



Методы *in silico* анализа и биотехнологии в работе с сельскохозяйственными растениями (об итогах программы ДПО, Владивосток–2024)

Ю. В. Ухатова¹, М. П. Разгонова², Е. А. Крылова¹, А. Б. Курина¹, А. А. Леншин¹, Е. К. Хлесткина¹

¹ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Дальневосточная опытная станция – филиал ВИР, Владивосток, 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, в 2024 году реализована дополнительная профессиональная образовательная (ДПО) программа для прошедших конкурсный отбор участников из Дальневосточного и Сибирского федеральных округов. Программа имеет важное значение с учетом «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» и «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». В рамках программы ДПО «Методические подходы к сохранению *ex situ* и изучению генетических ресурсов растений» (Владивосток, 16–23 сентября 2024 г., организатор: Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова) особое внимание было уделено теоретическим аспектам и практическим навыкам работы с генетическими ресурсами растений при использовании современных методов биотехнологии, биохимии и молекулярной генетики. Программа реализовывалась на базе Дальневосточной опытной станции – филиала ВИР. В программе приняли участие 15 обучающихся, представлявших организации Сибири и Дальнего Востока.

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., Разгонова М.П., Крылова Е.А., Курина А.Б., Леншин А.А., Хлесткина Е.К. Методы *in silico* анализа и биотехнологии в работе с сельскохозяйственными растениями (об итогах программы ДПО, Владивосток–2024). *Бюллетень ВИР*. 2025;(244):25–32.

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., Разгонова М.П., Крылова Е.А., Курина А.Б., Леншин А.А., Хлесткина Е.К., 2025

Brief communication

In silico analysis and biotechnology methods in crop studies (results of the additional professional education program, Vladivostok, 2024)

Yulia V. Ukhatova¹, Mayya P. Razgonova², Ekaterina A. Krylova¹, Anastasia B. Kurina¹, Aleksandr A. Lenshin¹, Elena K. Khlestkina¹

¹ N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

² N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Far East Experiment Station – branch of VIR, Vladivostok, Russia

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

As part of the Development Program for the National Center for Plant Genetic Resources, founded on VIR's base by Decree No. 44 of the President of the Russian Federation of February 8, 2022, an additional professional education (APE) program was implemented in 2024 for competitively selected participants from the Far Eastern and Siberian Federal Districts. The program is important in the context of the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation, and the Strategy for Developing the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security until 2035. In the framework of the APE program "Methodological approaches to *ex situ* conservation and study of plant genetic resources" (Vladivostok, September 16–23, 2024; organizer: N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources), special attention was paid to the theoretical aspects and practical skills in plant genetic resources management using modern methods of biotechnology, biochemistry, and molecular genetics. The program's events were housed by the Far East Experiment Station of VIR. Fifteen students, representing organizations from Siberia and the Far East, participated in the program.

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 for the National Center for Plant Genetic Resources under the agreement with the Ministry of Science and Higher Education of Russia dated February 26, 2025, No. 075-02-2025-1584.

For citation: Ukhatova Yu.V., Razgonova M.P., Krylova E.A., Kurina A.B., Lenshin A.A., Khlestkina E.K. *In silico* analysis and biotechnology methods in crop studies (results of the additional professional education program, Vladivostok, 2024). *Bulletin of VIR*. 2025;(244):25-32. (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, or their employers.

© Ukhatova Yu.V., Razgonova M.P., Krylova E.A., Kurina A.B., Lenshin A.A., Khlestkina E.K., 2025

Введение

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), ставший в 2022 г. первым национальным биоресурсным центром (Decree of the President..., 2022; (Directive of the Government..., 2023), является также ведущим центром компетенций в области биологии, биотехнологии и генетики растений. Кадровое и технологическое оснащение филиалов ВИР, расположенных в 12 регионах Российской Федерации (в том числе в четырех регионах Дальневосточного федерального округа) позволяет сегодня осуществлять подготовку кадров и повышение квалификации специалистов не только на базе головного института в Санкт-Петербурге, но и адресно – в регионах, на базе филиалов ВИР, с привлечением в качестве обучающихся в первую очередь квалифицированных пользователей Вавиловской коллекции на самом современном методическом уровне, но при этом с учетом климатических и географических особенностей региона и региональных задач в области селекции растений и работы с генетическими ресурсами растений.

Программой развития Национального центра генетических ресурсов растений, созданного на базе ВИР Указом Президента Российской Федерации №44 от 8 февраля 2022 г., предусмотрена задача по «сохранению и развитию кадрового потенциала организаций, осуществляющих исследования (разработки), связанные с изучением и использованием генетических ресурсов растений» (Decree of the President..., 2022, Clause 7).

В рамках данной программы ВИР организовал и провел курсы повышения квалификации по теме «Методи-

ческие подходы к сохранению *ex situ* и изучению генетических ресурсов растений» (Владивосток, 16–23 сентября 2024 г.).

Целью реализации дополнительной профессиональной программы стало повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации и получение практических навыков применения методов молекулярного анализа и агробиотехнологий, освоение теоретического материала для формирования представления о роли разнообразия генетических ресурсов растений в селекции.

В задачи программы входило:

- познакомить обучающихся с понятием агробиоразнообразия, проблемами изучения сельскохозяйственных растений, а также их диких родичей, с подходами к их решению на основе методов генетики;
- расширить представления о современных достижениях в области агробиотехнологий, генетики и прикладной селекции сельскохозяйственных растений;
- расширить представления о современных методах биотехнологии растений;
- научить применять на практике методы биотехнологии растений;
- научить применять на практике современные генетические технологии;
- обосновать необходимость расширения генетического разнообразия селекционного материала.

Программа включала 4 блока: «Биотехнологические методы работы с генетическими ресурсами растений», «Методы молекулярной генетики в работе с генетическими ресурсами растений», «Полевой практикум», «Биохимические методы работы с генетическими ресурсами растений» (таблица).

Таблица. Структура и содержание образовательной программы «Методические подходы к сохранению *ex situ* и изучению генетических ресурсов растений»

Table. Structure and contents of the education program “Methodological approaches to *ex situ* conservation and study of plant genetic resources”

	Название блока	Содержание блока
1	Биотехнологические методы работы с генетическими ресурсами растений	Стратегия сохранения генетических ресурсов растений <i>ex situ</i> . Менеджмент коллекций. Современные биотехнологические приемы сохранения агробиоразнообразия <i>ex situ</i> . 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>
2	Методы молекулярной генетики в работе с генетическими ресурсами растений	Основы молекулярного анализа. Получение и использование удвоенных гаплоидов в селекции растений. Практикум. Основы молекулярной генетики и анализа <i>in silico</i>
3	Полевой практикум	Основы фенотипирования образцов генетических ресурсов растений (на примере зернобобовых культур)
4	Биохимические методы работы с генетическими ресурсами растений	О современных исследованиях генетических ресурсов растений. Научные разработки и внедрение инновационных технологий производства. Сверхкритическая экстракция биоактивных веществ из растительных матриц.

В рамках теоретической части блока 1 обучающиеся 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 коллекции» и «базовые коллекции» (активное и базовое хранение), «дублетные коллекции» (дублетное хранение), «краткосрочное и долгосрочное хранение». Также в лекционной части обучающиеся познакомились с областями применения биотехнологических приемов в различных целях развития науки и практики (в практической селекции, в сохранении образцов культурных растений и др.), с теоретическими аспектами методологии, с принципами и условиями работы с асептическими культурами растений, микроклональным размножением и среднесрочным хранением вегетативно размножаемых культур.

В ходе практической части блока 1 обучающиеся освоили навыки приготовления различных питательных сред для введения растительного материала в культуру *in vitro* и для дигаплоидов, навыки стерилизации и введения эксплантов растительного материала в культуру *in vitro*, методы микроклонального размножения растительного материала и выделения изолированных микроспор и семян.

В рамках теоретической части блока 2 обучающиеся познакомились 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. Кроме того, в лекционной части блока 2 состоялось ознакомление с теоретическими основами оптимизации и ускорения селекционного процесса перекрестно-самоопыляющихся культур при использовании ДН-технологии (ДН – double haploid, удвоенный гаплоид), направлениями применения удвоенных гаплоидов в генетических исследованиях, основами культуры изолированных микроспор и гиногенеза, преимуществами и недостатками каждого из этих двух подходов к получению гаплоидов, способами лабораторного контроля уровня пloidности.

В ходе практических занятий блока 2 обучающиеся освоили основные методы молекулярного анализа (выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофоретическое разделение фрагментов ДНК), методы анализа *in silico* (знакомство с различными базами данных, поиск последовательностей генов интереса, анализ промоторных последовательностей, аннотация функциональных доменов белков, предсказание пространственной структуры белка, алгоритмы дизайна направляющей РНК).

В рамках блока 3 обучающиеся получили практические навыки по основным технологическим подходам фенотипирования культурных растений в полевых условиях, обсудили перспективы использования фенотипирования и развитие современного высокопроизводительного фенотипирования для эффективного решения задач

селекционно-генетических экспериментов.

В рамках блока 4 обучающихся погрузили в актуальные вопросы мобилизации, сохранения, изучения и использования генетических ресурсов растений в России; они 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 работой научно-производственного комплекса (на примере НПГК «Арника», рис. 1) и подходами к сверхкритической экстракции биоактивных веществ из растительных матриц на сверхкритическом экстракторе SFE-1500, а также на промышленной установке «Комплекс для сверхкритической экстракции CO₂ DXSFE120-50-5L» в рамках опытно-промышленных регламентов.

В основу содержания программы вошли в числе прочего навыки и компетенции, нарабатываемые в последние годы в ВИР (Gavrilenko et al., 2022; Khlestkina, 2022; Kovalenko et al., 2022; Krylova et al., 2022, 2023, 2024a, 2024b; Kurina, Artemyeva, 2022; Rybakov et al., 2022, 2024; Aslanova, Kurina, 2023; Erastenkova et al., 2023; Rakhmangulov et al., 2023; Razgonova et al., 2023a, 2023b, 2023c, 2024a, 2024b; Ulyanov et al., 2023; Popov et al., 2024; Berensen, 2024; Seferova et al., 2024).

Трудоемкость программы составила 72 академических часа. В программе приняли участие 15 обучающихся, прошедших конкурсный отбор. Среди обучавшихся – представители следующих организаций: Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки; Ботанический сад-институт ДВО РАН; Якутский НИИ сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова – обособленное подразделение ФИЦ ЯНЦ СО РАН; Омский аграрный научный центр; Красноярский НИИ сельского хозяйства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН; Камчатский НИИ сельского хозяйства – филиал ВИР; Дальневосточная опытная станция – филиал ВИР (рис. 2); Дальневосточный федеральный университет; Передовая инженерная школа «Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем» ДВФУ (рис. 3).

Заключение

Реализация дополнительной профессиональной образовательной программы «Методические подходы к сохранению *ex situ* и изучению генетических ресурсов растений» (Дальневосточная опытная станция – филиал ВИР, Владивосток, 16–23 сентября 2024 г.) отвечает задачам Доктрины продовольственной безопасности (Decree of the President..., 2020a), соответствует направлению «переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству и включает в себя разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания» Стратегии научно-технологичес-



Рис. 1. Обучающиеся программы на практических занятиях. НПКГ «Арника», 2024 г. (фото А. А. Леншина)
Fig. 1. The program's participants at a practical workshop. Arnika Holding Ltd., 2024 (photo by A. A. Lenshin)



Рис. 2. Обучающиеся программы на практических занятиях. Дальневосточная опытная станция – филиал ВИР, 2024 г. (фото А. А. Леншина)
Fig. 2. The program's participants at a practical workshop. Far East Experiment Station – branch of VIR, 2024 (photo by A. A. Lenshin)



Рис. 3. Обучающиеся программы на практических занятиях. В световой комнате ПИШ ДВФУ, гидропонные установки, 2024 г. (фото А. А. Леншина)

Fig. 3. The program's participants at a practical workshop. In the light room of the Advanced Engineering School, Far Eastern Federal University, hydroponic units, 2024 (photo by A. A. Lenshin)

кого развития Российской Федерации (Decree of the President..., 2024a), критическим технологиям № 9 «Технологии получения устойчивых к изменениям природной среды новых сортов и гибридов растений» и № 21 «Технологии сохранения биологического разнообразия и борьбы с чужеродными (инвазивными) видами животных, растений и микроорганизмов», а также сквозной технологии № 28 «Биотехнологии в отраслях экономики» (Decree of the President..., 2024b). Также программа важна для реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации с учетом Указа Президента Российской Федерации «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» (Decree of the President..., 2020b).

References / Литература

- Aslanova A.A., Kurina A.B. Induction of embryogenesis in *Brassica rapa* L. isolated microspore culture. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(3):14-24. [in Russian] (Асланова А.А., Курина А.Б. Индукция эмбриогенеза в культуре изолированных микроспор *Brassica rapa* L. *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(3):14-24). DOI: [10.30901/2658-6266-2023-3-01](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2023-3-01)
- Berensen F.A. A study of genetic diversity of *Brassica rapa* L. accessions from the VIR collection by analyzing DNA polymorphism in microsatellite loci. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2024;7(2):53-66. [in Russian] (Беренсен Ф.А. Изучение генетического разнообразия образцов *Brassica rapa* L. коллекции ВИР на основе анализа полиморфизма ДНК в микросателлитных локусах. *Биотехнология и селекция растений*. 2024;7(2):53-66). DOI: [10.30901/2658-6266-2024-2-08](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2024-2-08)
- Decree of the President of the Russian Federation No. 145 dated February 28, 2024 On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation (O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii). *Official Internet Portal of the Legal Information*. 2024a. [in Russian]

(O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii: Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 28.02.2024 № 145. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2024a). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003> [дата обращения: 01.03.2025].

Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated January 21, 2020: On approving the Food Security Doctrine of the Russian Federation (Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii). *Official Internet Portal of the Legal Information*. 2020a. [in Russian] (Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2020a). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021> [дата обращения: 01.03.2025].

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] (Указ Президента Российской Федерации от 08.02.2022 № 44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений». *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2022). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080014> [дата обращения: 01.03.2025].

Decree of the President of the Russian Federation No. 529 dated June 18, 2024: On approval of priority areas of scientific and technological development and a list of the most important science-intensive technologies (Ob utverzhdenii prioritnykh napravleniy nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya i perechnya vazhneyshikh naukoymkikh tekhnologiy). *Official Internet Portal of the Legal Information*. 2024b. [in Russian] (Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий: Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2024b). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202406180018> [дата обращения: 01.03.2025].

Decree of the President of the Russian Federation No. 645 dated October 26, 2020: On the Strategy for Developing the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security until 2035 (O Strategii razvitiya Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii i obespecheniya natsionalnoy bezopasnosti na

- period do 2035 goda). *Official Internet Portal of the Legal Information*. 2020b. [in Russian] (О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2020b). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202010260033> [дата обращения: 01.03.2025].
- Directive of the Government of the Russian Federation No. 2496-p dated September 16, 2023: On approving the Development Program for the National Center for Plant Genetic Resources for 2023–2030 (Ob utverzhdenii Programmy razvitiya Natsionalnogo tsentra geneticheskikh resursov rasteniy na 2023–2030 gody). *Official Internet Portal of the Legal Information*. 2023. [in Russian] (Об утверждении Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 годы: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 16.09.2023 № 2496-р. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2023). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202309190026> [дата обращения: 01.03.2025].
- Erastenkova M.V., Tikhonova N.G., Ukhatoeva Yu.V. Studies of the molecular mechanisms of grape (*Vitis vinifera* L.) resistance to low-temperature stress. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(4):48–60. [in Russian] (Ерастенкова М.В., Тихонова Н.Г., Ухатова Ю.В. Изучение молекулярных механизмов устойчивости винограда (*Vitis vinifera* L.) к низкотемпературному стрессу. *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(4):48–60). DOI: [10.30901/2658-6266-2023-4-07](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2023-4-07)
- 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: [10.30901/2658-6266-2022-4-05](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2022-4-05)
- 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)
- Kovalenko T.V., Tikhonova N.G., Khlestkina E.K., Ukhatoeva Yu.V. *In vitro* regeneration of grape. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2022;5(4):39–54. [in Russian] (Коваленко Т.В., Тихонова Н.Г., Хлесткина Е.К., Ухатова Ю.В. Регенерация винограда в культуре *in vitro*. *Биотехнология и селекция растений*. 2022;5(4):39–54). DOI: [10.30901/2658-6266-2022-4-01](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2022-4-01)
- Krylova E.A., Burlyayeva M.O., Tvorogova V.E., Khlestkina E.K. Contrast relative humidity response of diverse cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes: Deep study using RNAseq approach. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024a;25(20):11056. DOI: [10.3390/ijms252011056](https://doi.org/10.3390/ijms252011056)
- Krylova E.A., Chunikhina O.A., Boyko A.P., Miroshnichenko E.V., Khlestkina E.K., Burlyayeva M.O. Variability of morphological and phenological traits in *Vigna unguiculata* (L.) Walp. accessions contrasting by growth type in different ecological and geographical conditions. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2024b;7(2):16–30. [in Russian] (Крылова Е.А., Чунихина О.А., Бойко А.П., Мирошник Е.В., Хлесткина Е.К., Бурляева М.О. Изменчивость морфологических и фенологических признаков среди контрастных по типу роста образцов *Vigna unguiculata* (L.) Walp. в разных эколого-географических условиях. *Биотехнология и селекция растений*. 2024b;7(2):16–30). DOI: [10.30901/2658-6266-2024-2-07](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2024-2-07)
- Krylova E.A., Khlestkina E.K., Burlyayeva M.O. Influence of air humidity on variability of morphological features of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. in artificial conditions. *Ecological genetics*. 2022;20(3):215–229. [in Russian] (Крылова Е.А., Хлесткина Е.К., Бурляева М.О. Влияние влажности воздуха на изменчивость морфологических признаков *Vigna unguiculata* (L.) Walp. в искусственных условиях. *Экологическая генетика*. 2022;20(3):215–229. DOI: [10.17816/ecogen108877](https://doi.org/10.17816/ecogen108877)
- Krylova E.A., Mikhailova A.S., Zinchenko Y.N., Perchuk I.N., Razgonova M.P., Khlestkina E.K. et al. The content of anthocyanins in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seeds and contribution of the MYB gene cluster to their coloration pattern. *Plants (Basel)*. 2023;12(20):3624. DOI: [10.3390/plants12203624](https://doi.org/10.3390/plants12203624)
- Kurina A.B., Artemyeva A.M. Possibilities of biotechnological methods in breeding of vegetable crops at the VIR Laboratory of Breeding and Cell Technologies. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2022;5(4):55–64. [in Russian] (Курина А.Б., Артемьева А.М. Возможности использования биотехнологических методов в селекции овощных культур в лаборатории селекции и клеточных технологий ВИР. *Биотехнология и селекция растений*. 2022;5(4):55–64). DOI: [10.30901/2658-6266-2022-4-02](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2022-4-02)
- Popov V.S., Shelenga T.V., Blinova E.V., Khoreva V.I. Application of NIR spectroscopy to determine the basic biochemical parameters of black oat grain quality. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2024;7(2):31–41. [in Russian] (Попов В.С., Шеленга Т.В., Блинова Е.В., Хорева В.И. Применение БИК-спектроскопии для определения основных биохимических показателей качества овса пшеничного. *Биотехнология и селекция растений*. 2024;7(2):31–41). DOI: [10.30901/2658-6266-2024-2-01](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2024-2-01)
- Rakhmangulov R.S., Barabanov I.V., Ivanov A.A. Cold resistance genes of fruit crops. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(4):82–92. [in Russian] (Рахмангулов Р.С., Барабанов И.В., Иванов А.А. Гены холодоустойчивости плодовых культур. *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(4):82–92). DOI: [10.30901/2658-6266-2023-4-09](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2023-4-09)
- Razgonova M.P., Boiko A.P., Zinchenko Yu., Tikhonova N.G., Sabitov A.Sh., Zakharenko A.M. et al. *Actinidia deliciosa*: a high-resolution mass spectrometric approach for the comprehensive characterization of bioactive compounds. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2023a;47(2):155–169. DOI: [10.55730/1300-011X.3074](https://doi.org/10.55730/1300-011X.3074)
- Razgonova M.P., Cherevach E.I., Zinchenko Yu.N., Golokhvast K.S. Study of soybean varieties *Glycine max* (L.) Merr. and identification of metabolites by tandem mass spectrometry. *The Bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management*. 2023b;3(104):121–132. [in Russian] (Разгонова М.П., Черевач Е.И., Зинченко Ю.Н., Голохваст К.С. Исследование сортообразцов сои *Glycine max* (L.) Merr. и идентификация метаболитов методом тандемной масс-спектрометрии. *Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление*. 2023b;4(104):121–132). DOI: [10.24866/2311-2271/2022-4/121-132](https://doi.org/10.24866/2311-2271/2022-4/121-132)
- Razgonova M.P., Petruscha E.N., Rusakova E.A., Golokhvast K.S. The determination of secondary metabolites of Kamchatka honeysuckle *Lonicera caerulea* var. *kamtschatika* Sevest. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2023c;70(7):177. DOI: [10.1134/S1021443723603063](https://doi.org/10.1134/S1021443723603063)
- Razgonova M.P., Sabitov A.S., Senotrusova T.A., Lee N.G., Vitomskova E.A., Golokhvast K.S. *Ribes fragrans* Pall.: Supercritical CO₂-extraction and complete plant metabolome. *Botanica Pacifica*. 2024a;13(2):61–72. DOI: [10.17581/bp.2024.13209](https://doi.org/10.17581/bp.2024.13209)
- Razgonova M.P., Zinchenko Y.N., Kirilenko N.S., Chunikhina O.A., Fateev D.A., Golokhvast K.S. *Solanum lycopersicum* L.: A high-resolution mass spectrometric approach for the comprehensive characterization of phenolic and glycoalkaloid compounds. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2024b;71(6):203. DOI: [10.1134/S1021443724606396](https://doi.org/10.1134/S1021443724606396)
- 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)
- Rybakov D.A., Kim I.V., Ivashchenko A.D., Sherstyukova T.P., Antonova O. Yu., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred by the Kamchatka Research Institute of Agriculture and the Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2024;7(4):31–55. [in Russian] (Рыбаков Д.А., Ким И.В., Иващенко А.Д., Шерстюкова Т.П., Антонова О. Ю., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта картофеля селекции Камчатского научно-исследовательского института сельского хозяйства и федерального научного центра аграрной биотехнологии Дальнего Востока имени А.К. Чаика. *Биотехнология и селекция растений*. 2024;7(4):31–55. [in Russian] (Рыбаков Д.А., Ким И.В., Иващенко А.Д., Шерстюкова Т.П., Антонова О. Ю., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта картофеля селекции Камчатского научно-исследовательского института сельского хозяйства и федерального научного центра аграрной биотехнологии Дальнего Востока имени А.К. Чаика. *Биотехнология и селекция растений*. 2024;7(4):31–55. [in Russian]

Шерстюкова Т.П., Антонова О.Ю., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля селекции Камчатского НИИСХ и ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. *Биотехнология и селекция растений*. 2024;7(4):31-55. DOI: [10.30901/2658-6266-2024-4-o3](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2024-4-o3)

Seferova I.V., Filipenko G.I., Zabegayeva O.N., Boyko A.P., Nekrasov A.Yu., Novikova L.Yu. Germination of soybean seeds after low-temperature storage and its dependence on weather and climate conditions in the places of reproduction of accessions. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2024;7(3):42-52. [in Russian] (Сеферова И.В., Филипенко Г.И., Забегаева О.Н., Бойко А.П., Некрасов А.Ю., Новикова Л.Ю. Всхожесть семян сои после низкотемпературного хранения и ее зависимость от погодно-

климатических условий в местах репродукции образцов. *Биотехнология и селекция растений*. 2024;7(3):42-52). DOI: [10.30901/2658-6266-2024-3-o6](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2024-3-o6)

Ulyanov A.V., Kutsev D.S., Vasipov V.V., Mamadova Kh.R., Khakulova M.Yu., Israfilova S.F. et al. Creation of doubled haploid lines of maize *Zea mays* L. by resynthesis from a tetraploid population. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(1):19-31. [in Russian] (Ульянов А.В., Куцев Д.С., Васипов В.В., Мамадова Х.Р., Хакулова Ю.Х., Исрафилова С.Ф. и др. Создание дигамплоидных линий кукурузы *Zea mays* L. методом ресинтеза из тетраплоидной популяции. *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(1):19-31). DOI: [10.30901/2658-6266-2023-1-o2](https://doi.org/10.30901/2658-6266-2023-1-o2)

Информация об авторах

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

Майя Петровна Разгонова, кандидат технических наук, директор филиала, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), Дальневосточная опытная станция – филиал ВИР, 690025 Россия, Владивосток, ул. Вавилова, 9, m.razgonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9732-1649>

Екатерина Александровна Крылова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, e.krylova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4917-6862>

Анастасия Борисовна Курина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, nastya_n11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3197-4751>

Александр Анатольевич Леншин, заведующий аспирантурой, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. 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, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. 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, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, y.ukhatova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>

Mayya P. Razgonova, Cand. Sci. (Engineering), Branch Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Far East Experiment Station – branch of VIR, 9 Vavilova St., Vladivostok 690025, Russia, m.razgonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9732-1649>

Ekaterina A. Krylova, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, e.krylova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4917-6862>

Anastasia B. Kurina, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Head of a Laboratory, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, nastya_n11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3197-4751>

Aleksandr A. Lenshin, Head of the Postgraduate School, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 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 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>

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 02.03.2025; одобрена после рецензирования 13.03.2025; принята к публикации 21.03.2025.

The article was submitted on 02.03.2025; approved after reviewing on 13.03.2025; accepted for publication on 21.03.2025.