



Систематический сбор, комплексное изучение, надежное сохранение и устойчивое использования генетических ресурсов зерновых культур: 130-летний опыт ВИР

И. Г. Лоскутов^{1,2}

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

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Игорь Градиславович Лоскутов, i.loskutov@vir.nw.ru

Бюро по прикладной ботанике было организовано в 1894 г. при Ученом комитете Министерства земледелия и государственных имуществ Российской империи. В 1900 г. с приходом в Бюро Р. Э. Регеля начинаются сборы и изучение российского разнообразия сортов ячменя, а с 1905 г., когда он становится заведующим Бюро, эта деятельность приобретает систематический характер. В 1920 г. с приходом в Отдел прикладной ботаники Н. И. Вавилова все задачи этого учреждения были поставлены на более высокий уровень. Он организует знаменитые экспедиционные обследования на пяти континентах мира, значительно расширяет сеть опытных станций и опорных пунктов для изучения и размножения собранного материала и готовит основу для их использования в селекционной практике. Все работы приобретают систематический характер по единообразным методическим подходам. Все сборы и комплексное изучение собранного материала подкреплены теоретическими разработками Н. И. Вавилова, которые публикуются в монографиях, сборниках статей и советских и зарубежных журналах. Основная цель этих исследований во Всесоюзном институте растениеводства была направлена на выведение и внедрение новых продуктивных сортов сельскохозяйственных культур, которые, по данным Н. И. Вавилова, занимали в СССР посевные площади свыше 2 млн га.

Идеи Н. И. Вавилова, его теоретические концепции и деятельность ВИР в 1950-е, 1960-е и 1970-е годы сыграли важную роль в организации и развитии генетических банков Европы, а также в деятельности ФАО, IPGRI и других международных организаций. В дальнейшем по маршрутам, намеченным Вавиловым, следовали не только советские, но и многочисленные зарубежные экспедиции с целью сбора исходного материала для селекции. С 1946 по 2023 г. специалисты ВИР провели более 1000 экспедиций в различные регионы СССР, СНГ и России и более 120 экспедиций на пяти континентах мира с целью сбора генетического разнообразия. Весь собранный материал всесторонне изучался и рассылался на опытные станции ВИР.

Сотрудники ВИР приняли активное участие в создании Международных классификаторов стран членов СЭВ по многим сельскохозяйственным культурам, которые были положены в основу создания Multicrop Descriptor Lists по различным культурам под руководством IPGRI. Гарантированному сохранению мировой коллекции ВИР всегда уделялось большое внимание, и в 1976 г. на Кубанской опытной станции ВИР было построено хранилище семян с тремя подземными этажами. В настоящее время институт располагает хранилищами различного типа: +4°C, -10°C, -20°C и криогенное хранение.

На сегодняшний день в мировой коллекции ВИР сохраняется более 320 000 образцов культурных растений и их диких родичей, относящихся к более чем 2500 разновидностям, более 21 690 видам, 376 родам и 64 семействам. Гербарная коллекция ВИР насчитывает более 250 000 гербарных листов, собранных в различных регионах России и странах мира.

Процесс контролируемого сохранения коллекционных образцов в мире имеет непродолжительную историю, которая составляет не более 70 лет. В настоящее время многие исследователи задаются вопросом: изменяется ли генетически семенной образец коллекции, хранящийся в генном банке с течением времени? В мире насчитывается 2000 генных банков, в которых хранится свыше 7,4 млн образцов генетических ресурсов растений, более 16 500 видов, и около двух миллионов образцов (27%) считаются уникальными.

Работа генных банков на национальном и международном уровне связана с адекватностью финансирования и другими факторами, которые часто влияют на сохранность конкретных образцов коллекции. Кроме того, на образец коллекции при длительном хранении воздействуют внутренние генетические (эволюционные) факторы, которые необходимо учитывать в работе каждого генного банка. Образец, попадая в генный банк, должен быть размножен, и уже на этом этапе размноженные семена могут иметь измененные генетические профили по сравнению с исходным образцом (оригиналом), так как на него могут воздействовать четыре эволюционные фактора: отбор, мутация, генетический дрейф и поток генов, действующий в различных условиях хранения генного банка.

ВИР надежно сохраняет идентичность образцов коллекции на основе морфологических (внутривидовых систематических) признаков, которые были и остаются базовым инструментом в работе отделов генетических ресурсов растений. В то же время учет влияния эволюционных (генетических) факторов в работе генбанка позволит улучшить разработку эффективных рабочих процедур и будет способствовать долгосрочному сохранению коллекционных образцов. Проблемы искусственного отбора, точечных мутаций, генетического дрейфа и потока генов у различных видов растений, вероятно, должны стать центральными при эффективном сохранении уникальных образцов мировой коллекции ВИР.

В настоящее время деятельность ВИР как Национального центра генетических ресурсов растений и развитие законодательной базы по этому вопросу позволяют эффективно отвечать на новые вызовы по систематическому сбору, комплексному изучению, надежному сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений в Российской Федерации.

Ключевые слова: Н.И. Вавилов, культурные растения, дикие родичи, Бюро по прикладной ботанике, Национальный центр генетических ресурсов растений

Благодарности: Работа выполнена в рамках реализации Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений по соглашению с Минобрнауки России от 15 февраля 2024 года № 075-02-2024-1090.

Для цитирования: Лоскутов И.Г. Систематический сбор, комплексное изучение, надежное сохранение и устойчивое использования генетических ресурсов зерновых культур: 130-летний опыт ВИР. *Бюллетень ВИР*. 2024;(243):11-20.

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

© Лоскутов И.Г., 2024

REVIEW ARTICLES

Review article

Systematic collection, comprehensive study, safe conservation, and sustainable use of grain crop genetic resources: 130 years of experience at VIR

Igor G. Loskutov^{1, 2}

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

² St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Igor G. Loskutov, i.loskutov@vir.nw.ru

The Bureau of Applied Botany was organized in 1894 under the Scientific Committee of the Ministry of Agriculture and State Property of the Russian Empire. In 1900, with R. E. Regel joining the Bureau, collections and evaluation of the Russian diversity of barley varieties began, and in 1905, when Regel was elected Head of the Bureau, this activity acquires a systematic character. In 1920, when N. I. Vavilov came to work at the Department of Applied Botany, all its activities were raised to a higher level. He organized famous explorations on five continents, significantly expanded the network of experiment stations and experiment sites for the evaluation and regeneration of the collected material, and set up a basis for the use of this material in breeding practice. All the work acquired a systematic character and employed uniform methodological approaches. All collection activities and evaluation of the collected material were supported by the development of Vavilov's concepts published in monographs, collections of articles, and Soviet and foreign journals. The main goal of the work carried out at the All-Union Institute of Plant Industry was aimed at breeding new productive varieties of agricultural crops, which, according to Vavilov, occupied over 2 mln ha of crop areas in the USSR.

