

Научная статья

УДК 635.21:631.523+631.526.32

DOI: 10.30901/2658-6266-2023-2-04



Комплексный подход к регистрации и сохранению сортового генофонда в генбанке ВИР на примере сортов картофеля селекции Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения РАН

Н. А. Оськина¹, Д. А. Рыбаков¹, Е. П. Шанина², О. В. Лисицына¹, И. Г. Чухина¹, Т. А. Гавриленко¹

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

²Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Татьяна Андреевна Гавриленко, tatjana9972@yandex.ru

В рамках комплексной программы регистрации и сохранения генофонда российских сортов в генбанке ВИР, инициированной во Всероссийском институте генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, были назначены номенклатурные стандарты сортов картофеля, выведенных в ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН»: ‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Браво’, ‘Ирбитский’, ‘Легенда’, ‘Люкс’, ‘Терра’, ‘Шах’, а также представлен гербарный ваучер предсорта ‘Багира’. Номенклатурные стандарты этих сортов переданы на хранение в фонд Номенклатурных типов Гербария культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений (Гербарий ВИР, WIR). Для каждого из них был разработан генетический паспорт с использованием ДНК-препаратов, выделенных из растительного материала, переданного автором сортов в гербарий ВИР. Генетический паспорт, включающий информацию об аллельном составе восьми хромосомоспецифичных микросателлитных локусов, дополнен данными молекулярного скрининга с маркерами II R-генов устойчивости к вредным организмам, а также данными о типах цитоплазм сортов. Автор сортов также передала в ВИР образцы безвирусных *in vitro* растений. Пробирочные растения пяти уральских сортов и одного предсорта были генотипированы с использованием тех же SSR-маркеров и включены в *in vitro* коллекцию ВИР, а затем в программу по криоконсервации. Большинство образцов характеризовались сравнительно высоким уровнем посткриогенной регенерации – выше 39%. Замороженные экспланты генотипированных образцов уральских сортов ‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Легенда’, ‘Терра’, ‘Шах’ и предсорта ‘Багира’ заложены на долгосрочное хранение в Криобанк ВИР.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., гербарий ВИР, WIR, номенклатурные стандарты, генетическая паспортизация, ДНК маркеры, коллекции, криоконсервация

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по темам: № FGEM-2022-0004, № FGEM-2022-0006 и № FGEM-2022-0008.

Для цитирования: Оськина Н.А., Рыбаков Д.А., Шанина Е.П., Лисицына О.В., Чухина И.Г., Гавриленко Т.А. Комплексный подход к регистрации и сохранению сортового генофонда в генбанке ВИР на примере сортов картофеля селекции Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения РАН. *Биотехнология и селекция растений*. 2023;6(2):. DOI: 10.30901/2658-6266-2023-2-04

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.

© Оськина Н.А., Рыбаков Д.А., Шанина Е.П., Лисицына О.В., Чухина И.Г., Гавриленко Т.А., 2023

Original article

DOI: 10.30901/2658-6266-2023-2-04

An integrated approach to the registration and preservation of a cultivar gene pool in the VIR genebank exemplified in cultivars bred by the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Natalia A. Oskina¹, Daniil A. Rybakov¹, Elena P. Shanina², Olga V. Lisitsyna¹, Irena G. Chukhina¹, Tatjana A. Gavrilenko¹

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

²Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Corresponding author: Tatjana A. Gavrilenko, tatjana9972@yandex.ru

As part of a comprehensive program for registering and preserving the gene pool of Russian varieties in the VIR genebank, initiated at the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, nomenclatural standards were assigned to potato cultivars 'Alaska', 'Argo', 'Bravo', 'Irbitskij', 'Legenda', 'Lüks', 'Terra', and 'Šah', and a voucher specimen was prepared for pre-cultivar 'Bagira'. All of them were bred at the Ural Federal Agrarian Research Centre (Ural Branch of the Russian Academy of Sciences). Nomenclatural standards of these cultivars are preserved in the Nomenclatural standard collection at the Herbarium of cultivated plants and their wild relatives and weeds (VIR Herbarium, WIR). For each of them, a genetic passport was developed using DNA preparations isolated from plant material donated by the cultivar author to the VIR herbarium. The genetic passport, which includes information on the allelic composition of eight chromosome-specific microsatellite loci, is supplemented by the molecular screening data with markers of II R-genes for resistance to pests, as well as the data on the types of cytoplasm. The author of cultivars also supplied VIR with samples of virus-free *in vitro* plants. Microplants of eight Ural cultivars and one pre-cultivar were genotyped using the same SSR markers and included in the VIR *in vitro* collection, and then in the cryopreservation program. Most of the accessions were characterized by a relatively high, above 39%, level of post-cryogenic regeneration. Frozen explants of the genotyped Ural cultivars ('Alaska', 'Argo', 'Legenda', 'Terra', and 'Šah') and pre-cultivar 'Bagira' were placed for long-term storage in the VIR Cryobank.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., VIR Herbarium, WIR, nomenclatural standards, genetic passport, DNA markers, collections, cryoconservation

Acknowledgments: the research was performed within the framework of the State Assignment according to the Theme Plan of VIR No. FGEM-2022-0004, № FGEM-2022-0006 and № FGEM-2022-0008.

For citation: Oskina N.A., Rybakov D.A., Shanina E.P., Lisitsyna O.V., Chukhina I.G., Gavrilenko T.A. An integrated approach to the registration and preservation of a cultivar gene pool in the VIR genebank exemplified in cultivars bred by the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2023;6(2):. DOI: 10.30901/2658-6266-2023-2-04

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

© Oskina N.A., Rybakov D.A., Shanina E.P., Lisitsyna O.V., Chukhina I.G., Gavrilenko T.A., 2023

Введение

Согласно Международному кодексу номенклатуры культурных растений, правильное документирование названия селекционного достижения проводится на основе номенклатурного стандарта сорта, хранящегося в научном гербарии, что позволяет избежать повторного использования названий сортов и, как следствие, ущемления прав селекционеров (Brickell et al., 2016). Другим подходом к защите авторских прав селекционеров является разработка молекулярно-генетического паспорта сорта с использованием методов ДНК-маркирования, поскольку генетическая идентификация сортов повышает эффективность тестов на отличимость, однородность и стабильность. На основе совмещения этих двух подходов недавно была предложена новая комплексная стратегия регистрации сортового генофонда в генетических банках (генбанках) (Gavrilenko, Chukhina, 2020), включающая:

(1) передачу растительного материала, собранного автором сорта, в генбанк вместе с анкетой сорта, описанием селекционного достижения, патентом и другими документами;

(2) использование переданного растительного материала для гербаризации и оформления номенклатурных стандартов, а также для выделения ДНК и создания генетических паспортов;

(3) в случае передачи в генбанк растительного материала вегетативно размножаемых культур – применение биотехнологических методов для долгосрочного сохранения эксплантов генотипированных сортов в контролируемых условиях – в *in vitro* и крио-коллекциях (рис. 1).

Руководствуясь этой стратегией, за последние 5 лет в Гербарии ВИР (WIR) были зарегистрированы номенклатурные стандарты 74 сортов картофеля российской селекции, и для каждого из них был разработан генетический паспорт (Klimenko et al., 2020; Rybakov et al., 2020; 2022; Fomina et al., 2020a;b). В соответствии с комплексной стратегией, из переданного в Гербарий ВИР растительного материала перед гербаризацией вычленили пазушные почки, которые использовали для введения образцов в культуру *in vitro* (Gavrilenko, Chukhina, 2020). К настоящему времени в *in vitro* коллекции ВИР сохраняется 71 сорт, генетически идентичный номенклатурным стандартам, и 46 из них хранятся в криобанке ВИР (Efremova et al., 2023). В настоящей работе были продолжены исследования в этом направлении с привлечением сортов картофеля, созданных уральскими селекционерами.

Приведем краткие данные об истории картофелеводства на Среднем Урале. Начало этих работ восходит к 1930-м годам, когда в Красноуфимске была организована областная опытная станция по полеводству. В своей работе «Картофель на Урале» С.М. Букасов отмечал, что в 1930-1940-е годы на Урале выращивались зарубежные сорта ‘Ранняя Роза’ и ‘Эпикур’ (‘Early Rose’ и ‘Epicure’, соответственно) и отечественные сорта

‘Лорх’ и ‘Кореневский’, выведенные на Кореневской картофельной станции в Московской области в 1922 году, а также сорт ‘Свердловский (3922)’, выведенный в 1937 году О.Г. Шубиной на Свердловской опытной станции (Bukasov, 1947; Zaitseva, 1950). Активные научно-исследовательские работы, направленные на создание новых сортов картофеля, включавшие и межвидовую гибридизацию, начались после 1946 года, когда на Урале был организован филиал Всесоюзного института растениеводства (ВИР) Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук имени Ленина.

С 1956 года селекционная работа была продолжена в Уральском НИИ сельского хозяйства, где работали селекционеры В.П. Кокшаров, Е.М. Клюкина, И.М. Гонтюров. Выдающимися селекционными достижениями было создание сортов ‘Искра’ (1965 г.) и ‘Уральский ранний’ (1971 г.) (Koksharov et al., 2006; Shanina et al., 2014). В последнее время исследования по селекции сортов картофеля на Среднем Урале возглавляет д.с.-х.н. Е.П. Шанина. В настоящее время более двадцати уральских сортов картофеля включены в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» (State Register, 2023) (далее – Госреестр). Патентообладателями этих сортов являются Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН» (далее – УрФАНИЦ УрО РАН), ООО «Агрофирма КРиММ», которые вносят существенный вклад в развитие картофелеводства в Уральском регионе.

Задачи настоящей работы включали: оформление номенклатурных стандартов сортов и ваучерного образца предсорта, выведенных в УрФАНИЦ УрО РАН, их генетическую паспортизацию, изучение регенерационной способности в экспериментах по криоконсервации, а также передачу генотипированных уральских сортов на долгосрочное хранение в криобанк ВИР.

Материал и методы

Растительный материал. Растительный материал восьми сортов картофеля: ‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Браво’, ‘Ирбитский’, ‘Легенда’, ‘Люкс’, ‘Терра’, ‘Шах’ и предсорта ‘Багира’ был собран и передан в ВИР в 2022 году автором сортов, руководителем научного селекционно-семеноводческого центра в области картофелеводства Уральского НИИСХ филиала УрФАНИЦ УрО РАН д.с.-х.н. Е.П. Шаниной. Согласно протоколу, разработанному в ВИР (Gavrilenko, Chukhina, 2020), растительный материал передавался в Гербарий ВИР в 2022 году в два этапа – сначала побеги от этикетированных растений каждого сорта; позднее от тех же растений были отобраны клубни (см. рис. 1).

Собранный материал передавался в Гербарий ВИР вместе с актом передачи, заверенным подписью автора сортов, подтверждающего аутентичность передава-

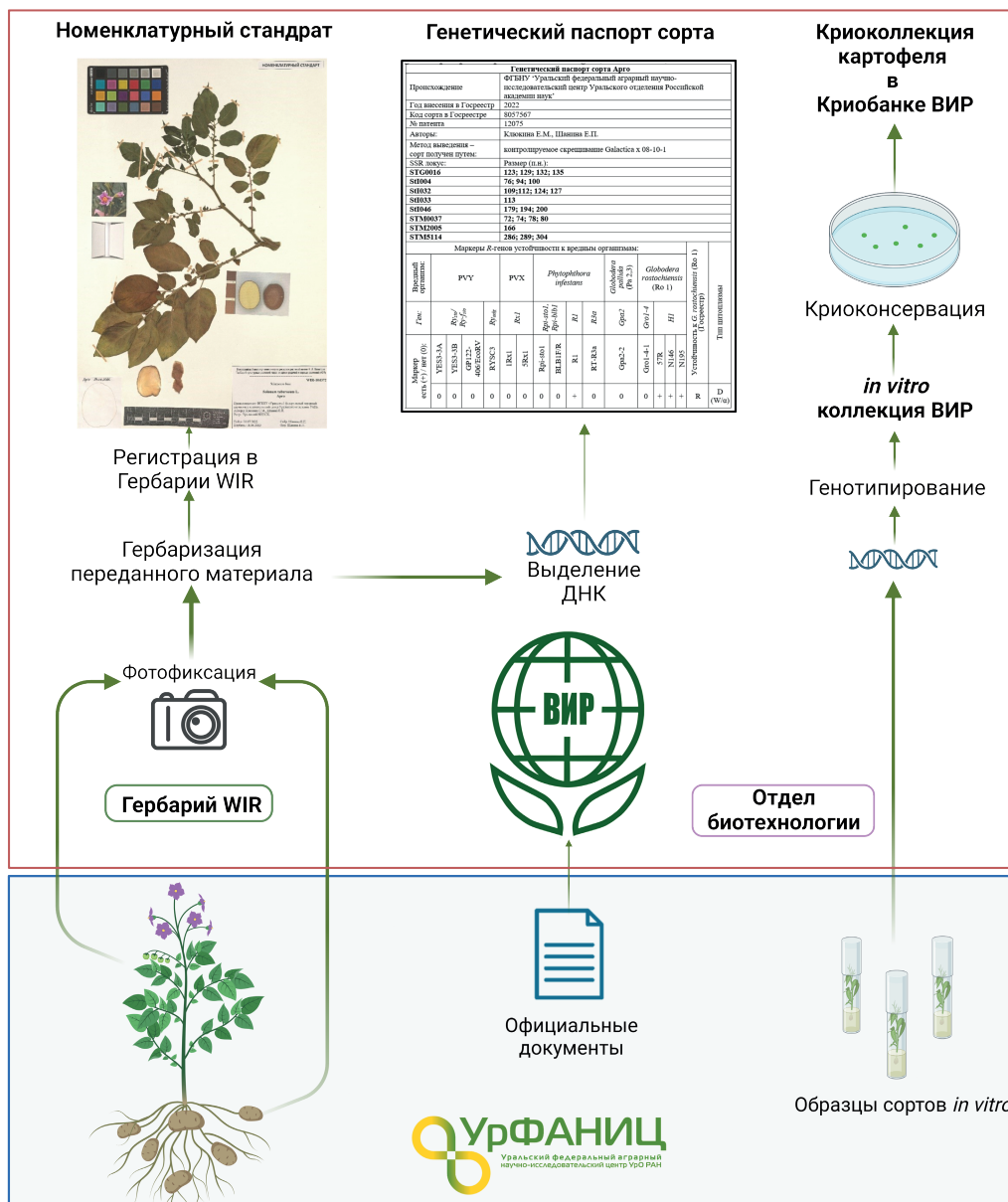


Рис. 1. Схема комплексной стратегии регистрации сортового генофонда в генбанке ВИР на примере сортов картофеля, выведенных в ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН».

Fig. 1. Scheme of a comprehensive strategy for registering the cultivar gene pool in the VIR genebank exemplified in potato cultivars bred by the Ural Federal Agrarian Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

емых растений. Из УрФАНИЦ УрО РАН в ВИР также были переданы копии официальных документов: анкеты сортов, описание селекционного достижения и патенты. Сразу после поступления растительного материала в ВИР была проведена фотодокументация морфологических признаков листа, соцветий, клубней.

Оформление номенклатурных стандартов проведено в соответствии с положениями Международного

кодекса номенклатуры культурных растений (International Code of Nomenclature for Cultivated Plants – ICNCP) (Brickell et al., 2016). Подготовку гербарных образцов проводили в соответствии с методическими указаниями «Гербаризация культурных растений» (Belozor, 1989). На гербарной этикетке указаны название сорта, происхождение (название организации/ий, в которой/-ых был создан сорт согласно данным патентов); место репродук-

ции, где было выращено гербаризируемое растение; дату сбора побегов и дату сбора клубней, Ф.И.О. коллектора – специалиста, определившего сорт и регистрационный номер образца в гербарной коллекции с префиксом «WIR-».

Выделение ДНК. Перед гербаризацией из переданного автором сортов Е.П. Шаниной растительного материала отбирали небольшое количество ткани для выделения ДНК. Таким образом, для каждого сорта были получены как минимум два препарата ДНК, независимо выделенных из переданных в Гербарий ВИР тканей побега и кожуры клубня. Для сортов ‘Аляска’, ‘Легенда’, ‘Люкс’, ‘Терра’ использовали дополнительный третий препарат ДНК, выделенный из клубней, которые автор сортов Е.П. Шанина передала в ВИР ранее – в феврале 2020 года.

Препараты геномной ДНК получали с использованием модифицированного метода с СТАВ-экстракцией (Gavrilenko et al., 2013, Antonova et al., 2020). Качество выделенной ДНК контролировали при помощи нанофотометра Implen N60 (URL: <https://www.implen.de/panophotometer> [дата обращения 21.05.2023]).

Молекулярно-генетическую паспортизацию проводили на основе результатов анализа полиморфизма восьми хромосомспецифичных микросателлитных локусов. Восемь микросателлитных (SSR) маркеров были отобраны из литературных источников: STM2005 (Milbourne et al., 1998), StI046 (Feingold et al., 2005) и шесть маркеров (STG0016, STI004, STI0032, STI0033, STM5114, STM0037) были выбраны из набора PGI (potato genetic identification kit) (Ghislain et al., 2009). Условия проведения ПЦР соответствовали протоколам, предложенным разработчиками праймеров с небольшими модификациями (Antonova et al., 2020). Разделение ПЦР-продуктов выполняли в 6,5% денатурирующем полиакриламидном геле на приборе Li-Cor 4300S DNA Analyzer с лазерной детекцией фрагментов (URL: <https://www.licor.com> [дата обращения: 21.05.2023]).

Помимо информации об аллельном составе восьми высокополиморфных микросателлитных локусов, в генетический паспорт также вносили информацию о наличии/отсутствии диагностических фрагментов 15 ДНК-маркеров, ассоциированных с 11 *R*-генами устойчивости к различным вредным организмам:

-маркеры N146, N195 (Takeuchi et al., 2009) и 57R (Schultz et al., 2012) гена *H1*, контролирующего устойчивость к патотипу Ro1 золотистой цистообразующей картофельной нематоды;

-маркер *Gpa2-2* гена *Gpa2*, вовлеченного в контроль устойчивости к патотипу Pa2/Pa3 бледной цистообразующей картофельной нематоды (Asano et al., 2012);

-маркеры BLB1F/R (Wang et al., 2008) и *Rpi-sto1* (Zhu et al., 2012) гена *Rpi-sto1/Rpi-blb1*, детерминирующего устойчивость к широкому спектру рас *Phytophthora infestans* Mont. de Bary;

-маркер R1 гена *R1* (Ballvora et al., 2002; Mori et al.,

2011) и маркер RT-R3a гена *R3a* (Huang et al., 2005), контролирующих расоспецифическую устойчивость к фитофторозу;

-маркеры YES3-3A и YES3-3B, гена *Ry^{sto}* (Song, Schwarzfischer, 2008), маркер RYSC3, гена *Ry^{adg}* (Kasai et al., 2000) и маркер GP122-406/EcoRV, гена *Ry^{-fsto}* (Flis et al., 2005; Valkonen et al., 2008), определяющих устойчивость к Y вирусу картофеля;

-маркеры 1Rx1 и 5Rx1, гена *Rx1*, контролирующего устойчивость к X вирусу картофеля (Ahmadvand et al., 2013).

В генетический паспорт также вносили информацию о типе цитоплазмы сорта, который определяли при помощи маркеров митохондриальной ДНК (Lössl et al., 2000; Sanetomo, Hosaka, 2011) и пластидной ДНК (Bryan et al., 1999; Hosaka, 2002; Hosaka, Sanetomo, 2012).

Формат генетического паспорта сорта был разработан нами ранее (Fomina et al., 2020a;b; Rybakov et al., 2020). В настоящей работе информация о происхождении сорта, соответствующая данным патента, дополнена информацией из Госреестра (State Register, 2023), поскольку в случае изменений названий селекцентра/института эти данные не всегда совпадают.

Генотипирование образцов уральских сортов из *in vitro* коллекции УрФАНИЦ УрО РАН. В 2022 году оздоровленные пробирочные растения пяти образцов сортов (‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Легенда’, ‘Терра’ и ‘Шах’) и предсорта ‘Багира’ из *in vitro* коллекции УрФАНИЦ УрО РАН были переданы в отдел биотехнологии ВИР для криоконсервации. Для проверки соответствия молекулярно-генетических профилей этих *in vitro* образцов генетическому паспорту номенклатурных стандартов пробирочные растения были включены в SSR-анализ, который проводили с использованием перечисленных выше 8 микросателлитных маркеров.

Криоконсервация. В эксперименты по криоконсервации включали *in vitro* образцы уральских сортов после проверки соответствия их SSR-профилей номенклатурным стандартам. Микроразмножение генотипированных *in vitro* образцов пяти сортов (‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Легенда’, ‘Терра’ и ‘Шах’) и предсорта ‘Багира’ проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР (Dunaeva et al., 2017). Криоконсервацию апексов *in vitro* растений проводили в 2022-2023 годах с использованием метода ‘Droplet-Vitrification’ (DV) (Panis et al., 2005; 2011), модифицированного в отделе биотехнологии ВИР (Dunaeva et al., 2017; Gavrilenko et al., 2019). Регенерационную способность эксплантов оценивали в двух вариантах контрольных экспериментов ‘-LN’ (без погружения эксплантов в жидкий азот) и ‘+LN’ (краткосрочное погружение эксплантов в жидкий азот, на 1 час) согласно протоколу, разработанному Б. Панисом с коллегами (Panis et al., 2005; 2011).

Достоверность различий в уровне регенерации между вариантами ‘-LN’ и ‘+LN’ оценивали с использованием *t*-критерия Стьюдента для зависимых выборок, а досто-

верность различий между сортами – с использованием критерия Краскела-Уоллиса (Kobzar, 2006).

Результаты

Номенклатурные стандарты сортов картофеля, выведенных в УрФАНИЦ УрО РАН

Документирование переданного растительного материала восьми уральских сортов: ‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Браво’, ‘Ирбитский’, ‘Легенда’, ‘Люкс’, ‘Терра’, ‘Шах’ и предсорта ‘Багира’ проводили в ВИР с помощью фотографирования побегов, листьев, соцветий, клубней. Часть клубней, переданных автором сортов, оставляли для получения световых ростков, которые также фотографировали. Полученные данные о морфологических характеристиках переданного в ВИР растительного материала не противоречили признакам, указанным в официальных сопроводительных документах каждого сорта (анкете сорта и описании селекционного достижения).

Для создания номенклатурных стандартов переданный растительный материал уральских сортов был гербаризован и смонтирован на 23 гербарных листах. Рядом с высушенными растениями размещали фото клубней, фото световых ростков, клубней и цветков (при их наличии) (табл. 1-9).

Данные сорта отличаются по срокам созревания – от «очень ранних» (‘Терра’) до «среднеспелых» (‘Аляска’). На момент передачи побегов из УрФАНИЦ УрО РАН (август 2022 г.) ранние сорта уже отцвели; только три сорта имели цветки (‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Шах’); побег сорта ‘Ирбитский’ был передан в ВИР с еще нераскрытыми бутонами, что не позволяло сделать корректное заключение об окраске венчика (см. табл. 5). В таких случаях фотографии венчиков были сделаны позднее у растений первой репродукции, выращенных в 2023 году из клубней, переданных в ВИР из УрФАНИЦ УрО РАН (Приложение/ Supplementary material)*.

Каждому гербарному образцу был присвоен индивидуальный гербарный номер с акронимом WIR. После регистрации, оформленные номенклатурные стандарты восьми уральских сортов и ваучерный образец одного предсорта были переданы на хранение в фонд Номенклатурных типов Гербария культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений ВИР (WIR). В результате проведенных исследований были созданы следующие номенклатурные стандарты уральских сортов.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Аляска’ (‘Alaska’)**

Nomenclatural standard: «Происхождение: ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-иссле-

довательский центр Уральского отделения РАН». Авторы: Клюкина Е.М., Шанина Е.П. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104371**» (см. табл. 1).

Примечание. Образец представлен четырьмя гербарными листами. На первом листе также представлено фото соцветия, сделанное в августе 2022 г., фото клубня – в августе 2022 г., фото светового ростка – в апреле 2023 г.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Арго’ (‘Argo’)

Nomenclatural standard: «Происхождение: ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН». Авторы: Клюкина Е.М., Шанина Е.П. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104372**» (см. табл. 2).

Примечание. Образец представлен тремя гербарными листами. На первом листе также представлено фото соцветия, сделанное в августе 2022 г., фото клубня – в августе 2022 г.

Solanum tuberosum L., предсорт ‘Багира’ (‘Bagira’)**

Voucher specimen: «Происхождение: ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН». Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104379**» (см. табл. 3).

Примечание. Образец представлен двумя гербарными листами. На первом листе также представлено фото клубня, сделанное в августе 2022 г., фото соцветия – в августе 2022 г., фото светового ростка – в апреле 2023 г.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Браво’ (‘Bravo’)

Nomenclatural standard: «Происхождение: ООО «Агрофирма Кримм»; ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Авторы: Банадысев С.А., Зезин Н.Н., Клюкина Е.М., Рязанов Г.А., Шанина Е.П. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104373**» (см. табл. 4).

Примечание. Образец представлен двумя гербарными листами. На первом листе также представлено фото клубня, сделанное в августе 2022 г., фото клубней, полученных от Шаниной Е.П. – август 2022 г., фото светового ростка – в апреле 2023 г.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Ирбитский’ (‘Irbitskij’)

Nomenclatural standard: «Происхождение: ГНУ Уральский НИИСХ. Авторы: Клюкина Е.М., Кокша-

* Приложения доступны в онлайн версии статьи / Supplementary materials are available in the online version of the paper: <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2023-2-04>

** Транслитерация названий сортов здесь и далее дана в соответствии с рекомендацией 33А МКНKP (Brickell et al., 2016) / Transliteration of cultivar names hereinafter is given in accordance with ICNCR recommendation 33A (Brickell et al., 2016)

*** В настоящее время предсорт ‘Багира’ находится на ГСИ; авторы: Клюкина Е.М., Шанина Е.П. Результаты оценки нематодоустойчивости этого предсорта в ГСИ пока не опубликованы (см. табл. 3).

ров В.П., Шанина Е.П. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104374**» (см. табл. 5).

Примечание. Образец представлен двумя гербарными листьями. На первом листе также представлено фото клубня, сделанное в августе 2022 г., фото бутона – август 2022 г., фото светового ростка – в апреле 2023 г. На втором листе также представлено фото ягоды – в августе 2022 г.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Легенда’ (‘Legenda’)

Nomenclatural standard: «Происхождение: ФГБНУ «Уральский Федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН»; ООО «Агрофирма Кримм»; Министерство Агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области. Авторы: Клюкина Е.М., Шанина Е.П., Рязанов Г.А., Лейс В.Н. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104375**» (см. табл. 6).

Примечание. Образец представлен тремя гербарными листьями. На первом листе также представлено фото клубня, сделанное в августе 2022 г.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Люкс’ (‘Lüks’)

Nomenclatural standard: «Происхождение: ООО «Агрофирма Кримм»; ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Авторы: Зезин Н.Н., Клюкина Е.М., Лейс В.Н., Рязанов Г.А., Шанина Е.П. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104376**» (см. табл. 7).

Примечание. Образец представлен двумя гербарными листьями. На первом листе также представлено фото клубня, сделанное в августе 2022 г., фото светового ростка – в апреле 2023 г.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Терра’ (‘Terra’)

Nomenclatural standard: «Происхождение: ФГБНУ «Уральский Федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН»; ООО «Агрофирма Кримм». Авторы: Клюкина Е.М., Лейс В.Н., Холманских В.Н., Шанина Е.П. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104377**» (см. табл. 8).

Примечание. Образец представлен двумя гербарными листьями. На первом листе также представлено фото клубня, сделанное в августе 2022 г., фото светового ростка – в апреле 2023 г.

Solanum tuberosum L., сорт ‘Шах’ (‘Šah’)

Nomenclatural standard: «Происхождение: ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», ООО ССК «Уральский картофель». Авторы: Клюкина Е.М., Шани-

на Е.П. Репродукция: Уральский НИИСХ. Собр.: побег 31.07.2022 Шанина Е.П.; клубень 18.08.2022 Шанина Е.П. Опр.: побег Шанина Е.П.; клубень Шанина Е.П.; **WIR-104378**» (см. табл. 9).

Примечание. Образец представлен тремя гербарными листьями. На первом листе также представлено фото клубня, сделанное в августе 2022 г., фото соцветия – в августе 2022 г., фото светового ростка – в апреле 2023 г.

Молекулярно-генетическая паспортизация уральских сортов

Каждый гербарный образец, зарегистрированный в Гербарии ВИР как номенклатурный стандарт сорта, в молекулярно-генетическом анализе был представлен двумя препаратами ДНК, независимо выделенными из листьев побега и из кожуры клубней, переданных в ВИР из УрФАНИЦ УрО РАН. Эти препараты использовали для проведения SSR-анализа и молекулярного скрининга.


Полученные данные об аллельном составе восьми микросателлитных локусов у уральских сортов занесли в бинарную матрицу. Эти же восемь SSR-маркеров использовались нами ранее для генетической паспортизации сортов картофеля, созданных в различных селекционных центрах РФ (Klimenko et al., 2020; Fomina et al., 2020a;b; Rybakov et al., 2020; 2022). Сопоставление результатов, полученных в перечисленных выше работах, с данными настоящего исследования, показали, что каждый из проанализированных уральских сортов имеет свой индивидуальный набор аллелей. Данные об аллельном составе восьми SSR-локусов были внесены в генетические паспорта уральских сортов ‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Браво’, ‘Ирбитский’, ‘Легенда’, ‘Люкс’, ‘Терра’, ‘Шах’ и предсорта ‘Багира’ (см. табл. 1-9).

Дополнительно был проведен молекулярный скрининг сортов с 15 маркерами 11 генов устойчивости к цистообразующим картофельным нематодам, вирусам PVX и PVY, к фитофторозу, а также с маркерами разных типов цитоплазм. Полученные данные также были занесены в генетические паспорта сортов (см. табл. 1-9).

У каждого из изученных нами уральских сортов детектированы все три маркера (57R, N146, N195) гена *H1*, контролирующего устойчивость к патотипу Ro1 *Globodera rostochiensis* Wollenweber. Таким образом, все проанализированные нами уральские сорта защищены от патотипа Ro1 золотистой цистообразующей картофельной нематоды (ЗКН) геном *H1*, что полностью согласуется с данными Госреестра об их нематодоустойчивости.

У каждого сорта выявлены внутригенные маркеры гена *R1* или гена *R3a* расоспецифичной устойчивости к фитофторозу (у сорта ‘Терра’ детектированы маркеры обоих генов). Четыре из восьми уральских сортов имеют ‘D’-тип цитоплазмы (‘Аляска’, ‘Арго’, ‘Браво’, ‘Ирбитский’), характерный для дикого мексиканского вида *Solanum demissum* Lindl.; у остальных детектирован чилийский ‘T’-тип цитоплазмы (см. табл. 3, 6-9).

Таблица 1. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Аляска' (WIR-104371)
 Table 1. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Alaska' (WIR-104371)

 <p>НОМЕНКЛАТУРНЫЙ СТАНДАРТ</p> <p>Аляска. <i>Alaska</i></p> <p>Сорт Шанина Е.П. Сорт Шанина Е.П.</p>	<p>Генетический паспорт / Genetic passport</p> <p>Происхождение (патент): ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».</p> <p>Происхождение (Госреестр 2023): ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.</p> <p>Год внесения в Госреестр 2020</p> <p>Код сорта в Госреестре 8261040</p> <p>№ патента 10811</p> <p>Авторы: Клокина Е.М., Шанина Е.П.</p> <p>Метод выведения – контролируемое скрещивание 96-22-2 × 0-5-7</p> <p>сорт получен путем:</p> <p>SSR локус: STG0016 129; 132; 135; 153 StI004 76; 100 StI032 112; 121; 124 StI033 113; 131 StI046 194; 200; 203 STM0037 72; 74; 78; 88 STM2005 154; 190 STM5114 286; 295; 304</p>																					
	<p>Тип цитоплазмы</p> <p>Устойчивость к <i>G. rostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)</p> <p>Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:</p>																					
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)</td> <td><i>H1</i></td> <td>N195</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td><i>Gro1-4</i></td> <td>Gro1-4-1</td> <td>0</td> </tr> </table>	<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>	N195	+	<i>Gro1-4</i>	Gro1-4-1	0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)</td> <td><i>Gpa2</i></td> <td>Gpa2-2</td> <td>0</td> </tr> </table>	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	<i>Gpa2</i>	Gpa2-2	0									
<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>		N195	+																		
	<i>Gro1-4</i>	Gro1-4-1	0																			
<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	<i>Gpa2</i>	Gpa2-2	0																			
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2"><i>Phytophthora infestans</i></td> <td><i>R3a</i></td> <td>RT-R3a</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>R1</i></td> <td>R1</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i></td> <td></td> <td>BLB1F/R</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rpi-sto1</td> <td>0</td> </tr> </table>	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>	RT-R3a	0	<i>R1</i>	R1	+	<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>		BLB1F/R	0		Rpi-sto1	0	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">PVX</td> <td><i>Rx1</i></td> <td>5Rx1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1Rx1</td> <td>0</td> </tr> </table>	PVX	<i>Rx1</i>	5Rx1	0		1Rx1
<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>		RT-R3a	0																		
	<i>R1</i>	R1	+																			
<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>		BLB1F/R	0																			
		Rpi-sto1	0																			
PVX	<i>Rx1</i>	5Rx1	0																			
		1Rx1	0																			
<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">PVY</td> <td><i>Ry_{adg}</i></td> <td>RYSC3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>Ry_{sto}</i>/ <i>Ry_{f_{sto}}</i></td> <td>GP122-406/ EcoRV</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>YES3-3B</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>YES3-3A</td> <td>0</td> </tr> </table>	PVY	<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3	0	<i>Ry_{sto}</i> / <i>Ry_{f_{sto}}</i>	GP122-406/ EcoRV	0		YES3-3B	0			YES3-3A	0	<p>Вредный организм:</p> <p><i>Gen:</i></p> <p>Маркер есть (+) / нет (0):</p>							
PVY		<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3	0																		
		<i>Ry_{sto}</i> / <i>Ry_{f_{sto}}</i>	GP122-406/ EcoRV	0																		
		YES3-3B	0																			
		YES3-3A	0																			

Номенклатурный стандарт / Nomenclatural standard (WIR- 104371)

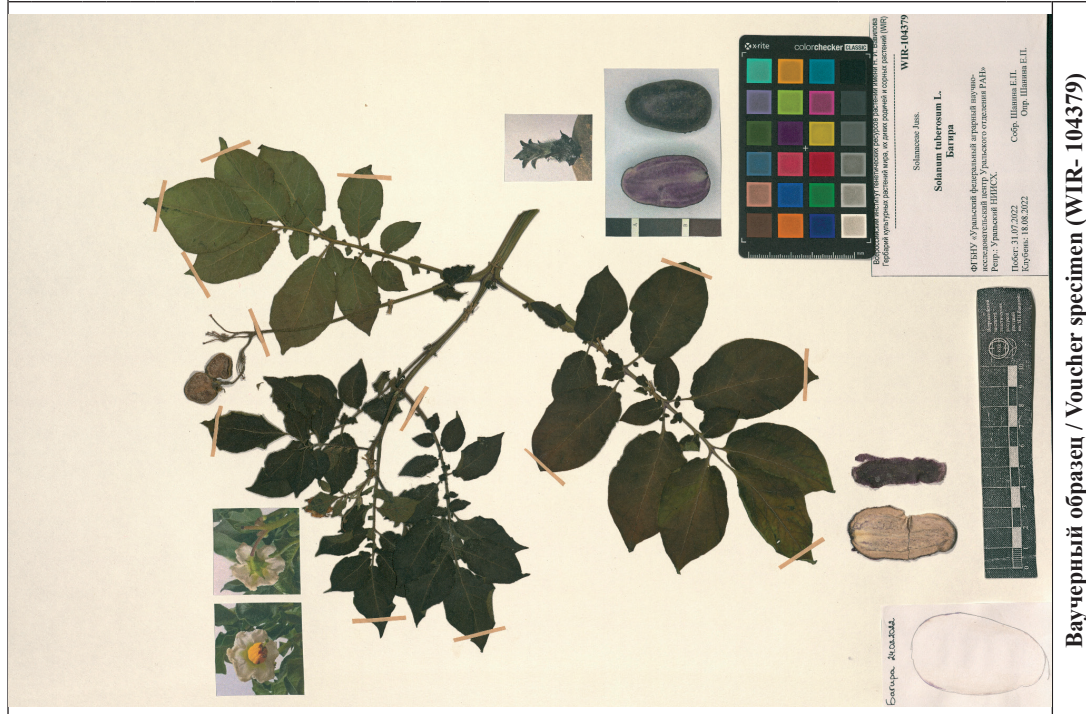
Таблица 2. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Argo' (WIR-104372)
 Table 2. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Argo' (WIR-104372)

Генетический паспорт / Genetic passport		Тип цитоплазмы		D		
Происхождение (патент): ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».		Устойчивость к <i>G. rostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)		R		
Происхождение (Госреестр 2023): ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.		<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	H1	N195	+	
Год внесения в Госреестр	2022		N146		+	
Код сорта в Госреестре	8057567		57R		+	
№ патента	12075	Gro1-4	Gro1-4-1		0	
Авторы:	Клюкина Е.М., