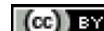


Обзорная статья

УДК 575.1:575.2:633

DOI: 10.30901/2658-6266-2025-2-05



Генетические паспорта: наука – экономике

Е. К. Хлесткина^{1,2,3}, Т. А. Гавриленко¹, И. Г. Чухина¹, М. А. Гехт⁴, О. Ю. Антонова¹, Ю. В. Ухатова^{1,3}

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

² Вавиловское общество генетиков и селекционеров, Новосибирск, Россия

³ Научно-технологический университет «Сириус», Центр генетики и наук о жизни, Краснодарский край, Россия

⁴ООО «Русид», Краснодар, Россия

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

В настоящих сложных условиях резкого изменения климата, санкционной политики и задач по достижению технологического лидерства Российской Федерации возрастают актуальность расширения и сохранения генетического разнообразия сельскохозяйственных растений, повышения эффективности идентификации и документирования сортов и гибридов. В статье рассматриваются все этапы становления сортовой идентификации. Отдельное внимание уделено регулированию связанных с этим вопросов на международном и национальном уровнях, усовершенствованию понятийного аппарата. Отмечено, что важные заделы для развития технологий идентификации сортов создаются в ходе исследований, запланированных в рамках деятельности Национальных центров генетических ресурсов растений. Развитие современных технологий генетической паспортизации и перспективы сборки пангеномов растений позволяют перейти от сортовой идентификации «4.0» к реализации версии «5.0». В статье рассматриваются последние изменения на рынке АПК как фактор, повлиявший на внимание к генетическим паспортам. Отмечено, что разработка подходящих арбитражных методов паспортизации – это большая совместная работа как ведущих центров компетенций в биологии и селекции растений, так и заинтересованного бизнеса, желающего получать качественный посадочный материал. Применение таких методов позволит создать крепкий фундамент по недопущению незаконного присвоения интеллектуальной собственности, а также способно оказать положительное влияние на развитие смежных отраслей.

Ключевые слова: белковые маркеры, генетический паспорт, гибриды растений, ДНК-маркеры, интеллектуальная собственность, селекция, сорта растений, сортовая идентификация

Благодарности: Работа выполнена 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: Хлесткина Е.К., Гавриленко Т.А., Чухина И.Г., Гехт М.А., Антонова О.Ю., Ухатова Ю.В. Генетические паспорта: наука – экономике. *Биотехнология и селекция растений*. 2025;8(2):63-79. DOI: 10.30901/2658-6266-2025-2-05

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.

© Хлесткина Е.К., Гавриленко Т.А., Чухина И.Г., Гехт М.А., Антонова О.Ю., Ухатова Ю.В., 2025

Review article

DOI: 10.30901/2658-6266-2025-2-05

Genetic Passports: Science for the Economy

Elena K. Khlestkina^{1,2,3}, Tatiana A. Gavrilenko¹, Irena G. Chukhina¹, Mark A. Gekht⁴, Olga Yu. Antonova¹, Yulia V. Ukhatova^{1,3}

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

²Vavilov Society of Geneticists and Breeders, Novosibirsk, Russia

³Sirius University of Science and Technology, Research Center of Genetics and Life Sciences, Krasnodar Region, Russia

⁴LLC «Rusid», Krasnodar, Russia

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

In the current difficult conditions of abrupt climate change, sanctions policies, and the challenge of achieving technological leadership by the Russian Federation, the importance of expanding and preserving the genetic diversity of agricultural plants and improving the efficiency of identifying and documenting varieties and hybrids is increasing. The article considers all stages of the development of cultivar identification. Particular attention is paid to the regulation of related issues at the international and national levels, as well as to the improvement of the conceptual apparatus. A note is made that important groundwork for the development of cultivar identification technologies is being created in the course of research planned within the framework of the activities of National Centers for Plant Genetic Resources. The development of modern technologies for genetic certification and the prospects for assembling plant pangenomes make it possible to advance from cultivar identification "4.0" to the implementation of the version "5.0". The article reviews recent changes in the market of the agro-industrial complex as a factor influencing attention to genetic passports. It was noted that the development of suitable arbitration methods for certification is a major joint effort of both leading centers of excellence in plant biology and plant breeding, and business stakeholders wish to obtain high-quality planting material. The use of such methods will create a solid foundation for preventing the illegal appropriation of intellectual property and can also have a positive impact on the development of related sectors.

Keywords: protein markers, genetic passport, plant hybrids, DNA markers, intellectual property, breeding, plant cultivars, cultivar identification

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the implementation of the Program of Development of the National Center for Plant Genetic Resources under the Agreement No. 075-02-2025-1584 with the Ministry of Education and Science of Russia dated February 26, 2025.

For citation: Khlestkina E.K., Gavrilenko T.A., Chukhina I.G., Gekht M.A., Antonova O.Yu., Ukhatova Yu.V. Genetic Passports: Science for the Economy. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2025;8(2):63-79. (In Russ.). DOI: 10.30901/2658-6266-2025-2-05

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 employers.

© Khlestkina E.K., Gavrilenko T.A., Chukhina I.G., Gekht M.A., Antonova O.Yu., Ukhatova Yu.V., 2025

Введение

Усиливающиеся тенденции изменения климата и его резкие непредсказуемые колебания требуют во избежание необратимой утраты части растительного агробиоразнообразия надежного сохранения ценных генетических ресурсов растений в условиях *in situ* и *ex situ*. В связи с этим профильные учреждения, занимающиеся созданием, формированием, сохранением, развитием, изучением и использованием биологических (биоресурсных) коллекций, среди прочих задач, все больше усилий отдают развитию методов идентификации образцов (Lyzhin et al., 2019; Gavrilenko, Chukhina, 2020; Pomortsev et al., 2021; Ulyanovskaya et al., 2023; Suprun, 2024; Gavrilenko et al. 2025a; 2025b). Для этого, помимо выполнения требований к обязательным паспортным данным образца¹, особое внимание уделяется вопросам генетической идентификации.

С другой стороны, существующий сегодня конституционно-правовой режим биологических (биоресурсных) коллекций уже предполагает их развитие в условиях надежной защищенности (Federal Law, 2024; Kabyshev, 2025). Утвержденный недавно правовой статус биологических коллекций стимулирует развитие исследований по идентификации образцов для их более надежного сохранения. Этому уделяется внимание в Программах развития Национальных центров генетических ресурсов растений (On approving the Program, 2023).

Одновременно, в статье 17 Федерального закона от 30.11.2024 №428-ФЗ "О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона "О животном мире" (Federal Law, 2024) предусмотрено взаимодействие между биологическими коллекциями и субъектами, создающими селекционные достижения: «...до получения патента на изобретение или селекционное достижение осуществляется обязательное депонирование полученного биологического образца в национальном центре генетических ресурсов, определяемом Правительством Российской Федерации. Указанный биологический образец включается в национальную коллекцию особо ценных образцов генетических ресурсов...».

¹ Паспортные данные образца коллекции генетических ресурсов растений которые включают номер учреждения-держателя образца, номер учреждения-донора образца, страну/район происхождения, таксономическую принадлежность, название, дату включения в коллекцию, место сбора и его характеристику, 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. Привязанное к этому понятие «паспортизованный» заложено в определение «образец биологической (биоресурсной) коллекции – биологический образец, паспортизованный и поставленный на учет в биологической (биоресурсной) коллекции» (пп 17 статьи 2 Федерального закона 428-ФЗ от 30.11.2024 (Federal Law, 2024).

² Образцы коллекций – это модели для сравнительных генетических, геномных и иных исследований, а также исходный материал для создания будущих селекционных достижений. Все новые селекционные достижения так или иначе базируются на комбинировании генетического материала ранее созданных селекционных достижений. Успешность этого процесса обусловлена традициями доступа к предшествующим селекционным достижениям, который в настоящее время урегулирован законодательно как на национальном (пп 1-12 статьи 17 Федерального закона от 30.11.2024 № 428-ФЗ (Federal Law, 2024), так и на международном уровне (FAO, 2009)

³ Биологические (биоресурсные) коллекции Российской Федерации выступают одним из наиболее значимых элементов общенародного достояния, что является доминантной, системообразующей идеей в конституционной методологии построения их правового регулирования, в котором должен обеспечиваться безусловный приоритет публичных интересов (Kabyshev, 2025).

Фиксация в национальной коллекции физических носителей генетической информации каждого нового отечественного сорта/ гибрида растений имеет три важнейших следствия:

1) обеспечивается сохранение физического носителя отечественного селекционного достижения как части национальной коллекции, формирование и сохранение которой имеют научные², социокультурные и природоохранные аспекты;

2) обеспечивается основа для защиты интеллектуальных прав селекционера;

3) формируется часть системного подхода для гарантированного сохранения сортовой чистоты и генетической целостности семенного материала селекционного достижения, а это напрямую связано с качеством производимой продукции.

Таким образом, Федеральный закон от 30.11.2024 №428-ФЗ "О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона "О животном мире", защищая приоритетным образом публичные интересы³, вместе с тем имеет стратегическое значение и для экономики.

Для включения в коллекцию селекционное достижение должно быть паспортизовано (важно не путать паспортизацию биологического образца при включении в коллекцию¹ с генетической паспортизацией). Генетическая же паспортизация селекционных достижений предусмотрена другим федеральным законом – «О семеноводстве» (Federal Law, 2021).