In the 1950s, 1960s and 1970s, Vavilov's ideas, his theoretical concepts and the activities of VIR played an important role in the organization and development of genebanks in Europe, as well as in the activities of FAO, IPGRI and other international organizations. Subsequently, not only Soviet, but also numerous foreign collecting missions followed the routes outlined by Vavilov to collect the initial material for breeding. From 1946 to 2023, VIR specialists conducted more than 1,000 collecting missions to various parts of the USSR, CIS, and Russia, and over 120 ones across five continents of the world to collect genetic diversity. All the collected material was comprehensively evaluated and propagated in the network of VIR experiment stations.

VIR took an active part in the creation of International Descriptors of COMECON countries for many agricultural crops, which formed the basis for the creation of the Multicrop Descriptor Lists under the guidance of IPGRI. Great attention has always been paid to the safe preservation of the VIR global collection, therefore a seed storage facility with three underground floors of storage space was built in 1976 at the Kuban Experiment Station of VIR. Currently, the Institute employs facilities for seed storage at +4°C, -10°C, and -20°C, as well as a cryogenic storage facility. Today, the VIR global collection contains more than 320,000 accessions of cultivated plants and their wild relatives, belonging to more than 2,500 botanical varieties, more than 2,1690 species, 376 genera, and 64 families. The VIR herbarium collection contains over 250,000 herbarium sheets collected in various regions of Russia and countries of the world.

The history of controlled preservation of collection accessions in the world numbers no more than 70 years. Currently, many researchers are curious whether plant germplasm accessions preserved in a genebank change genetically over time. There are 2,000 genebanks in the world that preserve over 7.4 million accessions of plant germplasm of more than 16,500 species, and about two million accessions (27%) are considered unique. The work of genebanks at the national and international level is influenced by the adequacy of funding and other external factors that often affect the safety of specific accessions of the collection. In addition, an accession under the long-term storage is affected by internal genetic (evolutionary) factors that must be taken into account in the work of a genebank. An accession entering the genebank should be regenerated and multiplied, and already at this stage the accession can have an altered genetic profile compared to that of the initial (original) specimen, since it can be affected by four evolutionary factors: selection, mutation, genetic drift and gene flow, acting in different preservation conditions of a genebank.

VIR reliably preserves the identity of collection accessions based on morphological (intraspecific systematic) features, which were and remain the

basic tool in the work of the plant genetic resources departments. At the same time, taking into account the impact of evolutionary (genetic) factors in genebank operations will improve the development of effective working procedures and will benefit the long-term conservation of collection accessions. The problems of artificial selection, point mutations, genetic drift and gene flow in different plant species are likely to become central to the effective conservation of the unique accessions of the VIR global collection. At present, the activities of VIR as the National Center for Plant Genetic Resources, and the development of related legislative framework in Russia facilitate finding an effective solution to new challenges in the spheres of systematic collection, comprehensive evaluation, safe conservation, and sustainable use of plant genetic resources in the Russian Federation at a new level.

Keywords: N.I. Vavilov, cultivated plants, wild relatives, Bureau of Applied Botany, National Center for Plant Genetic Resources

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the implementation of the Development Program of the National Center for Plant Genetic Resources under the Agreement with the Ministry of Education and Science of Russia dated February 15, 2024 No. 075-02-2024-1090.

For citation: Loskutov I.G. Systematic collection, comprehensive study, safe conservation, and sustainable use of grain crop genetic resources: 130 years of experience at VIR. *VIR Bulletin*. 2024;(243):11-20. (In Russ.).

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

© Loskutov I.G., 2024

Исторические предпосылки

Бюро по прикладной ботанике было организовано в 1894 г. при Ученом комитете Министерства земледелия и государственных имуществ Российской империи. В начальный период своей деятельности Бюро имело, в основном, чисто информационные функции и размещалось только в личных кабинетах первых заведующих (А. Ф. Баталина, А. А. Фишер фон Вальдгейма и И. П. Бородина). В 1900 г., с приходом в Бюро Р. Э. Регеля, начинаются сборы и изучение российского разнообразия сортов ячменя и некоторых зерновых культур, а с 1905 г., когда он становится заведующим Бюро по прикладной ботанике, эта деятельность приобретает систематический характер с использованием географического принципа сбора и изучения растительного материала. Он изучает собранную им коллекцию российского ячменя на полях своего имения на Кавказе, а с 1907 г. — и на других станциях Бюро, используя единую методику (Loskutov, 1999).

С приходом в Бюро К. А. Фляксбергера осуществилась мечта Р. Э. Регеля об издании «Трудов Бюро по прикладной ботанике», которые начали выходить вместе с приложениями с 1908 г. по 12 номеров в год (Sokolova, Kotelkina, 2018). Кроме исследовательских материалов, что очень важно, «Труды» помещали много методических статей по изучению культурных растений. В первом томе «Трудов Бюро по прикладной ботанике» (1908) были опубликованы «Правила для производства однообразных посевов хлебных злаков при сравнительно-ботанических исследованиях» (Rules..., 1908) и обращения к хозяевам о сборе и присылке образцов пшеницы, полбы и сорных растений (Regel, 1908a, 1908b). В Приложении № 1 к этому тому была опубликована статья А. И. Мальцева «Изучение возделываемых растений, как основа развития отраслей сельского хозяйства» (Malzev, 1908).

В 1911 году на I Съезде деятелей по селекции сельскохозяйственных растений в Харькове Р. Э. Регель делает доклад, посвященный результатам изменчивости растений в зависимости от географии посева, которые были организованы на филиальных отделениях и вспомогательных участках Бюро. Доклад Р. Э. Регеля произвел большое впечатление на слушателей и на молодого, принимавшего участие в работе съезда Н. И. Вавилова, где произошло их знакомство.

