. Генетические ресурсы и генетические технологии для развития северных территорий: об итогах Второй конференции (13–15 марта 2023 года). *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(1):32-38). DOI: [10.30901/2658-6266-2023-1-05](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2023-1-05)
- Kornyukhin D.L., Artemyeva A.M. Breeding value of leafy and root turnip samples from the VIR collection. *Vegetable Crops of Russia*. 2022;(1):12-18. [in Russian] (Корнюхин Д.Л., Артемьева А.М. Селекционная ценность образцов листовой и корнеплодной репы из мировой коллекции ВИР. *Овощи России*. 2022;(1):12-18). DOI: [10.18619/2072-9146-2022-1-12-18](https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-12-18)
- Korshikova E.S., Ershova K.M., Moksheninova Yu.A., Ukhato Yu.V. Efficiency of in vitro culture techniques applied to soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) accessions from the VIR collection. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(4):137-142. [in Russian] (Коршикова Е.С., Ершова К.М., Мокшенинова Ю.А., Ухатова Ю.В. Оценка эффективности введения образцов сои (*Glycine max* (L.) Merr.) из коллекции ВИР в культуру *in vitro*. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(4):137-142). DOI: [10.30901/2227-8834-2021-4-137-142](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-137-142)
- Loskutov I.G., Blinova E.V., Gnutikov A.A. The collection of oat genetic resources held by VIR as a source of information on the history of cultivation and taxonomy of the genus, and breeding trends (a review). *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(1):225-238. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Блинова Е.В., Гнутиков А.А. Коллекция генетических ресурсов овса ВИР как источник информации по истории возделывания, систематике рода и направлениям селекции культуры (обзор). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(1):225-238). DOI: [10.30901/2227-8834-2023-1-225-238](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-1-225-238)
- Loskutov I.G., Novikova L.Yu., Kovaleva O.N., Ivanova N.N., Blinova E.V., Belskaya G.V. Ecological-geographic approaches to the study of genetic diversity of barley and oat from the VIR collection. *Ecological genetics*. 2020;18(1):89-102. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Новикова Л.Ю., Ковалева О.Н., Иванова Н.Н., Блинова Е.В., Бельская Г.В. Эколого-географические подходы к изучению генетического разнообразия ячменя и овса из коллекции ВИР. *Экологическая генетика*. 2020;18(1):89-102). DOI: [10.17816/ecogen16128](https://doi.org/10.17816/ecogen16128)
- Mironenko N.V., Rogozina E.V., Gurina A.A., Khiutti A.V., Chalaya N.A., Afanasenko O.S. Wild relatives and interspecific hybrids of potato as source materials in breeding for resistance to golden nematode. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(4):173-184. [in Russian] (Мироненко Н.В., Рогозина Е.В., Гурина А.А., Хютти А.В., Чалая Н.А., Афанасенко О.С. Дикие родичи и межвидовые гибриды картофеля – исходный материал для селекции на устойчивость к золотистой нематоды. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(4):173-184). DOI: [10.30901/2227-8834-2020-4-173-184](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-173-184)
- Novikova L.Yu. Information system for assessing the adaptability of grape varieties to climate change. *Scientific Works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking*. 2019;24:67-73. [in Russian] (Новикова Л.Ю. Информационная система для оценки адаптивности сортов винограда к изменению климата. *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2019;(24):67-73). DOI: [10.30679/2587-9847-2019-24-67-73](https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-24-67-73)
- Oskina N.A., Rybakov D.A., Shanina E.P., Lisitsyna O.V., Chukhina I.G., Gavrilenko T.A. An integrated approach to the registration and preservation of a cultivar gene pool in the VIR genebank exemplified in cultivars bred by the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(2):5-26. [in Russian] (Оськина Н.А., Рыбаков Д.А., Шанина Е.П., Лисицына О.В., Чухина И.Г., Гавриленко Т.А. Комплексный подход к регистрации и сохранению сортового генофонда в генбанке ВИР на примере сортов картофеля селекции Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения РАН. *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(2):5-26). DOI: [10.30901/2658-6266-2023-2-04](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2023-2-04)
- Pavlov An.V., Porokhovina E.A., Brutch N.B., Pavlov Al.V., Verzhuk V.G. The effect of cryopreservation in liquid nitrogen on the viability of flax seeds. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(1):9-20. [in Russian] (Павлов Ан.В., Пороховина Е.А., Бруч Н.Б., Павлов Ал.В., Вержук В.Г. Влияние криоконсервации в жидком азоте на жизнеспособность семян льна. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(1):9-20). DOI: [10.30901/2227-8834-2023-1-9-20](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-1-9-20)
- Rybakov D.A., Cheremisin A.I., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred by the Omsk Agrarian Research Center. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2022;5(4):6-23. [in Russian] (Рыбаков Д.А., Черемисин А.И., Антонова О.Ю., Чухина И.Г., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля селекции Омского Аграрного научного центра. *Биотехнология и селекция растений*. 2022;5(4):6-23). DOI: [10.30901/2658-6266-2022-4-04](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2022-4-04)
- Semenova E.V., Boyko A.P., Novikova L.Y., Vishnyakova M.A. Phenotypic traits differentiating the genetic resources of pea (*Pisum sativum* L.) by the type of use. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;26(7):599-608. [in Russian] (Семенова Е.В., Бойко А.П., Новикова Л.Ю., Вишнякова М.А. Фенотипические признаки, определяющие дифференциацию генофонда гороха (*Pisum sativum* L.) по направлениям использования. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022;26(7):599-608). DOI: [10.18699/VJGB-22-74](https://doi.org/10.18699/VJGB-22-74)
- Shamanin V.P., Pototskaya I.V., Esse S.A., Gladkih M.S., Shepelev S.S., Zuev E.V., Vinichenko N.A., Koksel H., Morgounov A.I. Wheat landraces as sources of high grain quality and nutritional properties. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(4):103-115. [in Russian] (Шаманин В.П., Поточкая И.В., Ессе С.А., Гладких М.С., Шепелев С.С., Зуев Е.В., Виниченко Н.А., Коксель Х., Моргунов А.И. Стародавние сорта пшеницы – источники высокого качества и питательных свойств зерна. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(4):103-115). DOI: [10.30901/2227-8834-2023-4-103-115](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-4-103-115)
- Talovina G.V., Zhidexhina T.V., Dunaeva S.E., Gur'eva I.V., Rodiukova O.S., Klimenko N.S., Kuzmina E.V., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards of black currant cultivars bred by the I.V. Michurin Federal Scientific Center. *Vavilovia*. 2023;6(2):3-32. [in Russian] (Таловина Г.В., Жидехина Т.В., Дунаева С.Е., Гурьева И.В., Родюкова О.С., Клименко Н.С., Кузьмина Е.В., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты сортов смородины черной, созданных в «Федеральном научном центре имени И.В. Мичурина». *Vavilovia*. 2023;6(2):3-32). DOI: [10.30901/2658-3860-2023-2-02](https://doi.org/10.30901/2658-3860-2023-2-02)
- Tikhonova O.A., Gavrilova O.A., Radchenko E.A., Verzhuk V.G., Pavlov A.V. Viability of black currant pollen before and after cryopreservation in liquid nitrogen, and its morphological features. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(3):110-119. [in Russian] (Тихонова О.А., Гаврилова О.А., Радченко Е.А., Вержук В.Г., Павлов А.В. Жизнеспособность пыльцы черной смородины до и после криоконсервирования в жидком азоте и особенности ее морфологии. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(3):110-119). DOI: [10.30901/2227-8834-2020-3-110-119](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-110-119)
- Ukhato Yu.V., Erastenkova M.V., Korshikova E.S., Krylova E.A., Mikhailova A.S., Semilet T.V., Tikhonova N.G., Shvachko N.A., Khlestkina E.K. Improvement of crops using the CRISPR/Cas system: New target genes. *Molecular Biology*. 2023;57(3):387-410 [in Russian] (Ухатова Ю.В., Ерастенкова М.В., Коршикова Е.С., Крылова Е.А., Михайлова А.С., Семилет Т.В., Тихонова Н.Г., Швачко Н.А., Хлесткина Е.К. Улучшение культурных растений при помощи системы CRISPR/Cas: новые гены-мишени. *Молекулярная биология*. 2023;57(3):387-410). DOI: [10.31857/S0026898423030151](https://doi.org/10.31857/S0026898423030151)
- Verzhuk V., Eremin V., Gasanova T., Eremina O., Novikova L., Filipenko G., Sitnikov M., Pavlov A. Post-cryogenic viability of peach (*Persica vulgaris* Mill.) dormant buds from the VIR genetic collection. *Agriculture*. 2023;13(1):111. DOI: [10.3390/agriculture13010111](https://doi.org/10.3390/agriculture13010111)
- Verzhuk V.G., Erastenkova M.V., Khokhlenko A.A., Agakhanov M.M., Kislin E.N., Ukhato Yu.V. Evaluation of regenerative capacity of grape (*Vitis vinifera* L.) and red currant (*Ribes rubrum* L.) accessions in the culture in vitro for the development of VIR cryocollection. *Magarach. Viticulture and Winemaking*.