Генетическая паспортизация и сортовая идентификация необходимы не только для защиты интеллектуальных прав селекционеров, но и для контроля за качеством семенного материала, используемого в товарном производстве, что имеет своей целью оздоровление и повышение эффективности процессов в реальном секторе экономики и одновременно развитие отечественной селекции.

Каков будет в конечном счете генетический паспорт? Ответ на этот вопрос рождается в процессе взаимодействия науки, власти и бизнеса. Диалог ведется длительное время – срок начала внедрения системы генетических паспортов, предусмотренного федеральным законом

«О семеноводстве» откладывается (Order, 2025). За это время кардинальные изменения на рынке АПК породили неподдельный интерес к проблеме генетической паспортизации сортов и гибридов со стороны участников реального сектора экономики. Возможно, именно заинтересованность со стороны агробизнеса и сможет стать еще одним драйвером для успешного развития и внедрения в практику генетической паспортизации сортов и гибридов.

Изменения на рынке как драйвер внимания к генетическим паспортам

С момента перехода российской экономики на рыночные рельсы большинство участников рынка, исходя из господствующей в те времена идеи встраивания в глобальную экономику, начали стремительно внедрять иностранные технологии и средства производства. Отрасль сельского хозяйства, а также связанные с ней селекция и генетика, не стали исключением.

Как итог, по состоянию на конец 2020 года, доля семян российской селекции в случае таких культур, как подсолнечник, кукуруза, рапс, картофель, сахарная свекла и ряда других особо важных культур, существенно отставала от закрепленного в доктрине продовольственной безопасности индикатора в 75%⁴. Так, на иностранную продукцию приходилось порядка 80% доли рынка семян подсолнечника и 55% рынка семян кукурузы, а на рынке семян сахарной свеклы этот показатель достигал почти 99%⁵.

Начиная с 2022 года, в связи с существенным обострением геополитической обстановки, а также с уходом ряда ведущих иностранных производителей семян, стало очевидным, что вопрос обеспечения отрасли растениеводства отечественным семенным материалом стоит отнести к одним из наиболее важных направлений инвестиций не только государства, но и частных предприятий. По данным на 2025 год, спустя три года доля семян российской селекции на рынке подсолнечника и кукурузы превысила 50%⁶. Подобный скачок доли семян российской селекции стал возможен благодаря сочетанию нескольких факторов. Во-первых, существенную роль сыграло появление ряда нормативных правовых актов, таких как правила локализации производства семян (On approving the Rules, 2023), а также внесение изменений в действующий закон о семеноводстве. Более того, правительство ввело квоты на ввоз семян из недружественных стран (Order, 2023), что позволило российским селекционно-семеноводчес-

ским компаниям получить доступ к внутреннему потребителю.

В результате, на рынке появилось огромное количество российских производителей, существенно вырос спрос на селекционный материал из государственных учреждений. Таким образом, рынок вступил в следующую фазу собственного развития, намного более капиталоемкую и требовательную к менеджменту, а именно в фазу инвестирования в научные разработки. Но там, где появляются инвестиции в науку, появляется потребность в защите интеллектуальных прав на результаты подобных работ, что подталкивает к необходимости разработки механизмов определения принадлежности селекционных достижений к тому или иному оригиналатору.

Сегодня рынок семян подсолнечника оценивается в 45 млрд руб., что позволяет, согласно данным участников рынка, направлять порядка 6-10% выручки на научные разработки. Таким образом, только на рынке подсолнечника объем ежегодных инвестиций может составлять от 2,7 до 4,5 млрд рублей (экспертная оценка Аналитического центра ООО «Русид» на основе статистических данных по посевным площадям и средних цен на посевную единицу). Естественно, особенно актуальным становится вопрос защиты интеллектуальных прав. Об особом внимании к этому вопросу и необходимости создания крепкого фундамента по недопущению кражи или незаконного присвоения интеллектуальной собственности говорит включение круглого стола «Защита интеллектуальной собственности селекционеров как залог привлечения инвестиций в сельское хозяйство» в повестку предстоящего Всероссийского форума по селекции и семеноводству «Русское поле – 2025» («Russian Field», 2025).

Понятийный аппарат в сфере сортовой идентификации

Современные подходы генетической идентификации сортов, гибридов или других образцов генетических ресурсов растений базируются на применении различных методов анализа полиморфизма ДНК (Khlestkina, 2011). До появления ДНК-маркеров этой цели служили белковые (биохимические) маркеры (Konarev et al., 2000) и морфологические признаки, которые при установленном генетическом контроле и стабильном наследовании, могли быть использованы в качестве «классических» генетических маркеров, из которых многие и применяются при проведении испытаний селекционного достоинства отличимость, однородность и стабиль-

⁴ Показатели по семенам были внесены в Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации (On Approving the Food Security Doctrine, 2020)

⁵ Ежегодно в Российской Федерации высевается около 10 млн тонн семян сельскохозяйственных растений, из них 54,5% – семена иностранной селекции кукурузы; сахарной свеклы – 98,5%. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2020 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (Order of the Government, 2021); справочно: в 2021 году показатель по сахарной свекле составил 96,6%, в 2022 – 97,2%, в 2023 – 97,2%.

⁶ Оценка. По оперативным данным ФГИС Семеноводство: доля семян российской селекции на рынке подсолнечника увеличилась до 53%.

ность (Decision of the EEC Board, 2022) по дескрипторам, утвержденным Международным союзом по охране новых сортов растений (Union Internationale pour la protection des obtentions végétales, UPOV, 1994).

Таким образом, когда мы говорим о генетических маркерах, в том числе в контексте применения маркеров для генетической паспортизации, то подразумеваем три поколения таких маркеров (Khlestkina, 2013):

- морфологические маркеры (классические генетические маркеры) – это генетические маркеры, анализируемые на уровне фенотипа растения по стабильно наследуемым (независимо от условий окружающей среды) признакам (то есть классический генетический маркер соответствует гену, аллели которого имеют четко выраженные отличия на уровне фенотипа);

- биохимические (белковые) маркеры – это генетические маркеры, анализируемые на уровне белковых спектров, компоненты которых стабильно наследуются независимо от условий окружающей среды (то есть белковый маркер соответствует гену, аллели которого имеют отличия (разную молекулярную массу) на уровне белкового продукта);

ДНК-маркеры (молекулярные маркеры) – генетические маркеры, анализируемые на уровне ДНК (то есть молекулярный маркер соответствует гену или некодирующему участку генома, разные варианты (аллели) которого отличаются на уровне ДНК).

Генетическую идентификацию селекционных достижений связывают с понятиями «генетический паспорт <сорта, гибрида>», «генетическая паспортизация <сорта, гибрида>».

Понятие «генетический паспорт» в отношении разных объектов от селекционных достижений до индивидуумов (в том числе, человека) – документ, отражающий индивидуальные генетические особенности организма (либо сорта/гибрида/породы/штамма), которые позволяют отличить его генотип от генотипа других организмов (сортов/гибридов/пород/штаммов) конкретного вида (Khlestkina et al., 2022). Это широкое понятие отражает целеполагание создания генетических паспортов и при этом не зависит от применяемых методов исследования, то есть является своего рода «вечным», независимо от того, какие типы генетических маркеров применяются и какие еще могут быть изобретены в будущем. В таблице 1 приведено сравнение двух определений генетического паспорта: для селекционных достижений, исходя из этого общепринятого понимания, и определения, приведенного в законе «О семеноводстве» (Federal Law, 2021). Законодательное определение «генетического паспорта» увязано лишь с одним из возможных методических подходов, а значит актуальность его утрачивается с развитием новых методов генетического маркирования, чему будет посвящен следующий раздел данной статьи, а с другой стороны, такое определение нерационально вычеркивает до сих пор актуальные подходы генетического маркирования, не связанные с анализом ДНК. С другой стороны, оно не

отражает однозначно суть генетического паспорта, что порождает множественное толкование: под это определение подойдут основанные на результатах анализа ДНК документы, представляющие собой и акт проверки сортовой идентичности партии семян, и акт проверки на наличие в образце семян сельскохозяйственного растения генно-инженерно-модифицированных организмов.

Несовершенство понятийного аппарата в законодательном акте может стать существенным фактором, сдерживающим развитие области, связанной с разработкой и внедрением генетических паспортов селекционных достижений. В таблице 1 предлагается универсальный альтернативный вариант существующему.

Немаловажным является и определение того физического носителя, который используется для генетической паспортизации. Из п.11 статьи 20 закона «О семеноводстве» (Federal Law, 2021) «...учреждение ... ведет единую базу генетических паспортов стандартных образцов семян сортов и гибридов сельскохозяйственных растений и формирует банк стандартных образцов семян сортов и гибридов сельскохозяйственных растений...» следует, что для паспортизации используют стандартный образец семян сорта или гибрида. Само это определение в понятийном аппарате не расшифровано, однако определено понятие «банк стандартных образцов семян сельскохозяйственных растений» (см. табл. 1).

Анализ использования понятия «Стандартный образец семян сорта или гибрида» в статье 20 закона «О семеноводстве» (Federal Law, 2021) указывает на то, что под ним понимается образец семян из предоставленной оригиналатором партии семян сорта или гибрида при подаче заявки для включения его в государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, отобранный в количестве, достаточном для проверки на предмет наличия генно-инженерно-модифицированных организмов и для генетической паспортизации. Вместе с тем, анализ понятия «банк стандартных образцов семян сельскохозяйственных растений» (Federal Law, 2021) указывает на то, что после проведенных лабораторных анализов должна оставаться часть семян стандартного образца, включенного в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, далее – Госреестр, которая будет храниться в банке стандартных образцов семян, вероятно, в качестве арбитражной пробы для депонирования в национальном центре генетических ресурсов. Также п. 13 статьи 17 федерального закона 428-ФЗ от 30.11.2024 (Federal Law, 2024) предписывает депонировать образец селекционного достижения в национальном центре генетических ресурсов. Логично, чтобы источником и этого физического носителя была та же самая партия семян сорта или гибрида, что подается при заявке на включение селекционного достижения в Госреестр. Исходя из вышеизложенного, предлагаем ввести понятие «Стандартный образец семян сорта или гибрида» в формулировке, приведенной в таблице 1 (см. табл. 1).

При этом определение «банк стандартных образцов семян сельскохозяйственных растений» в текущей редакции закона «О семеноводстве» связывается с понятием «генетическая коллекция», которое в свою очередь не расшифровывается. Вместе с тем, с принятием в 2024 году федерального закона от 30.11.2024 №428-ФЗ "О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона "О животном мире" биологические коллекции имеют четкое определение, знакомство с которым⁷ указывает на то, что называть банк стандартных образцов семян сельскохозяйственных растений коллекцией некорректно. Предлагается редакция данного понятия (см. табл. 1) без упоминания слова «коллекция».

Определившись с тем, что такое генетическая паспортизация, к какому физическому носителю она применяется, а именно к стандартному образцу семян сорта или гибрида, и что собой представляет этот стандартный образец, теперь обратимся к вопросу: с чем необходимо сравнивать стандартный образец семян заявленного нового селекционного достижения при проведении генетической паспортизации. При проведении испытаний на отличимость, однородность и стабильность используют сорта-эталоны⁸. При генотипировании для создания генетического паспорта нового селекционного достижения технически также нужны «эталонные сорта» для анализа. Отметим только, что в связке со словом «сорт» не только термин «эталонный», но и слова «контрольный» и «стандартный», уже используются в определении другого понятия: «сорт-стандарт» или «стандартный (контрольный) сорт», формулировки которого несколько разнятся в национальных документах⁹ и в документах ЕАЭС¹⁰, но в целом одинаково отражают суть сорта-стандарта, применяемого для сравнения в испытании новых селекционных достижений по хозяйственно полезным признакам. Таким образом, развитие подходов, связанных с сортовой идентификацией, неизбежно вызывает потребность в расширении понятийного аппарата, однако перечень удобных словосочетаний с использованием слов «стандартный», «эталонный», «контрольный», уже исчерпывается.

В завершение обсуждения основных аспектов понятийного аппарата в сфере сортовой идентификации предлагаем уделить внимание понятию «Номенклатурный стандарт сорта». Для этого обратимся к международному кодексу номенклатуры культурных растений

(далее – МКНКР). МКНКР опубликован на английском языке (International Code, 2016) и переведен на русский язык (Chukhina et al., 2021; International Code..., 2021a; 2021b; 2021c; 2021d; 2022). Должным образом оформленный номенклатурный стандарт хранится в международно-признанном научном гербарии (Chukhina et al., 2024). Идея создания генетического паспорта с использованием препарата ДНК, выделенного из образца – номенклатурного стандарта сорта, впервые была предложена сотрудниками ВИР (Gavrilenko, Chukhina, 2020); актуальная информация о ее реализации приведена в этом выпуске (Gavrilenko et al., 2025b). Данный подход имеет ряд преимуществ. Информация, хранящаяся в виде гербарного образца, не устаревает со временем. Ее невозможно подделать. По сути, номенклатурный стандарт – это физический носитель генетической информации селекционного достижения с высокой степенью защиты. Он имеет потенциал применения в качестве арбитражной пробы для защиты прав селекционера, причем на международном уровне.

Этапы развития сортовой идентификации

Сортовая идентификация ведет свое начало с конца XIX века. Методическая база для решения этой задачи стремительно развивается. Сегодня мы имеем дело с методическими подходами пятого поколения (табл. 2). Главная задача селекционера – защитить свое интеллектуальное достижение, соблюдая разумный подход экономии средств, затрачиваемых на анализ. Как разобраться в огромном изобилии подходов и выбрать оптимальный вариант генетической паспортизации? Есть ли отличия в подходах к паспортизации разных культур? Как выбрать наиболее точный и безошибочный метод? Не «разорит» ли он селекционеров?

На рисунке 1 схематично изображены критерии, которые следует учитывать при выборе методики для лабораторной сортовой идентификации. В условиях санкций к ним стоит добавить импортонезависимость по используемым приборам и реагентам. Но самым важным условием является безошибочность подхода. Приведем цитату из резолюции V Вавиловской международной конференции, собравшей к обсуждению более 300 специалистов отрасли: «Впервые проведенная генетическая паспортизация сорта/гибрида с целью установления его генетических

⁷ Биологическая (биоресурсная) коллекция – целенаправленно созданный научно систематизированный фонд паспортизованных биологических образцов естественного и (или) искусственного происхождения, обладающих общим набором специфических характеристик, сохраняемый в контролируемых условиях с соблюдением генетической чистоты, целостности и подлинности (auténtичности) материалов и используемый для научной, научно-технической и (или) образовательной деятельности (Federal Law, 2024)

⁸ Эталонный сорт (сорт-эталон) – сорт сельскохозяйственного растения, степень выраженности морфологических признаков которого берется за основу (эталон) при испытании сорта на отличимость, однородность и стабильность (Decision of the EEC Board, 2022)

⁹ Сорт-стандарт сельскохозяйственного растения – сорт сельскохозяйственного растения, определенный в качестве контрольного по показателям хозяйственно полезных признаков и (или) свойств в конкретных регионах допуска (световых зонах) (Federal Law, 2021)

¹⁰ Стандартный (контрольный) сорт – сорт, ранее включенный в национальный реестр, выделяющийся хозяйственными и биологическими свойствами, в сравнении с которым проводится оценка других сортов (Decision of the EEC Board, 2022)

Таблица 1. Понятийный аппарат в отношении ключевых терминов, связанных с сортовой идентификацией, по которым требуются уточнения

Table 1. Conceptual framework for key terms related to cultivar identification, which require clarification

Определение из закона «О семеноводстве» (при наличии)/ Definition from the Law "On Seed Production" (if any)	Определение, однозначно отражающее суть данного понятия/ A definition clearly reflecting the essence of this concept
Генетический паспорт – документ, созданный на основе молекулярно-генетического анализа семян сорта или гибрида сельскохозяйственного растения ¹¹	Генетический паспорт – документ, отражающий индивидуальные генетические особенности селекционного достижения, которые позволяют отличить его генотип от генотипа других селекционных достижений данной сельскохозяйственной культуры
Стандартный образец семян сорта или гибрида – НЕТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ	Стандартный образец семян сорта или гибрида – образец семян из предоставленной оригиналатором партии семян сорта или гибрида при подаче заявки для включения его в государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, отобранный в количестве, достаточном для проверки на предмет наличия генетически-модифицированных организмов ¹² , для генетической паспортизации ¹³ , для хранения арбитражной пробы ¹⁴ , для депонирования в национальном центре генетических ресурсов ¹⁵
Банк стандартных образцов семян сельскохозяйственных растений – генетическая коллекция сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, включенных в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию	Банк стандартных образцов семян сельскохозяйственных растений – стандартные образцы семян сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, включенных в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию

особенностей, которые позволяют отличить в дальнейшем его генотип от генотипа других сортов/гибридов данного вида, навсегда связывает наименование селекционного достижения с определенным генотипом. Любая ошибка в процессе генотипирования повлечет за собой в дальнейшем необратимые последствия вплоть до приостановки оборота семян сорта/гибрида. Поэтому высокая точность методического подхода при первичной генетической паспортизации селекционного достижения имеет огромное значение» (Khlestkina et al., 2022).

Хронология некоторых событий в развитии методов сортовой идентификации с акцентом на отечественный опыт приведена в таблице 2.

В 1894 году было создано Бюро по прикладной ботанике – будущий ВИР, в том числе с целью инвентаризо-

вать и описать, что растет на производственных полях Российской империи. Для описания сортов использовали ботаническую номенклатуру, привлекая к работе в Бюро специалистов из Императорского ботанического сада. Описание сопровождалось сбором физических носителей информации – образцов семян, колосьев, гербарных листов (Regel, 1915). Именно с этих сборов в начале XX века и стартовала работа по формированию двух крупнейший коллекций мирового значения, держателем которых сегодня является ВИР:

– коллекция мировых генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей (Коллекция ВИР) – одна из крупнейших в мире по ботаническому, генетическому, географическому и экологическому разнообразию входящих в нее образцов;

¹¹ Согласно закону «О семеноводстве» молекулярно-генетический анализ семян сельскохозяйственных растений – это анализ образца ДНК сорта или гибрида сельскохозяйственного растения (Federal Law, 2021)

¹² Следует из п.3 статьи 20 федерального закона 454-ФЗ от 30.12.2021 (Federal Law, 2021)

¹³ Следует из п.11 статьи 20 федерального закона 454-ФЗ от 30.12.2021 (Federal Law, 2021)

¹⁴ Арбитражная проба – физический носитель генетической информации о сорте/гибриде, оставляемый на длительное хранение на случай истребования для решения арбитражных споров

¹⁵ Следует из п.13 статьи 17 федерального закона 428-ФЗ от 30.11.2024 (Federal Law, 2024)

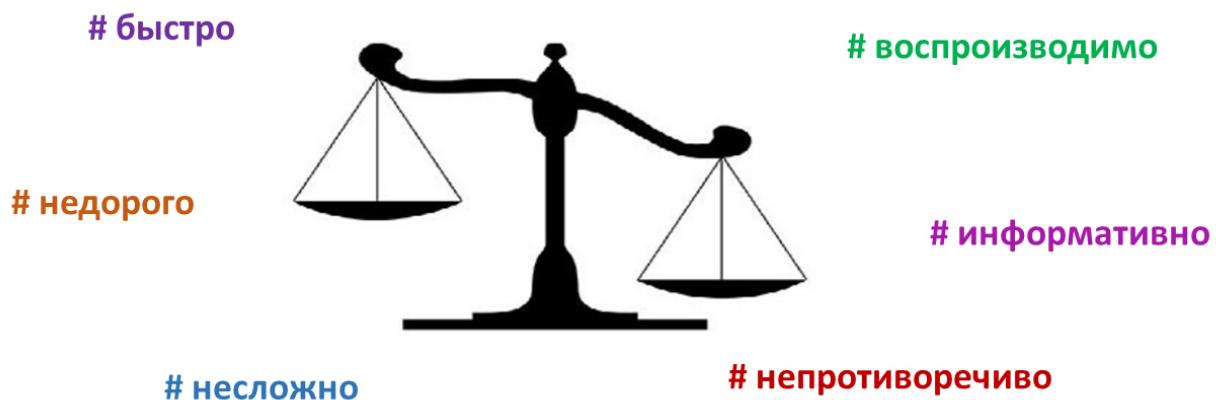


Рис. 1. Схематичное изображение критериев выбора методов лабораторной сортовой идентификации

Fig. 1. Schematic representation of criteria for selecting methods of laboratory cultivar identification

- гербарная коллекция «Гербарий культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени

Н.И. Вавилова» (Гербарий ВИР) – одна из крупнейших в мире, специализирующихся на возделываемых растениях, соответствующая статусу специализированного гербариевого института мирового значения.

Таблица 2. Хронология некоторых событий в развитии методов сортовой идентификации: акцент на отечественный опыт

Table 2. Chronology of some events in the development of cultivar identification methods: emphasis on domestic experience

Период/ Period	Достижения каких направлений биологии были приняты за основу/ Areas of biology achievements, which were taken as a basis	Год/ Year	Событие(ия)/ Event(s)	Значение, комментарии/ Essence, comments	Ссылка (и)/ Reference (s)
I	Ботаника	1894	Создание при Ученом комитете Министерства земледелия и государственных имуществ Российской империи Бюро по прикладной ботанике	Создание Бюро с привлечением специалистов из Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада положило начало систематической работе по изучению и оценке разнообразия сельскохозяйственных культур на территории нашей страны	The Agricultural Agency ..., 1914
		1906	Представленное заведующим Бюро Р.Э. Регелем на Всемирной выставке в Милане обширное собрание образцов ячменей в виде зерен и колосьев получило высшую награду выставки	Помимо описания разнообразия культур, Бюро положило начало сбору физических носителей – семян, колосьев. Также создавались гербарные образцы.	Regel, 1915

Период/ Period	Достижения каких направлений биологии были приняты за основу/ Areas of biology achievements, which were taken as a basis	Год/ Year	Событие(ия)/ Event(s)	Значение, комментарии/ Essence, comments	Ссылка (и)/ Reference (s)
I		1924	Создание Государственной сети испытания сельскохозяйственных культур. Методическое руководство сортоиспытанием со стороны ВИР.	Впервые разработана научно обоснованная система сортоиспытания (отметим, как звучала постановка одного из ключевых программных пунктов института, обозначенных Н.И. Вавиловым: «Сортовая перепись по всем культурам и организация планомерного государственного сортоиспытания...»)	Goncharov, 2009
		1930-1950	Издание руководств по апробации сортов всех основных культур	Создание методических основ и наработка базы данных о характеристиках сортов по стабильно наследуемым морфологическим признакам стало основой испытаний, которые сегодня известны как испытания на отличимость, однородность, стабильность	Руководства по апробации сельскохозяйственных культур/ Guides to testing agricultural crops (Guide, 1947; 1948; 1949a; 1949b; 1950; 1954; 1960; 1966)
II	Классическая генетика и ботаника	1961	Создан международный союз по охране новых сортов растений (UPOV). Стало возможным признание членами Союза новых селекционных достижений при условии их отличимости от существующих общеизвестных сортов, однородности и стабильности.	Создание международно-признанного перечня стабильно наследуемых морфологических признаков (дескрипторов) для разных культур, по сути, стало признанием на международном уровне подходов к сортовой идентификации при помощи генетических маркеров	UPOV, 1994
III	Биохимическая генетика и классическая генетика	1970	Первые работы о белковых маркерах пшеницы	Предложен принципиально новый тип генетических маркеров, подходящий для лабораторного анализа. Цикл работ (от разработки в научной лаборатории до внедрения нового метода сортового контроля) поставлен в кратчайшие сроки (Konarev et al., 1979b). За этот период и в последующие годы была накоплена обширная база данных о характеристиках сортов по стабильно наследуемым белковым спектрам. Предложены (Konarev et al., 2000; Pomortsev et al., 2004) и продолжают по сей день развиваться (например, Eggi et al., 2025) методики сортовой идентификации при помощи белковых маркеров для широкого спектра культур.	Konarev et al., 1970
		1972	Подана первая заявка на способ сортовой идентификации при помощи белковых маркеров		Konarev et al., 1976
		1975	О белковых маркерах доложено на заседании IBPGR ¹⁶		Персональное сообщение Конарева А.В./ Konarev A.V. personal communication
		1979	Опубликованы работы о белковых маркерах для сортовой идентификации ячменя		Konarev et al., 1979a
		1980	Разработанные в ВИР методы сортовой идентификации по белкам рекомендованы 19-м конгрессом ISTA ¹⁷		Konarev, 2002

¹⁶ International Board for Plant Genetic Resources – Международный совет по генетическим ресурсам растений

¹⁷ International Seed Testing Association (ISTA) – Международная ассоциация по тестированию семян

Период/ Period	Достижения каких направлений биологии были приняты за основу/ Areas of biology achievements, which were taken as a basis	Год/ Year	Событие(ия)/ Event(s)	Значение, комментарии/ Essence, comments	Ссылка (и)/ Reference (s)
IV	Молекулярная генетика и классическая генетика	1983	Вышла первая работа об использовании ДНК-маркеров для идентификации сортов	Впервые обосновано использование методов анализа полиморфизма ДНК для сортовой идентификации	Soller, Beckmann, 1983
		1998	Опубликована первая генетическая карта SSR ¹⁸ маркеров пшеницы	Предложен реестр картированных ДНК-маркеров для выбора лучших и последующего создания оптимального набора маркеров для генетической паспортизации пшеницы	Röder et al., 1998
		2003	Впервые с использованием SSR маркеров изучен полиморфизм отечественных сортов картофеля и проанализированы дублетные образцы сортов из разных коллекций (Antonova et al., 2003).	Интерпретация разработанных в этот период подходов требовала навыков и опыта научного сотрудника. В качестве стандартных арбитражных методик, доступных для операторов, имеющих квалификацию уровня лаборанта или техника, в дальнейшем будут предложены более продвинутые наборы SSR маркеров, отобранные при помощи подходов <i>in silico</i> на основе геномных и пангеномных данных (следующее поколение маркеров)	Antonova et al. 2003
		2004	Впервые проведена сортовая идентификация отечественной пшеницы при помощи SSR маркеров и предложена форма генетического паспорта		Khlestkina et al., 2004
V	Геномика, цифровизация, молекулярная генетика, классическая генетика, ботаника	2011	Расшифрован геном картофеля	Возможность для разработки улучшенных наборов ДНК-маркеров, подходящих для сортовой идентификации	The Potato Genome Sequencing Consortium, 2011
		2014	Первые пангеномы растений		Golicz et al., 2016
		2018	Расшифрован геном пшеницы (собран золотой стандарт)		IWGSC, 2018
		2020	Начата системная работа по оформлению номенклатурных стандартов сортов и их генетической паспортизации	Предложена комплексная стратегия регистрации сортового генофонда в генбанках, в рамках которой впервые было предложено разрабатывать генетические паспорта сортов с использованием препаратов ДНК, выделенных из номенклатурных стандартов. В дальнейшем этот подход ускорил совместную с ФИЦ картофеля подготовку проекта первого ГОСТ по определению сортовой идентичности на основе молекулярно-генетического анализа полиморфизма SSR-локусов (на примере сортов картофеля). Выработан сложенный механизм взаимодействия центров компетенций по селекции и генетике, необходимый для такой комплексной задачи. Этот успешный опыт, несомненно, может быть распространен на более широкий перечень культур.	Gavrilenko, Chukhina, 2020

¹⁸ SSR – simple sequence repeats (простые повторяющиеся последовательности или микросателлиты), их анализ основан на применении полимеразной цепной реакции (ПЦР), из всех предложенных ПЦР-маркеров они получили широкое распространение в изучении генетического сходства/ отличий между сортами самых разных культур

Тридцать лет спустя в 1924 году создается Государственная сеть испытания сельскохозяйственных культур, методическое руководство сортовы испытанием вверяется ВИР – правопреемнику Бюро (Goncharov, 2009). Следующие несколько десятилетий знаменуются развитием теоретических основ селекции и созданием базы данных, содержащей характеристики сортов со стабильно наследуемыми морфологическими признаками, что является основой испытаний на отличимость и однородность (см. табл. 2).

Фиксацией наработанного в нашей и в других странах опыта сортовой идентификации при помощи первых классических генетических маркеров – морфологических (см. табл. 2) – ознаменован переход на следующий этап сортовой идентификации, «сортовая идентификация 2.0», который до сих пор остается основным.

Далее, в кратчайшие сроки, за одно десятилетие, удалось реализовать полный цикл от разработки в научной лаборатории до внедрения на международном уровне нового метода сортового контроля для нового поколения маркеров – биохимических, а именно белковых (см. табл. 2). За этот период и в последующие годы была накоплена обширная база данных, включающая в себя характеристики сортов по стабильно наследуемым белковым спектрам, предложены методики для изучения широкого спектра культур (Konarev et al., 2000, Pomitsev et al., 2004). Таким образом, в дополнение к продолжающим использоваться подходам поколения «2.0» получили развитие и были внедрены методы «3.0».

В конце прошлого века появляются подающие надежду молекулярно-генетические методы, основанные на анализе полиморфизма кодирующих и некодирующих последовательностей ДНК. Они позволили произвести настоящий прорыв в частной генетике растений, а также широко стали применяться для ускоренного отбора селекционного материала с заданными признаками, в основном для признаков с моно- и олигогенным контролем. Среди ДНК-маркеров наиболее широкое распространение в изучении генетической изменчивости среди сортов самых разных культур получили SSR-маркеры¹⁸. Только исследования генофонда пшениц разного происхождения, выполненные в лабораториях разных стран с применением SSR-маркеров, исчисляются многими сотнями. Почти во всех работах используется сходный набор динуклеотидных микросателлитов. В качестве примера можно привести одну из ранних работ по изучению отечественных сортов (Khlestkina et al., 2004). Успешно применяемый в научных лабораториях метод SSR-анализа, однако, так и не дошел до внедренного арбитражного метода, который может быть использован операторами более низкой квалификации и с меньшим опытом работы, чем у специализирующихся на микросателлитном анализе научных сотрудников. Причина в сложности интер-

претации аллелей, близких по длине. Аналогичные проблемы возникали и в случае исследований, проводимых на других культурах. Вместе с тем, по уровню выявляемого полиморфизма, по воспроизводимости результатов, получаемых в разных научных лабораториях, и по относительной дешевизне анализа, SSR-маркеры оказались вне конкуренции. Для сортовой идентификации пшеницы в 2018 году профильная рабочая группа UPOV все-таки рекомендовала SSR-маркеры. Однако секвенирование и сборка в 2018 году полного генома пшеницы и последующее создание пангенома дают возможность от сортовой идентификации «4.0» перейти к версии «5.0». Доступные геномные данные позволяют *in silico* подбирать тетра- и пентануклеотидные микросателлиты, на основе которых можно сделать наборы, удобные для арбитражных целей, не требующие столь высокой квалификации оператора, как динуклеотидные маркеры предыдущего поколения. Секвенирование пангеномов, предусмотренное в программе развития Национального центра генетических ресурсов растений (On approving the Program, 2023), также создает основу для дальнейшей разработки методов сортовой идентификации поколения «5.0» для других культур. Схематично роль геномных и цифровых подходов для сортовой идентификации изображена на рисунке 2.

Что дают сегодня геномные и цифровые технологии, кроме вышесказанного? Массивы данных по тестам на отличимость, однородность и стабильность, а также массивы данных по белковым спектрам – всё это сегодня нуждается в оцифровке. Сведения о любом сорте могут быть перекодированы из сложных формул в бинарные системы, что в общем виде представлено на рисунке 3. В этом формате при использовании больших массивов данных за весь период госрегистрации можно проводить сравнения, проследить историю создания разных селекционных достижений. Это – ценнейшая информация, которая будет доступна в результате цифровизации.

И, наконец, сегодня появилась возможность проводить работы по оцифровке номенклатурных стандартов – физических носителей генетической информации селекционных достижений с высокой степенью защиты, о которых говорилось в предыдущем разделе, применить к ним методы автоматизированного анализа изображений, а также современного изучения ДНК вплоть до высокопроизводительного секвенирования.

Главный итог использования всех этих возможностей – разработка рациональных подходов к генетической паспортизации, в том числе на основе комбинаций методов из разных поколений сортовой идентификации, и к фиксации физического носителя для её проведения. Кроме стандартного образца семян сорта или гибрида, согласно закону «О семеноводстве», или номенклатурного стандарта, согласно МНКР, дополнительным носи-

Сортовая идентификация



- 1.0** Ботаника
- 2.0** Ботаника + Классическая генетика
- 3.0** Ботаника + Классическая генетика + Биохимическая генетика
- 4.0** Ботаника + Классическая генетика + Биохимическая генетика + Молекулярная генетика
- 5.0** Ботаника + Классическая генетика + Биохимическая генетика + Молекулярная генетика + Геномные и цифровые технологии



Рис. 2. Вклад различных направлений биологии в поэтапное развитие сортовой идентификации

Fig. 2. The contribution of various areas of biology to the stage-by-stage development of cultivar identification

телем или хранителем арбитражной информации может быть и образец ДНК. Мы не знаем, какие еще методы анализа появятся годы спустя, так же, как создатели гербарных коллекций в прошлые века не могли и предполо-

жить, что появятся методы выделения ДНК из гербарных образцов и расшифровки хранящейся в них генетической информации.

	маркер 1	маркер 2	маркер 2	маркер 2	маркер 2	маркер N	маркер N	маркер N	маркер N				
	аллель M1.1	аллель M1.2	аллель M1.3	аллель M1.4	аллель M1.N	аллель M2.1	аллель M2.2	аллель M2.3	аллель M2.N	аллель MN.1	аллель MN.2	аллель MN.3	аллель MN.N
сорт 1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
сорт 2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
сорт N	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Рис. 3. Общий вид матрицы бинарного кодирования аллелей любых маркерных локусов, применимого к разным поколениям ДНК-маркеров

«1» – присутствие определенного аллеля, «0» – отсутствие определенного аллеля у конкретного сорта в конкретном маркерном локусе

Fig. 3. General view of the binary matrix for coding alleles of any marker loci, applicable to different generations of DNA markers

“1” – presence of a certain allele, “0” – absence of a certain allele in a specific marker locus of a particular cultivar

Заключение

Начавшиеся более 100 лет назад научные исследования по сбору, изучению и сохранению коллекций генетических ресурсов растений с самого начала обуславливали и развитие методов сортовой идентификации, что привело к созданию в 1970-х годах лабораторных методов генетической паспортизации, которые динамично развиваются.. Сортовая идентификация «5.0» должна

сегодня строиться на рациональном подходе к генетической паспортизации с использованием всех предыдущих научно-практических наработок и с учетом возможностей современных геномных и цифровых технологий. Во избежание сдерживания развития генетической паспортизации из-за неточных или устаревших формулировок требуется обновление понятийного аппарата. Важна открытость и прозрачность информации по существующим линиям, сортам и гибридам, что также может быть

урегулировано в нормативных актах. И, наконец, разработка подходящих арбитражных методов паспортизации – это большая совместная работа как ведущих центров компетенций в биологии и селекции растений, так и заинтересованного бизнеса, желающего получать качественный посадочный материал. Применение таких методов позволит создать крепкий фундамент для недопущения незаконного присвоения интеллектуальной собственности. Более того, это окажет положительное влияние на развитие смежных отраслей. Так, с учетом необходимости сбора и обработки больших массивов данных, существенный толчок к развитию может получить внедрение искусственного интеллекта и машинного зрения в работе с растениями.

References/Литература

- Antonova O., Kostina L., Gavrilenko T., Schuler K., Thieme R. Proof of long-term stored potato germplasm by use of molecular markers. In: H. Knupffer H., J. Ochsmann. (eds.). *Rudolf Mansfeld and Plant Genetic Resources. Proceedings of a symposium dedicated to the 100th birthday of Rudolf Mansfeld. 2001 October 8-9; Gatersleben, Germany. Schriften zu Genetischen Ressourcen*. Bonn, Germany: Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI), Informationszentrum Biologische Vielfalt (IBV); 2003. Band 22. S. 192-197.
- Chukhina I.G., Bagnet L.V., Dorofeyev V.I., Shmakov A.I., Ukhatova Yu.V. Herbarization of extra valuable specimens included into the National Catalogue of Plant Genetic Resources. *Vavilovia*. 2024;7(4):34-45. [in Russian] (Чухина И.Г., Багнет Л.В., Дорофеев В.И., Шмаков А.И., Ухатова Ю.В. Гербаризация особо ценных образцов, включаемых в национальный каталог генетических ресурсов растений. *Vavilovia*. 2024;7(4):34-45). DOI: 10.30901/2658-3860-2024-4-ol
- Chukhina I.G., Miftakhova S.R., Dorofeyev V.I. International code of nomenclature for cultivated plants: on the history of the Russian translation. *Vavilovia*. 2021;4(1):48-54. [in Russian] (Чухина И.Г., Мифтахова С.Р., Дорофеев В.И. Международный кодекс номенклатуры культурных растений: к истории русскоязычного перевода. *Vavilovia*. 2021;4(1):48-54). DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-48-54
- Decision of the EEC Board No. 155 of October 25, 2022. “On Approving Methodological Approaches to Testing Agricultural Plant Varieties within the Eurasian Economic Union” (Reshenie Kollegii YEEK No. 155 ot 25.10.2022 “Ob utverzhdenii Metodicheskikh podkhodov k provedeniyu ispytaniy sортov sel'skokhozyaystvennykh rasteniy v ramkakh Evraziyiskogo ekonomicheskogo soyuza”). *The official internet-portal of legal information (Russian Federation)*. 2022. [in Russian] (Решение Коллегии ЕЭК № 155 от 25.10.2022 «Об утверждении Методических подходов к проведению испытаний сортов сельскохозяйственных растений в рамках Евразийского экономического союза» (Дата публикации 27.10.2022). *Официальный портал правовых актов ЕАЭС*. 2022). URL: <https://docs.eaeunion.org/documents/399/7014/> [дата обращения: 14.03.2025].
- Eggi E.E., Aleksandrova T.G., Konarev A.V. Identification of vetch species of the genus *Vicia* L. by the composition of the IIS globulin basic polypeptides of seeds using *V. narbonensis* complex and *V. pannonica* Crantz as an example. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2025;8(1):33-45. [in Russian] (Егги Э.Э., Александрова Т.Г., Конарев А.В. Идентификация видов вики рода *Vicia* L. по составу основных полипептидов IIS глобулина семян на примере *V. narbonensis* комплекса и *V. pannonica* Crantz. *Биотехнология и селекция растений*. 2025;8(1):33-45). DOI: 10.30901/2658-6266-2025-1-ol
- FAO. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. Available from: <https://openknowledge.fao.org/> [accessed May 22, 2025] (ФАО. Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. *Официальный портал Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций*. 2009). URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/490c703b-7e05-4bf5-bfdf-40094705ae7f/content> [дата обращения: 22.05.2025].
- Federal Law No. 454-FZ of December 30, 2021 «On Seed Production» (Federal'nyi zakon No. 454-FZ ot 30.12.2021 № 454-FZ «О semenovodstve»). *The official internet-portal of legal information (Russian Federation)*. 2021. [in Russian] (Федеральный закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ «О семеноводстве») *Официальный портал правовых актов*. 2021). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112300119?ysclid=mephr4f0il351364733> [дата обращения: 14.03.2025].
- Federal Law No. 428-FZ dated November 30, 2024 «On Bioresource Centers and Biological (Bioresource) Collections» and on Amendments to Article 29 of the Federal Law «On the Animal World» (Federal'nyi zakon No. 428-FZ ot 30.11.2024 «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях» и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона «О животном мире». *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2024). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411300018> [дата обращения: 14.03.2025].
- Gavrilenko T.A., Antonova O.Yu., Rybakov D.A., Oskina N.A. Certificate of state registration of the database No. 2025623098. The Russian Federation. Allelic composition of 8 chromosome specific microsatellite loci in 109 domestic potato varieties (Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannyykh № 2025623098. Rossiyskaya Federatsiya. Allel'nyi sostav 8 khromosomspetsifichnykh mikrosatellitnykh lokusov u 109 otechestvennykh sortov kartofelya): declared 23.06.2025 / declarant N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources. [preprint] 2025a. [in Russian] (Гавриленко Т.А., Антонова О.Ю., Рыбаков Д.А., Оськина Н.А. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025623098. Российская Федерация. Аллельный состав 8 хромосомспецифичных микросателлитных локусов у 109 отечественных сортов картофеля: заявл. 23.06.2025 / заявитель Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова). [в печати] 2025a).
- 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
- Gavrilenko T.A., Chukhina I.G., Antonova O.Yu., Ukhatova Yu.V., Khlestkina E.K. Development of Integrated strategy for registration of cultivar gene pools in Genebanks – improving methods of genetic profiling and cultivar identification. *Plant Biotechnology and Breeding*. [preprint] 2025b. [in Russian] (Гавриленко Т.А., Чухина И.Г., Антонова О.Ю., Ухатова Ю.В., Хлесткина Е.К. Развитие Комплексной стратегии регистрации сортового генофонда в генбанках – совершенствование методов генетической паспортизации и сортовой идентификации. *Биотехнология и селекция растений*. [в печати] 2025b).
- Golicz A.A., Batley J., Edwards D. Towards plant pangenomics. *Plant Biotechnology Journal*. 2016;14(4):1099-1105. DOI: 10.1111/pbi.12499

- Goncharov N.P. Heads of Bureau of Applied Botany and founders of Plant State Tasting System. I.K. Zakharov (ed.-in-chief). Novosibirsk: Academic Publishing House "Geo"; 2009. [in Russian] (Гончаров Н.П. Первые заведующие Бюро по прикладной ботанике и организаторы Госсоргсетьи/ отв. ред. И.К. Захаров. Новосибирск : Академическое изд-во "Гео"; 2009).
- Guide to testing agricultural crops. Vol. 1. Grain crops (wheat, rye, barley, oats) (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 1. Zernovyye kul'tury (pshenitsa, rozh', yachmen', oves)). 5th, rev. and significantly suppl. ed. Moscow: Selkhozgiz; 1947. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Т. 1. Зерновые культуры (пшеница, рожь, ячмень, овес)). 5-е, перераб. и значит. доп. изд. Москва: Сельхозгиз; 1947).
- Guide to testing agricultural crops. Vol. 2. Cereals and grain legumes (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 2. Krupnye i zernovyye bobovyye kul'tury). 5th, rev. and significantly suppl. ed. Moscow: Selkhozgiz; 1949a. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Т. 2. Крупяные и зерновые бобовые культуры. 5-е, перераб. и значит. доп. изд. Москва: Сельхозгиз; 1949a).
- Guide to testing agricultural crops. Vol. 3. Oilseeds (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 3. Maslichnye kul'tury). 3rd, rev. and significantly suppl. ed. Moscow; Leningrad: Selkhozgiz; 1949b. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Т. 3. Масличные культуры. 3-е, перераб. и значит. доп. изд. Москва; Ленинград: Сельхозгиз; 1949b).
- Guide to testing agricultural crops. Vol. 4. Forage plants (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 4. Kormovyye rasteniya). 3rd, rev. and significantly suppl. ed. Moscow; Leningrad: Selkhozgiz; 1950. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Т. 4. Кормовые растения. 3-е, перераб. и значит. доп. изд. Москва; Ленинград: Сельхозгиз; 1950).
- Guide to testing agricultural crops. Vol. 5. Vegetable crops and fodder root crops (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 5. Ovoshchnye kul'tury i kormovyye korneplody). 3rd, rev. and significantly suppl. ed. Moscow; Leningrad: Selkhozgiz; 1948. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Т. 5. Овощные культуры и кормовые корнеплоды. 3-е, перераб. и значит. доп. изд. Москва; Ленинград: Сельхозгиз; 1948).
- Guide to testing agricultural crops. Vol. 6. Melons (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 6. Bakhchevyye kul'tury). Moscow; Leningrad: Selkhozgiz; 1954. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Т. 6. Бахчевые культуры. Москва; Ленинград: Сельхозгиз; 1954).
- Guide to testing agricultural crops. Cereals and grain crops (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Zernovyye i krupnye kul'tury). Moscow: Kolos; 1966. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Зерновые и крупяные культуры. Москва: Колос; 1966).
- Guide to testing agricultural crops. New regionally adapted varieties of grain, cereal legumes, oilseeds and forage crops (Rukovodstvo po aprobatsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Novye rayonirovannye sorta zernovyykh, krupnykh, zernobobovyykh, maslichnykh i kormovyykh kul'tur). Moscow; 1960. [in Russian] (Руководство по аprobации сельскохозяйственных культур. Новые районированные сорта зерновых, крупяных зернобобовых, масличных и кормовых культур. Москва; 1960).
- International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. 9th ed. ISHS; 2016. (*Scripta Horticulturae*; 18). Available from: https://www.ishs.org/sites/default/files/static/sh_18_Sample_chapters.pdf [accessed May 20, 2025].
- International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Preamble. Division I: Principles. [I.G. Chukhina, S.R. Miftakhova, V.I. Dorofeyev (transl.). Translation of: «International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2021a;4(1):55-59. [in Russian]
- (Международный кодекс номенклатуры культурных растений. Преамбула. Часть I: Принципы: [перевод с английского И.Г. Чухина, С.Р. Мифтахова, В.И. Дорофеев. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016] *Vavilovia*. 2021a;4(1):55-59]. DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-55-59)
- International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Division II: Chapters I, II. [I.G. Chukhina, S.R. Miftakhova, V.I. Dorofeyev (transl.). Translation of: International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2021b;4(2):44-57. [in Russian] (Международный кодекс номенклатуры культурных растений. Часть II: Главы I, II. [перевод с английского И.Г. Чухина, С.Р. Мифтахова, В.И. Дорофеев. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2021b;4(2):44-57]. DOI: 10.30901/2658-3860-2021-2-44-57)
- International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Division II: Chapters III-V. [I.G. Chukhina, S.R. Miftakhova, V.I. Dorofeyev (transl.). Translation of: «International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2021c;4(3):40-57. [in Russian] (Международный кодекс номенклатуры культурных растений. Часть II: Главы III-V. [перевод с английского И.Г. Чухина, С.Р. Мифтахова, В.И. Дорофеев. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2021c;4(3):40-57]. DOI: 10.30901/2658-3860-2021-3-40-57)
- International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Division II: Chapters VI-IX. [I.G. Chukhina, S.R. Miftakhova, V.I. Dorofeyev (transl.). Translation of: International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2021d;4(4):38-54. [in Russian] (Международный кодекс номенклатуры культурных растений. Часть II: Главы VI-IX. [перевод с английского И.Г. Чухина, С.Р. Мифтахова, В.И. Дорофеев. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2021d;4(4):38-54]. DOI: 10.30901/2658-3860-2021-4-38-54)
- International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Division III-VI, Appendix I-IX. [I.G. Chukhina, S.R. Miftakhova, V.I. Dorofeyev (transl.). Translation of: International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2022;5(1):41-70. [in Russian] (Международный кодекс номенклатуры культурных растений. Часть III-VI, Приложение I-IX. [перевод с английского И.Г. Чухина, С.Р. Мифтахова, В.И. Дорофеев. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016]. *Vavilovia*. 2022;5(1):41-70]. DOI: 10.30901/2658-3860-2022-1-41-70)
- IWGSC. International Wheat Genome Sequencing Consortium (IWGSC), Borrell P. Shifting the limits in wheat research and breeding using a fully annotated reference genome. *Science*. 2018;361(6403):eaar7191. DOI: 10.1126/science.aar7191
- Kabyshev S.V. Biological (bioresource) collections in a constitutional dimension. *Lex russica*. 2025;78(7):9-19. [in Russian] (Кабышев С.В. Биологические (биоресурсные) коллекции в конституционном измерении. *Lex russica* (Русский закон). 2025;78(7):9-19). DOI: 10.17803/1729-5920.2025.224.7.009-019
- Khlestkina E.K. Molecular methods of analysis of the structural and functional organization of genes and genomes in higher plants. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2011;15(4):757-768. [in Russian] (Хлесткина Е.К. Молекулярные методы анализа структурно-функциональной организации генов и геномов высших растений. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2011;15(4):757-768).
- 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., Loskutov I.G., Batalova G.A., Vishnyakova M.A., Chukhina I.G., Ukhatova Y.V., Zavarzin A.A. On the results of the 5th Vavilov International Conference (November 21-25, 2022). *Plant Biotechnology and Breeding*. 2022;5(4):79-89. [in Russian] (Хлесткина Е.К., Лоскутов И.Г., Баталова Г.А., Вишнякова М.А., Чухина И.Г., Ухатова Ю.В., Заварзин А.А.

- Об итогах V Вавиловской международной конференции (21-25 ноября 2022 г., Санкт-Петербург). *Биотехнология и селекция растений*. 2022;5(4):79-89). DOI: 10.30901/2658-6266-2022-4-06
- Khlestkina E.K., Salina E.A., Shumnyi V.K. Genotyping of the native varieties of soft wheat by the microsatellite (SSR) markers. *Agricultural Biology*. 2004;39(5):44-52. [in Russian] (Хлесткина Е.К., Салина Е.А., Шумный В.К. Генотипирование отечественных сортов мягкой пшеницы с использованием микросателлитных (SSR) маркеров. *Сельскохозяйственная биология*. 2004;39(5):44-52).
- Konarev A.V. Adaptive nature of molecular polymorphism and its use in solving problems of plant genetic resources and breeding (Adaptivnyy kharakter molekulyarnogo polimorfizma i yego ispol'zovaniye v reshenii problem geneticheskikh resursov rasteniy i selektsii). *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*. 2002;(3):4-11. [in Russian] (Конарев А.В. Адаптивный характер молекулярного полиморфизма и его использование в решении проблем генетических ресурсов растений и селекции. *Аграрная Россия*. 2002;(3):4-11. DOI: 10.30906/1999-5636-2002-3-4-11)
- Konarev V.G., Gavriluk I.P., Gubareva N.K. Protein markers of the genomes of wheats and their wild relatives. II. Comparative electrophoretic analysis of gliadins (Belkovye markery genomov pshenits i ikh dikikh sorodichey. II. Sravnitelny elektroforeticheskiy analiz gliadinov). *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki = Bulletin of Agricultural Science*. 1970;(8):109-114. [in Russian] (Конарев В.Г., Губарева Н.К., Гаврилук И.П. Белковые маркеры геномов пшениц и их диких сородичей. II. Сравнительный электрофоретический анализ глиадинов. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1970;(8):109-114).
- Konarev V.G., Dyagileva G.E., Gavriluk I.P., Trofimovskaya A. Ya. Varietal identification of barley by electrophoretic patterns of hordein (Sortovaya identifikatsiya yachmenya po elektroforeticheskym spektram gordeina). *Bulletin of the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry*. 1979a;92:30-41. [in Russian] (Конарев В.Г., Дягилева Г.Е., Гаврилук И.П., Трофимовская А.Я. Сортовая идентификация ячменя по электрофоретическим спектрам гордина. *Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова*. 1979a;92:30-41).
- Konarev V.G., Gavriluk I.P., Gubareva N.K. Method for the varietal identification of wheat grain and flour (Sposob sortovoy identifikatsii zerna i muki pshenitsy). Author's Certificate SU 507271 A1 dated March 25, 1976. Application No. 1827284 dated September 1, 1972. [in Russian] (Конарев В.Г., Гаврилук И.П., Губарева Н.К. Способ сортовой идентификации зерна и муки пшеницы. Авторское свидетельство SU 507271 A1, 25.03.1976. Заявка № 1827284 от 01.09.1972).
- Konarev V.G., Gavriluk I.P., Gubareva N.K., Peneva T.I. Seed proteins in genome analysis, cultivar identification, and documentation of cereal genetic resources: a review. *Cereal Chemistry*. 1979b;56(4):272-278.
- Konarev V.G., Gavriluk I.P., Gubareva N.K., Alpatyeva N.V., Khakimova A.G., Peneva T.I., Konarev A.V., Konarev A.V., Vvedenskaya O.I., Perchuk I.N., Sidorova V.V., Ivanova D.I., Tarlakovskaya A.M., Eggi E.E., Anisimova I.N., Lesnevich L.A., Farber S.P., Kudryakova N.V., Demkin P.P., Litovchenko M.I. Identification of varieties and registration of the genofond of cultivated plants by seed proteins. St. Peterburg; 2000. [in Russian] (Конарев В.Г., Гаврилук И.П., Губарева Н.К., Алпатьева Н.В., Хакимова А.Г., Пенева Т.И., Конарев А.В., Конарев А.В., Введенская О.И., Перчук И.Н., Сидорова В.В., Иванова Д.И., Тарлаковская А.М., Егги Э.Э., Анисимова И.Н., Лесневич Л.А., Фарбер С.П., Кудрякова Н.В., Демкин П.П., Литовченко М.И. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян. Санкт-Петербург; 2000).
- Lyzhin A.S., Solovchenko A.E. Creation of genetic passports of apple rootstock forms on the basis of microsatellite DNA polymorphism. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2019;33(2):11-13. [in Russian] (Лыжин А.С., Соловченко А.Е. 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)
- On Approving the Food Security Doctrine of the Russian Federation (Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii): Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated January 21, 2020. *The official internet-portal of legal information (Russian Federation)*. 2020. [in Russian] (Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации № 20 от 21.01.2020. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2020). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021> [дата обращения: 14.03.2025].
- On Approving the Program of Development of the National Center for Plant Genetic Resources for 2023-2030: Order of the Government of the Russian Federation No. 2496-p dated September 16, 2023. (Ob utverzhdenii Programmy razvitiya Natsional'nogo tsentra geneticheskikh resursov rasteniy na 2023-2030 gody: Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii № 2496-r of 16.09.2023 *The official internet-portal of legal information (Russian Federation)*. 2023. [in Russian] (Об утверждении Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023-2030 годы: Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2496-р от 16.09.2023. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2023). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202309190026?ysclid=mau4c5d96m383812177> [дата обращения: 14.03.2025].
- On approving the Rules for the localization of agricultural seed production in the Russian Federation (Ob utverzhdenii pravil lokalizatsii proizvodstva semyan sel'skokhozyaystvennykh rasteniy na territorii Rossiyskoy Federatsii): Resolution of the Government of the Russian Federation No. 754 dated May 16, 2023. *The official internet-portal of legal information (Russian Federation)*. 2023. [in Russian] (Об утверждении Правил локализации производства семян сельскохозяйственных растений на территории Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации № 754 от 16.05.2023. [Дата публикации 19.05.2023]. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2023). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202305190035?ysclid=mepsc5cc4765688203> [дата обращения: 14.03.2025].
- Order of the Government of the Russian Federation No. 1671-r dated June 19, 2021 (Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii No. 1671-r of 19.06.2021) *The official internet-portal of legal information (Russian Federation)*. 2021. [in Russian] (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.06.2021 № 1671-р; Дата публикации 21.06.2021. *Официальный интернет-портал правовой информации*. 2021). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202106210033> [дата обращения: 14.03.2025].
- Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 527 dated May 24, 2023 “On approving the Procedure for introducing temporary restrictions on the import of seeds of agricultural plants into the Russian Federation and (or) establishing additional (special) requirements for the cultivar and sowing (planting) quality indicators of seeds of agricultural plants imported into the Russian Federation” (Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 24.05.2023 No. 527 “Ob utverzhdenii Poryadka vvedeniya vremennykh ogranicenii na vvoz semyan sel'skokhozyaystvennykh rasteniy v Rossiyskuyu Federatsiyu i (ili) ustanovleniya dopolnitel'nykh (spetsial'nykh) trebovaniy k pokazatelyam sortovykh i posevnykh (posadochnykh) kachestv semyan sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, vvozimykh v Rossiyskuyu Federatsiyu). *The official internet-portal of legal information (Russian Federation)*. 2023. [in Russian] (Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 24.05.2023 № 527 «Об утверждении Порядка введения временных ограничений на ввоз семян сельскохозяйственных растений в Российскую Федерацию и (или) установления

- дополнительных (специальных) требований к показателям сортовых и посевных (посадочных) качеств семян сельскохозяйственных растений, ввозимых в Российскую Федерацию» (Зарегистрирован 01.06.2023 № 73660; дата публикации 01.06.2023) *Официальный интернет-портал правовой информации.* 2023). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202306010057?ysclid=mepsfreib494589375> [дата обращения: 11.03.2025].
- Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 186 dated March 25, 2025 "On Amending Clause 2 of the Order of the Ministry of Agriculture of Russia" dated October 26, 2023 No. 814 "On Approving the Form of the Genetic Passport". (Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii No. 186 ot 25.03.2025. "O vnesenii izmeneniya v punkt 2 prikaza Minsel'khoza Rossii" ot 26 oktyabrya 2023 g. № 814 "Ob utverzhdenii formy geneticheskogo pasporta"). *The official internet-portal of legal information (Russian Federation).* 2025. [in Russian] (Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации № 186 от 25.03.2025 «О внесении изменения в пункт 2 приказа Минсельхоза России» от 26 октября 2023 г. № 814 «Об утверждении формы генетического паспорта» (Зарегистрирован 29.04.2025 № 82016; дата публикации 30.04.2025) *Официальный интернет-портал правовой информации.* 2025). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202504300014?ysclid=meprcol9up311692867> [дата обращения: 15.05.2025].
- Pomortsev A.A., Kudryavtsev A.M., Upelniek V.V., Konarev V.G., Konarev A.V., Gavril'yuk I.P., Gubareva N.K., Peneva T.I., Sidorova V.V., Berezkin A.N., Malko A.M., Smirnova L.A., Bunin M.S., Kononkov P.F., Gins V.K., Startsev V.I., Dobrutskaya E.G., Farber S.P. Methodology for conducting laboratory variety control in groups of agricultural plants (Metodika provedeniya laboratornogo sortovogo kontrolya po gruppam sel'skokhozyaystvennykh rasteniy). Moscow; 2004. [in Russian] (Поморцев А.А., Кудрявцев А.М., Упельниек В.В., Конарев В.Г., Конарев А.В., Гаврилюк И.П., Губарева Н.К., Пенева Т.И., Сидорова В.В., Березкин А.Н., Малько А.М., Смирнова Л.А., Бунин М.С., Кононков П.Ф., Гинс В.К., Старцев В.И., Добруцкая Е.Г., Фарбер С.П. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений. Москва; 2004).
- Pomortsev A.A., Lyalina E.V., Tereshchenko N.A., Yakovleva E.Y., Boldyrev S.V., Berezkin A.N., Malko A.M., Androsova O.V. Genetic markers in laboratory variety control of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Russian Journal of Genetics.* 2021;57(9):1057-1063. DOI: 10.1134/S1022795421090106
- 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 deyatel'nost' Byuro po prikladnoy botanike za pervoye dvadtsatiletiye ego sushchestvovaniya [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 прикладной ботанике за первое двадцатилетие его существования (27 окт. 1894 - 27 окт. 1914). *Труды Бюро по прикладной ботанике.* 1915;8(4/5):327-723).
- Röder M.S., Korzun V., Wendehake K., Plaschke J., Tixier M.-H., Leroy P., Ganap M.W. A microsatellite map of wheat. *Genetics.* 1998;149:2007-2023.
- "Russian Field - 2025" Hosted by: Ministry of Agriculture of the Russian Federation. All-Russian Forum on Breeding and Seed Production (Всероссийский форум по селекции и семеноводству "Русское поле - 2025"). URL: <https://ruskoepoleforum.ru/> [дата обращения: 24.05.2025].
- Soller M., Beckmann J.S. Genetic polymorphism in varietal identification and genetic improvement. *Theoretical and Applied Genetics.* 1983;67:25-33. DOI: 10.1007/BF00303917
- Suprun I.I. Multiplex analysis of microsatellite markers in DNA certification of sweet cherry varieties. *Fruit growing and viticulture of South Russia.* 2024;90(6):1-9. [in Russian] (Супрун И.И. Мультиплексный анализ микросателлитных маркеров в ДНК-паспортизации сортов черешни. *Плодоводство и виноградарство Юга России.* 2024;90(6):1-9). DOI: 10.30679/2219-5335-2024-6-90-1-9
- The Agricultural Agency during 75 years of its activity, 1837-1912 (Sel'skokhozyaystvennoye vedomstvo za 75 let yego deyatel'nosti, 1837-1912). Petrograd; 1914. [in Russian] (Сельскохозяйственное ведомство за 75 лет его деятельности, 1837-1912 гг. Петроград; 1914).
- The Potato Genome Sequencing Consortium. Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature.* 2011;475(7355):189-195. DOI: 10.1038/nature10158
- Ulyanovskaya E.V., Suprun I.I., Bogdanovich T.V., Chernutskaya E.A., Tokmakov S.V., Talovina G.V. Nomenclatural standards and genetic certificates for apple-tree cultivars developed at the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making. *Proceedings on Applied Botany, Genetics, and Breeding.* 2023;184(4):174-189. [in Russian] (Ульяновская Е.В., Супрун И.И., Богданович Т.В., Чернущкая Е.А., Токмаков С.В., Таловина Г.В. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов яблони селекции Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.* 2023;184(4):174-189). DOI: 10.30901/2227-8834-2023-4-174-189
- UPOV. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. *International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV).* 1994. Available from: <https://www.upov.int/portal/index.html.en> [accessed May 20, 2025].

Информация об авторах

- Елена Константиновна Хлесткина**, доктор биологических наук, профессор РАН, 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>
- Татьяна Андреевна Гавриленко**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, отдел биотехнологии, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, tatjana9972@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2605-6569>
- Ирина Георгиевна Чухина**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, отдел агроботаники и *in situ* сохранения генетических ресурсов растений, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, i.chukhina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3587-6064>
- Марк Андреевич Гехт**, генеральный директор, управляющий партнер RUSEED, ООО «Русид», 350015 Россия, Краснодарский край, Краснодар, ул. им. Янковского, 169, оф. 407-408, 506
- Ольга Юрьевна Антонова**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая, лаборатория молекулярной селекции и ДНК-паспортизации, отдел биотехнологии, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, olgaant326@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8334-8069>

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, Научно-технологический университет «Сириус», Научный центр генетики и наук о жизни, 354340 Россия, Краснодарский край, Федеральная территория «Сириус», Олимпийский пр., 1, y.ukhatova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>

Information about the authors

Elena K. Khlestkina, Dr. Sci. (Biology), Professor of the Russian Academy of Sciences (RAS), Corr. Member of the RAS, 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>

Tatjana A. Gavrilenko, Dr. Sci. (Biology), Chief Researcher, Biotechnology Department, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, tatjana9972@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2605-6569>

Irena G. Chukhina, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Department of Agrobotany and *in situ* Conservation of Plant Genetic Resources, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, i.chukhina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3587-6064>

Mark A. Gekht, CEO, Managing Partner of RUSEED, LLC «Rusid», 169, offices 407-408, 506, Yankovsky Street, Krasnodar, Krasnodar Region, 350015 Russia

Olga Yu. Antonova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Head, Laboratory of Molecular Breeding and DNA Certification, Department of Biotechnology, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, olgaant326@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8334-8069>

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; Sirius University of Science and Technology, Research Center of Genetics and Life Sciences, 1, Olympic Avenue, Sirius Federal Territory, Krasnodar Region, 354340 Russia, y.ukhatova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>

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 19.05.2025; одобрена после рецензирования 16.06.2025; принятая к публикации 24.06.2025.

The article was submitted on 19.05.2025; approved after reviewing on 16.06.2025; accepted for publication on 24.06.2025.