При участии Р. Э. Регеля в Государственную Думу был внесен закон «О насаждении сельскохозяйственных опытных учреждений», который с доработками и уточнениями утверждается и высочайше подписывается в 1912 г. Этот закон предписывал всем областным учреждениям государственной опытной сети создавать селекционные отделы. На основании этого к 1915 г. в России открылось 12 специализированных селекционных станций, еще 30 опытных станций и полей имели отделы селекции или занимались селекцией различных культур (Loskutov, 2009).

Еще до переезда из Саратова в Петроград, в конце 1920 г., Н. И. Вавилов в письме Г. С. Зайцеву формулирует свои задачи по реорганизации Отдела прикладной ботаники и селекции и говорит, что хотел бы сделать Отдел нужным учреждением, возможно полезным для всех. Собрать со всего Света сортовой материал, привести в порядок, сделать из Отдела хранилище всех богатств культур, флоры, наладить издание «*Flora culta*», ботанико-географического изучения всех сельскохозяйственных растений (Vavilov, 1980).

В 1923 г. в письме Д. Н. Бородину Н. И. Вавилов пишет: «С нынешнего года, наконец, удалось Отдел прикладной ботаники привести в веру православную. Восемь лет он существовал, в сущности, как гербарное учреждение. Все огромные материалы, которые скопились,

потеряли всхожесть...

В нынешнем году огромные материалы высеяны в Туркестане, Воронеже и других пунктах. Всего до 45 тысяч образцов во всех пунктах от Мурмана до Туркестана и от Литвы до Иркутска. Много не вошло... но, во всяком случае, долг чести – все что есть, иметь в живом виде и гербарное учреждение превратить в большое опытное учреждение с филиалами по всей территории. Нынешний год, в сущности, первый год нормального развертывания посевов» (Vavilov, 1994, с. 83).

С этого времени весь собранный коллекционный материал сотрудники начинают систематически комплексно изучать и размножать по единым методическим указаниям на станциях, принадлежащих Отделу, а именно: на Степной опытной станции в Воронежской губернии, на Московском отделении, на Туркестанском отделении при Ташкентском государственном университете, на Северо-Двинском отделении и на Мурманском отделении.

В одном из своих писем в 1923 г. Н. И. Вавилов пишет о первых успехах организации сети станций: «В 1921 году была открыта большая Центральная станция в Детском Селе под названием «Центральная станция прикладной ботаники и селекции», в настоящее время имеющая свой опытный участок, свои постройки и оборудование и являющаяся крупнейшим селекционным учреждением всей Северной и Северо-Западной области» (Vavilov, 1980, с. 144). Эта станция с момента своего образования имела следующие отделения: Воронежское, Восточно-Сибирское, Московское, Новгородское, Саратовское, Северо-Двинское и Туркестанское.

Все подразделения, которые ранее занимались сбором и изучением отдельных культур, объединяются в Отдел полевых культур – это отделения хлебных злаков, бобовых, масличных, прядильных и луговых культур и сорных, огородных и садовых растений. Кроме того, в управление отделом была передана сеть из 55 пунктов для проведения географических опытов в различных регионах Советского Союза.

С приходом в Отдел прикладной ботаники Н. И. Вавилова все задачи этого учреждения были поставлены на более высокий уровень. Он организует знаменитые экспедиционные обследования на пяти континентах мира, значительно расширяет географическую сеть опытных станций и опорных пунктов для комплексного изучения и размножения собранного материала, и готовит основу для их устойчивого использования в селекционной практике. Все работы приобретают систематический характер по единообразным методическим подходам. Все сборы и изучение собранного материала подкреплены его теоретическими разработками, которые публикуются в монографиях, сборниках статей, в советских и зарубежных журналах.

В предисловии своей незаконченной книги «Пять континентов» Н.И. Вавилов пишет: «Американский опыт интродукции дает много поучительного, но совершенно ясно, что в нем отсутствовала одна основная идея,

которая неизбежно должна быть главенствующей в такого рода изысканиях, – идея ботанической географии, идея эволюции растительного мира, последовательности этапов, изменчивости в пространстве и во времени, свойственной культурным и диким растениям. Соответственно в план наших экспедиций и путешествий было положено учение о происхождении культурных растений, об их эволюции; соответственно разрабатывались маршруты и проводились сборы.

Сравнение работ в США и СССР свидетельствует, что удачной эклектике американских исследований противостоит систематическое ботаническое изучение нами очагов начального видообразования и дальнейших этапов расселения культурных растений» (Vavilov, 1987, с. 13).

Для реализации своих идей Николай Иванович заботливо подбирал сотрудников, а потом столь же заботливо следил за их ростом. Он очень широко и смело приглашал ведущих ученых для организации в институте новых лабораторий и отделов. Имена Р. И. Аболина, В. Г. Александрова, И. А. Веселовского, П. М. Жуковского, Н. Н. Иванова, М. И. Княгиничева, Г. А. Левитского, Н. А. Максимова, В. В. Пашкевича, В. И. Разумова, Г. Т. Селянинова, Г. Д. Карпеченко, К. М. Чинго-Чингаса и многих других золотыми буквами вписаны в летопись института и Пушкинских лабораторий ВИР.

С осени 1923 г. институт осуществляет географические посевы с целью изучения эколого-географических закономерностей онтогенеза важнейших культурных растений с использованием постоянных, временных опытных станций и опорных пунктов в контрастных условиях. Основы такого изучения были заложены в Бюро по прикладной ботанике во времена Р. Э. Регеля. Первоначально эти опыты проводились лишь в 25 пунктах (Loskutov, 2009).

В письме к Г. С. Зайцеву в 1923 г. Н. И. Вавилов пишет: «Отдел прикладной ботаники и селекции Сельскохозяйственного ученого комитета с текущего года организует систематические исследования изменчивости сортов возделываемых растений в различных областях Европейской и Азиатской России.

Для обширной территории Европейской и Азиатской России вопрос о морфологических и физиологических изменениях, претерпеваемых одними и теми же сортами в различных областях, различных условиях, имеет огромное значение» (Vavilov, 1980, с. 102).

В 1924 г. Н. И. Вавиловым была развернута огромная сеть государственного испытания новых и интродуцированных сортов в СССР, по географическому принципу, что позволяло дополнять данные географических опытов. С этой целью по инициативе Н. И. Вавилова был создан Отдел сортоиспытания. Результаты первой серии географических опытов были доложены Н.И. Вавиловым в 1927 г. на заседании Научного совета Международного сельскохозяйственного института в Риме (Италия). В своем докладе «О предварительных результатах географических опытов в СССР» Н. И. Вавилов сообщил, что руководимый им институт приступил к выявлению зако-

нов индивидуальной географической изменчивости, т. е. изменчивости одних и тех же генотипов в зависимости от различных географических факторов (Vavilov, 1927). После доклада было принято решение о необходимости проведения географических опытов с главнейшими хлебными злаками в международном масштабе на основе методов Н. И. Вавилова (Loskutov, 2009).

Начиная с 1927 г. изучение ведется в 115 пунктах. Начиная с 1932 г. Н.И. Вавилов приступает ко второй, более масштабной серии географических опытов, для чего внутри Института было создано специальное Бюро географии культурных растений. В изучение были включены, кроме полевых и овощных культур, также клубнеплоды, корнеплоды, ягодные и плодовые культуры.

«Следующим этапом, к которому мы уже фактически приступили по ряду культур, является селекционное освоение исходного материала путем разработки учения о подборе пар применительно к различным условиям, как посредством внутривидовой, так и отдаленной гибридизации. Современное развитие генетики, чрезвычайно расширяющее селекционное освоение исходного материала включительно до отдельных видов, и физиологические исследования нашего времени, дают новые перспективы» (Vavilov, 1965, с. 685).

Н. И. Вавилов отметил и проведенную институтом растениеводства большую практическую работу по выведению и внедрению новых сортов сельскохозяйственных культур. *«Самим Институтом при помощи его станций введено в производство 254 сорта, половина из которых приходится на плодовые и ягодные культуры. В эту цифру не входят 63 сорта, введенных в широкую культуру путем производственной интродукции по рекомендации Института и на основе его опытных данных. Помимо этого, уже в настоящее время 52 сорта выведено другими учреждениями из коллекций Института растениеводства. В государственном сортоиспытании находится свыше 200 сортов, многие из которых являются чрезвычайно перспективными. В общей сложности из мировой коллекции выведены сорта, занимающие в настоящее время свыше 2 млн. га...»* (Vavilov, 1965, с. 686).

В развитии научной программы Н. И. Вавилова можно выделить два этапа:

Первый (1917–1929 гг.) – мобилизация и изучение генофонда культурных растений и их диких родичей на земном шаре.

Второй (1929–1940 гг.) – осуществление широкого научного синтеза, построение теоретических основ биологии и практической селекции.

Многолетние исследования генетического потенциала культурных растений и их диких родичей, работы по систематике и внутривидовой классификации культурных растений и выделению исходного материала для селекции обобщались сотрудниками института в томах «Культурной флоры СССР», начавшей выходить по инициативе Н. И. Вавилова в 1930-е годы, и в отдельных монографиях по различным культурам (Loskutov, 2009).

Теоретические и методологические исследования, проводимые Н. И. Вавиловым и его сотрудниками, не были забыты и позволили установить совершенно новые факты, радикально изменившие представление о происхождении и разнообразии важнейших культур. Впоследствии его соратниками и коллегами были получены новые данные, подтверждающие и расширяющие представления о центрах происхождения культурных растений.

С 1952 г. в институте возобновляются и географические посеы. Эти исследования проводились под непосредственным руководством академика П. М. Жуковского. В начале для проведения третьей серии опытов были взяты только яровые культуры, а с началом четвертой – в 1957 г. – и расширенный состав различных озимых культур. Результаты третьей серии исследований внесли некоторые существенные дополнения и уточнения в данные предыдущих серий, в том, что касалось изменчивости качественного состава белка и масла.

В четвертой серии наряду с морфологическими и биологическими признаками, в первую очередь, изучались фракционный и аминокислотный состав белка и показатели преломления масла. На основе этих данных с 1958 г. начинают издаваться тома второго дополненного издания «Биохимии культурных растений» (Biochemistry..., 1958; 1961).

С конца 1950-х годов институт расширяет свою деятельность, и с этого времени в систему ВИР входят: Устиновская опытная станция в Полтаве (Украина, 1954 г.), Московское отделение в г. Михнево (Московская обл., 1957 г.), Екатерининская опытная станция (Тамбовская обл., 1957 г.), Крымская опытно-селекционная станция в г. Крымск (Краснодарский край, 1958 г.), Волгоградская опытная станция в Волгограде (1958 г.), Астраханская опытная станция в Астрахани (1966 г.). Они наравне с Майкопской (г. Майкоп), Кубанской (ст. Кавказская), Дагестанской (г. Дербент), Дальневосточной (г. Владивосток), Крымской помологической (г. Севастополь (Украинская ССР, в настоящее время РФ), Приаральской (г. Челкар, Казахская ССР), Туркменской (г. Кара-Кала, Туркменская ССР) станциями и Среднеазиатским филиалом ВИР (г. Ташкент, Узбекская ССР) стали базовыми для поддержания образцов коллекции и изучения генофонда растений.

Идеи Н. И. Вавилова, его теоретические концепции и деятельность ВИР в 1950-е, 1960-е и 1970-е годы сыграли важную роль в организации и развитии генетических банков Европы, а также в деятельности ФАО, CGIAR, IPGRI и других международных организаций.

Впоследствии не только советские и российские, но и многочисленные зарубежные экспедиции отправлялись по маршрутам, намеченным им для сбора исходного материала для селекции. Известно, например, что ученые США за 50 лет провели 101 экспедицию, из них 75 – в указанные Вавиловым центры. Растениеводы Австралии в 1967–1976 гг. организовали 59 экспедиций, из них 45 – в центры происхождения.

Специалисты ВИР, продолжая традиции Н. И. Вави-

лова, с 1946 по 2023 г. провели более 1000 экспедиций в различные уголки СССР и СНГ и более 120 экспедиций по пяти континентам мира для сбора местного, селекционного и генетического материала и образцов диких родичей культурных растений. Весь этот материал комплексно изучался и размножался в сети опытных станций ВИР по единой методике (Loskutov, 2009).

Важнейшей частью международной деятельности ВИР в 1960–1980-е гг. была организация и проведение работ по систематическому сбору, комплексному изучению и эффективному использованию генетических ресурсов растений в рамках Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), который объединял СССР, социалистические страны Восточной Европы и Монголию.

При этом, большое внимание уделялось разработке унифицированной документации для облегчения обмена и накопления информации по различным вопросам, связанным с генетическими ресурсами растений. На основе классификаторов признаков, разработанных в ВИР, начиная с 1973 г. были созданы международные классификаторы для изучения большинства сельскохозяйственных культур. В 1973 г. был выпущен первый подобный «Международный классификатор рода *Triticum* L.» В дальнейшем этот и другие классификаторы были использованы МИГРП (IPGRI) при подготовке классификаторов (Descriptor Lists) по различным культурам. В результате многолетнего сотрудничества было опубликовано 42 международных классификатора по основным сельскохозяйственным культурам. Итогом такой программы сотрудничества стало создание и становление национальных программ Восточноевропейских стран; создание в середине 1980-х гг. генетических банков растений длительного хранения в Болгарии, Польше, Чехословакии, ГДР с вавиловской концепцией мобилизации и изучения растительных ресурсов, проведения сбора и сохранения генетических ресурсов растений, главным образом местного растительного разнообразия, для его изучения и дальнейшего использования в национальных селекционных программах (Aleksanyan, 2002).

Таким образом, эта комплексная программа по сбору, сохранению и изучению генетических ресурсов растений, объединившая усилия многочисленных научных учреждений и специалистов шести стран, внесла большой вклад в теорию и практику сельскохозяйственного производства стран восточной Европы.

По примеру созданного Н. И. Вавиловым в 1920-е годы отделения Отдела прикладной ботаники и селекции в США, в 1970-е годы ВИР при поддержке ВАСХНИЛ были организованы зарубежные опорные пункты в Мексике – Селайский опорный пункт ВИР и опорный пункт в окрестностях г. Акапулько как новый и эффективный путь привлечения эндемичных видов важнейших сельскохозяйственных культур в генофонд ВИР. В январе 1983 г. был открыт опорный пункт во Вьетнаме – Северный пункт при НИИСХ СРВ в г. Ханое, а в сентябре 1983 г. – Южный пункт в г. Хошимине. Для своей научной деятельности оба пункта были полностью снабжены всем необходимым оборудованием и материалами, доставленными из СССР.

На обоих пунктах научные исследования по изучению образцов из коллекции ВИР и местного материала проводили совместные коллективы советских и вьетнамских специалистов (Loskutov, 2009).

ВИР плодотворно сотрудничал с Международным институтом генетических ресурсов растений (IPGRI) с 1980 г. в рамках программы «Сбор, сохранение и оценка мировых генетических ресурсов с целью их использования в селекции». На основании этой программы сотрудники института активно участвовали в 16 рабочих группах (*Allium*, *Avena*, *Barley*, *Beta*, *Brassica*, *Cucurbits*, *Fibre Crops* (Flax and Hemp), *Forages*, *Grain Legumes*, *Leafy Vegetables*, *Malus/Pyrus*, *Potato*, *Prunus*, *Solanaceae*, *Umbellifer Crops*, *Wheat Working Groups*) ЕКПГР – Европейской кооперативной программы по генетическим ресурсам.

Для сохранения уникальной коллекции, начиная с 1946 г. в ВИР были заложены опыты по длительному хранению образцов различных культур в контролируемых условиях. Полученные результаты позволили найти оптимальные сроки, температуру и условия хранения образцов коллекции в виде подсушенных семян, помещенных в герметичную тару.

Система низкотемпературного хранения (+5...+7°C) генетических ресурсов растений начала создаваться в ВИР в середине 1950-х гг., в 1969 г. это хранилище было реконструировано и усовершенствовано. Для этого были выделены специальные помещения в институте, где до конца 1980-х гг. сохранялся значительный объем коллекции ВИР. Гарантированному сохранению мировой коллекции ВИР всегда уделялось большое внимание, и в 1976 г. на Кубанской опытной станции ВИР было построено хранилище семян с тремя подземными этажами.

Драматические изменения, произошедшие в Советском Союзе в начале 90-х годов XX века, непосредственно повлияли на деятельность института. Хотя ответственность ВИР за сохранение коллекции оставалась та же, но методы и подходы, требуемые для ее выполнения, должны были полностью измениться. С распадом СССР ВИР потерял ряд опытных станций, на которых размножался и изучался материал мировой коллекции. Не поступали средства на приобретение техники и оборудования для института и опытных станций, слабо финансировались работы по размножению коллекций и научные исследования института. К чести большинства научных сотрудников и обслуживающего персонала института и опытных станций, они остались верны своему делу, прилагая максимум усилий для сохранения и должного изучения, заложенного Н.И. Вавиловым и его соратниками, мирового генофонда ВИР (Loskutov, 2009).

Современное состояние

С начала нового века разработка научных основ систематики растений в связи с проблемами прикладной ботаники, таксономии, интродукции, селекции, растениеводства позволили привлечь в коллекцию ВИР ценный генофонд культурных растений и их диких родичей для

использования в качестве исходного материала при создании качественно новых сортов. На сегодняшний день мировая коллекция ВИР насчитывает более 320 000 образцов культурных растений и их диких родичей, относящихся к более 2500 разновидностям более 21 690 видам 376 родам и 64 семействам. Коллекция гербария ВИР содержит более 250 000 гербарных листов, собранных в различных регионах России и континентах мира.

В настоящее время в хранилищах Кубанского генетического банка семян – филиала ВИР при низких положительных (+4,5°C) и отрицательных температурах (–5,0°C и –20,0°C) хранится 336 396 единиц хранения образцов семян различных сельскохозяйственных культур, в том числе из других научных учреждений – около 17 000 образцов. На начало 2024 г. в низкотемпературных *ex situ* хранилищах ВИР в Санкт-Петербурге находится 438 951 образец семян коллекции генетических ресурсов растений ВИР, информация о которых внесена в базу данных хранящегося материала: на среднесрочном хранении – 308 481 образец, на длительном – 130 470 образцов.

На хранение в контролируемых условиях *in vitro* по современным технологиям отделом биотехнологии ВИР было переведено 1134 образца, в том числе 1081 образец вегетативно размножаемых культур умеренного климата, из них: 656 образцов картофеля, 21 образец луковых, 348 образцов ягодных и плодовых культур и 53 образца декоративных культур (Loskutov, 2024).

В 2004 г. в Генбанке ВИР было установлено криогенное оборудование, что позволило начать работы по криоконсервации (Filipenko, 2007). Здесь в настоящее время сохраняются в парах жидкого азота 1880 образцов пыльцы, 1130 образцов черенков различных плодовых культур и винограда, а также 409 образцов апикальных меристем, из них картофеля 384 образца, малины – 21 образец, 3 образца белой смородины и 1 образец черной смородины.

Географический принцип хранения образцов на станциях ВИР остается главенствующим со времен Н.И. Вавилова. Все образцы, в основном больших коллекций по зерновым культурам, на основе агроэкологической классификации Н.И. Вавилова с учетом климатических аналогов распределяются по дублетным коллекциям на станции института для комплексного изучения, гарантированного размножения и надежного сохранения. Совмещение долгосрочного хранения в Кубанском генном банке и краткосрочного хранения в рабочих и дублетных коллекциях на опытных станциях и в рабочих коллекциях в самом институте позволяет комплексно и наиболее надежно сохранять образцы. Кроме того, в основе работы с коллекциями института лежит тщательно разработанная (до уровня разновидностей) ботаническая классификация каждого рода и вида. При гарантированном сохранении этого разнообразия большое внимание уделяется паспортной информации каждого поступающего образца, особенно истинному месту его географического происхождения, правильно-му (оригинальному) его названию и номеру организа-

ции донора, что важно для своевременного выявления дублетов коллекции (Loskutov, 2024).

В период с 2007 по 2023 г. по настоящее время по результатам комплексной оценки более 100 000 образцов зерновых, зерновых бобовых, масличных, плодово-ягодных, овощных культур по важнейшим хозяйственно ценным и биохимическим признакам качества выделено более 6700 источников для различных направлений селекции. На жестких инфекционных фонах изучено более 26 000 образцов различных культур по устойчивости к болезням и вредителям. Выделено более 970 источников высокой устойчивости. Исследована эффективность источников устойчивости различных культур к популяциям вредных организмов – возбудителей листовой ржавчины, темно-бурой листовой пятнистости и фузариоза колоса пшеницы, ячменя и овса; сетчатой пятнистости, пыльной и каменной головни ячменя; коккомикоза вишни; обыкновенной злаковой тли на сорго. Проведен скрининг более 5250 образцов генофонда культурных растений на устойчивость к абиотическим факторам среды, выделено более 500 источников ценных физиологических признаков (слабая ФПЧ и скороспелость, толерантность к избытку подвижного алюминия, холодо- и засухоустойчивость). Таким образом, только за последние 5 лет (с 2019 по 2023 г.) в ВИР выделены 6820 источников хозяйственно ценных признаков и созданы 19 доноров ценных генов. С 2013 года ВИР зарегистрировал почти 130 патентов. Все выделенные и созданные генетические источники и доноры рассылаются в ведущие селекционные учреждения РФ. За этот же период на основе источников и доноров ВИР в селекционных и НИУ создано и допущено к использованию в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации 203 новых сорта большинства сельскохозяйственных культур. Сотрудники ВИР создали 98 сортов экономически значимых культур, включенных в Госреестр селекционных достижений РФ, получили 47 патентов и 102 авторских свидетельства на сорта (Loskutov, 2024).

Процесс контролируемого сохранения коллекционных образцов в мире насчитывает непродолжительную историю, которая составляет не более 70 лет. В настоящее время многие исследователи задаются вопросом: **Изменяется ли генетически семенной образец коллекции, хранящийся в генном банке с течением времени?** (Fu, 2024).

В настоящее время 2000 генных банков по всему миру хранят более 7,4 миллионов образцов зародышевой плазмы более 16 500 видов растений, и около двух миллионов (27%) из них считаются уникальными (FAO, 2010; Engels, Ebert, 2024).

Генный банк требует адекватного финансирования для персонала, инфраструктуры для систем информационных технологий (ИТ) и прикладных исследований для разработки технологий для улучшения его работы. Так, бюджет Национальной системы зародышевой плазмы растений США в 54,5 млн долларов США увеличился в 2023 г. на 16,2% по сравнению с 1994 г., а число образцов коллекции в тоже время увеличилось на

39,1% (с 445 879 образцов в 1994 г. до 620 254 образцов в 2024 г.) (Fu, 2024).

Опросы ФАО показали, что 37% обследованных генных банков при недостатке финансирования сообщили об отставании в размножении материала в 2010 г. (FAO, 2010), при том, что только 5,7% указанных коллекций были восстановлены в 2014 г., а еще 137 000 образцов нуждались в срочном размножении (FAO, 2016). Аналогичным образом, обширные отставания были недавно определены как самая серьезная операционная проблема и для Американского генного банка.

Данные по сохранению семенных коллекций из семи генных банков Международной консультативной группы по сельскохозяйственным исследованиям (CGIAR) (Hay et al., 2021) выявили несколько проблем по мониторингу жизнеспособности семян, включая неадекватную систему управления информацией с ошибками и потерей данных, неадекватные процедуры тестирования жизнеспособности с недостаточным количеством зарегистрированных данных и другие проблемы (Fu, 2024).

Работа генных банков на национальном и международном уровне связана с адекватностью финансирования и другими внешними факторами, которые часто влияют на сохранность конкретных образцов коллекции. В настоящее время были определены 10 наиболее критических уязвимостей генных банков семян растений по всему миру. К ним относятся: 1) недофинансирование генных банков; 2) отставание в сроках размножения и потеря генетической целостности образца; 3) ослабление политической поддержки генных банков; 4) отсутствие адекватных методов описания и изучения (фенотипирование и генотипирование) образцов; 5) обновление информационных систем генбанка; 6) неполный охват разнообразия (по культурным и диким (родичам) видам) и недостаточный объем генного банка; 7) ухудшение поддержки генного банка со стороны заинтересованных сторон; 8) несбалансированная поддержка исследований; 9) отсутствие профессиональной подготовки в области сохранения зародышевой плазмы; 10) прекращение деятельности генного банка – это реальность (Fu, 2017).

Кроме того, на образец коллекции при длительном хранении воздействуют внутренние генетические (эволюционные) факторы, которые необходимо учитывать в работе каждого генного банка. Образец, попадая в генный банк, должен быть размножен и уже на этом этапе размноженные семена могут иметь измененные генетические профили по сравнению с исходным образцом (оригиналом), так как на него могут воздействовать четыре эволюционных фактора: отбор, мутация, генетический дрейф и поток генов, действующие в различных условиях хранения генного банка. Уникальной особенностью сохраняемого образца является среда, в которой он сохраняется: низкотемпературные условия длительного хранения и полевая или естественная среда для размножения образцов. Эти среды могут отличаться от тех, что существовали при произрастании естественной популяции растений, но четыре эволюционных фактора все еще могут воздействовать на образец с разной

силой и направленностью на разных этапах сохранения (Fu, 2024).

И поэтому учет воздействия эволюционных (генетических) факторов в операциях генного банка улучшит разработку эффективных рабочих процедур и принесет пользу для долгосрочного сохранения образцов коллекции. В настоящее время проблемы искусственного отбора, точечных мутаций, генетического дрейфа и потока генов у различных видов растений, вероятно, должны стать центральными при эффективном сохранении уникальных образцов мировой коллекции ВИР.

На основе многолетних традиций ВИР надежно сохраняет идентичность образцов коллекции на основе морфологических (внутривидовых систематических) признаков, которые были и остаются базовым инструментом в работе отделов генетических ресурсов растений. Для устойчивого и эффективного использования генетических ресурсов ВИР проводит традиционное комплексное изучение всего разнообразия культурных видов и их диких родичей (Loskutov et al., 2024). Для разностороннего статистического анализа результатов наблюдений, полученных при оценке образцов, хранящихся в коллекциях ГРР, используются методические пособия, где представлены наиболее известные статистические методы, используемые при анализе данных по изучению фенотипического разнообразия коллекций генетических ресурсов растений (Novikova, 2024).

Институт за последние 5 лет существенно активизировал комплексные исследования коллекции ВИР за счет реализации крупных научно-исследовательских программ, в том числе с привлечением в программы, координируемые ВИР, учреждений-партнеров, а также за счет участия ВИР в консорциумах (Loskutov et al., 2024).

В тоже время, в 2022 г. вышли два Указа Президента Российской Федерации, одним из которых на базе ВИР был создан Национальный центр генетических ресурсов растений, а вторым – Межведомственная комиссия по вопросам формирования, сохранения и использования коллекций генетических ресурсов растений (Khlestkina, 2022). В 2023 г. распоряжением Правительства РФ была утверждена Программа развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 гг., которая предусматривает формирование условий для развития научной и научно-технической деятельности в сфере генетических ресурсов растений, необходимых для обеспечения научно-технологического развития Российской Федерации и комплексного решения задач ускоренного развития генетических технологий. В настоящее время Национальный центр действует на основе закона «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях», который в 2024 г. был подписан Президентом Российской Федерации.

Мировая коллекция ВИР, которая начиналась как Российская коллекция культурных растений, выросла в одну из самых систематически собранных, комплексно изученных и представительных коллекций по генетическим ресурсам растений в мире. В ВИР работы, связанные с долговременным хранением образцов коллекции

разных культур, проводятся на протяжении длительного времени. В настоящее время деятельность ВИР как Национального центра генетических ресурсов растений и развитие законодательной базы по этому вопросу позволяют эффективно отвечать на новые вызовы по систематическому сбору, комплексному изучению, надежному сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений в Российской Федерации.

References / Литература

- Aleksanyan S.M. Agrobiodiversity and Geopolitics (Agrobioraznoobrazie i geopolitika). St. Petersburg: VIR; 2002. [in Russian] (Алексанян С.М. Агробiorазнообразие и геополитика. Санкт-Петербург: ВИР; 2002).
- Biochemistry of cultivated plants. Grain and cereal crops (Biokhimiya kul'turnykh rastenii. Khlebnye i krupyanye kul'tury). Vol. 1. 2nd ed. Moscow; Leningrad; 1958. [in Russian] (Биохимия культурных растений. Зерновые и крупяные культуры. Т. 1. 2 изд. Москва; Ленинград; 1958).
- Biochemistry of cultivated plants. Vegetable crops (Biokhimiya kul'turnykh rastenii. Ovoshchnye kul'tury). Vol. 2. 2nd ed. Moscow; Leningrad; 1961. [in Russian] (Биохимия культурных растений. Овощные культуры. Т. 2. 2 изд. Москва; Ленинград; 1961).
- Engels J.M.M., Ebert A.W. How can we strengthen the global genetic resources' conservation and use system? *Plants*. 2024;13:702. DOI: [10.3390/plants13050702](https://doi.org/10.3390/plants13050702)
- FAO (2010). The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources (Rome, Italy: FAO). Available from: <https://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/seeds-pgr/sow/sow2/en/> [accessed December 12, 2024].
- FAO (2016). Assessment of the implementation of the Second Global Plan of Action for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture 2012-2014. Executive summary. Available from: <http://www.fao.org/3/a-mr796e.pdf> [accessed December 12, 2024].
- Filipenko G.I. Development of the system of low-temperature storage and cryopreservation of the plant genetic resources at VIR. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2007;164:263-272. [in Russian] (Филипенко Г.И. Развитие системы низкотемпературного хранения и криоконсервации генофонда растений в ВИР имени Н.И. Вавилова. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2007;164:263-272).
- Fu Y.B. The Vulnerability of Plant Genetic Resources Conserved Ex Situ. *Crop Science*. 2017;57:2314-2328. DOI: [10.2135/cropsci2017.01.0014](https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0014)
- Fu Y.B. Will a plant germplasm accession conserved in a genebank change genetically over time? *Frontiers Plant Science*. 2024;15:1437541. DOI: [10.3389/fpls.2024.1437541](https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1437541)
- Hay F.R., Whitehouse K.J., Ellis R.H., Sackville Hamilton N.R., Lusty C., Ndjonjdop M.N., et al. CGIAR genebank viability data reveal inconsistencies in seed collection management. *Global Food Security*. 2021;30:100557. DOI: [10.1016/j.gfs.2021.100557](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100557)
- Khlestkina E.K. Genetic resources of 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)
- Loskutov I.G. Vavilov and his Institute. A history of the world collection of plant resources in Russia. Italy, Rome: IPGRI; 1999.
- Loskutov I.G. History of the world collection of plant genetic resources in Russia. St. Petersburg: VIR; 2009. [in Russian] (Лоскутов И.Г. История мировых коллекций генетических ресурсов растений в России. Санкт-Петербург: ВИР; 2009).
- Loskutov I.G. History of the world collection of plant genetic resources in Russia. 2nd revised and enlarged edition. St. Petersburg: VIR. [preprint] 2024. (in press) [in Russian] (Лоскутов И.Г. История мировых коллекций генетических ресурсов растений в России. 2-е издание, исправленное и дополненное издание. Санкт-Петербург: ВИР). [в печати] 2024.
- Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V., Safonova I.V. Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley, oats and rye. 5th ed., supplemented and revised. St. Petersburg: VIR; 2024. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В., Сафонова И.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя, овса и ржи. 5-е изд., доп. и перераб. Санкт-Петербург: ВИР; 2024).
- Loskutov I.G., Ukhatova Y.V., Khlestkina E.K. VIR: from a small Bureau in the Russian Empire to the present-day National Center for Plant Genetic Resources. *Genetic Resources*. [preprint] 2024. DOI: [10.46265/genresj.EVEF5522](https://doi.org/10.46265/genresj.EVEF5522)
- Malzev A.I. The study of cultivated plants as a basis for the development of agriculture sectors (Izuchenie vozdel'yvaemykh rasteniy kak osnova razvitiya otrasley selskogo khozyaystva). *Bulletin des Bureau für angewandte Botanik*. 1908; Suppl. 1:1-78. [in Russian] (Мальцев А.И. Изучение возделываемых растений как основа развития отраслей сельского хозяйства. *Труды Бюро по прикладной ботанике*. 1908; Прил. 1:1-78).
- Novikova L.Y. Methods for statistical processing of phenotypic data in plant genetic resources collections. St. Petersburg: VIR; 2024. [in Russian] (Новикова Л.Ю. Методы статистической обработки фенотипических данных коллекций генетических ресурсов растений. Санкт-Петербург: ВИР; 2024).
- Regel R.E. Appeal to owners to collect and send wheat and spelt samples (Obrashcheniye k khozyayevam o sbore i prisylke obraztsov pshenits i polb). *Bulletin des Bureau für angewandte Botanik*. 1908a;1(3-4):138. [in Russian] (Регель Р.Э. Обращение к хозяевам о сборе и присылке образцов пшеницы и полбы. *Труды Бюро по прикладной ботанике*. 1908a;1(3-4):138).
- Regel R.E. Appeal to owners to collect and send materials on weeds (Obrashcheniye k khozyayevam o sbore i prisylke materialov po sornym rasteniyam). *Bulletin des Bureau für angewandte Botanik*. 1908b;1(3-4):139-140. [in Russian] (Обращение к хозяевам о сборе и присылке материалов по сорным растениям. *Труды Бюро по прикладной ботанике*. 1908b;1(3-4):139-140).
- Rules for the production of uniform crops of cereals in comparative botanical studies. (Pravila dlya proizvodstva odnoobraznykh posevov zlakov pri sravnitel'no-botanicheskikh issledovaniyakh). *Bulletin des Bureau für angewandte Botanik*. 1908;1(1-2):86-89. [in Russian] (Правила для производства однообразных посевов злаков при сравнительно-ботанических исследованиях. *Труды Бюро по прикладной ботанике*. 1908;1(1-2):86-89).
- Sokolova E.A., Kotelkina I.V. Journal 'Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding': on the 110th anniversary of its foundation. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2018;179(3):332-357. [in Russian] (Соколова Е.А., Котелкина Е.В. Журнал «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции»: к 110-летию со дня основания. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2018;179(3):332-357. DOI: [10.30901/2227-8834-2018-3-332-357](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-332-357)
- Vavilov N.I. Five Continents (Pyat' kontinentov). Leningrad: Nauka; 1987. [in Russian] (Вавилов Н.И. Пять континентов. Ленинград: Наука; 1987).
- Vavilov N.I. Geographical patterns in the distribution of genes of cultivated plants. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 1927;17(3):411-428. [in Russian] (Вавилов Н.И. Географические закономерности в распределении генов культурных растений. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1927;17(3):411-428).
- Vavilov N.I. Selected Works. Problems of Origin, Geography, Genetics, Plant Breeding, Plant Growing and Agronomy (Izbrannye Trudy. Problemy proiskhozhdeniya, geografii, genetiki, seleksii rastenii, rastenievodstva i agronomii). Vol. 5. Moscow; Leningrad: USSR Academy of Sciences; 1965. [in Russian] (Вавилов Н.И. Избранные труды. Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений, растениеводства и агрономии. Т. 5. Москва; Ленинград: Академия наук СССР; 1965).
- Vavilov N.I. Scientific Heritage. Vol. 5. From the Epistolary Heritage. 1911–1928 (Nauchnoe nasledstvo. T. 5. Iz epistolyarnogo naslediya. 1911–1928). Moscow: Nauka; 1980. [in Russian] (Вавилов Н.И. Научное наследство. Т. 5. Из эпистолярного наследия. 1911–1928. Москва: Наука; 1980).
- Vavilov N.I. Scientific Heritage in Letters: International Correspondence. Vol. 1. The Petrograd Period. 1921–1927 (Nauchnoe nasledstvo v pis'makh: Mezhdunarodnaya perepiska. T. 1. Petrogradskii period. 1921–1927). Moscow: Nauka; 1994. [in Russian] (Вавилов Н.И. Научное наследство в письмах: Международная переписка. Т. 1. Петроградский период. 1921–1927. Москва: Наука; 1994).

Информация об авторе

Игорь Градиславович Лоскутов, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник, заведующий отделом генетических ресурсов овса, ржи, ячменя, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44; профессор, Санкт-Петербургский государственный университет, 199034 Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9, i.loskutov@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9250-7225>

Information about the author

Igor G. Loskutov, Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Chief Researcher, Acting Head of the Department of Oats, Rye, and Barley Genetic Resources, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia; Professor, St. Petersburg State University, 7–9 Universitetskaya Emb., St. Petersburg 199034, Russia, i.loskutov@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9250-7225>

Вклад автора: автор сделал самостоятельный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the author: the author contributed solely to this article.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the author declares no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 02.12.2024; одобрена после рецензирования 11.12.2024; принята к публикации 19.12.2024.

The article was submitted on 02.12.2024; approved after reviewing on 11.12.2024; accepted for publication on 19.12.2024.