2022;24(3):214-218. [in Russian] (Вержук В.Г., Ерастенкова М.В., Хохленко А.А., Агаханов М.М., Кислин Е.Н., Ухатова Ю.В. Оценка регенерационной способности образцов винограда (*Vitis vinifera* L.) и красной смородины (*Ribes rubrum* L.) в культуре *in vitro* для создания криоколлекции ВИР. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):214-218). DOI: [10.34919/IM.2022.24.3.003](https://doi.org/10.34919/IM.2022.24.3.003)

Vishnyakova M.A., Aleksandrova T.G., Buravtseva T.V. Burlyaeva M.O., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V., Suvorova G.N. Species diversity of the VIR collection of grain legume genetic

resources and its use in domestic breeding. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding* 2019;180(2):109-123. [in Russian] (Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Суворова Г.Н. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(2):109-123). DOI: [10.30901/2227-8834-2019-2-109-123](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-109-123)

Информация об авторах

Юлия Васильевна Ухатова, кандидат биологических наук, заместитель директора, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, y.ukhatova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>

Александр Анатольевич Леншин, заведующий учебно-методическим кабинетом, и. о. зав. аспирантурой, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, a.lenshin@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5068-1807>

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

Information about the authors

Yulia V. Ukhatova, Cand. Sci. (Biology), Deputy Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, y.ukhatova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>

Aleksandr A. Lenshin, Head of the Postgraduate Studies Department, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, a.lenshin@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5068-1807>

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

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.10.2025; одобрена после рецензирования 16.10.2025; принята к публикации 22.10.2025.

The article was submitted on 05.10.2025; approved after reviewing on 16.10.2025; accepted for publication on 22.10.2025.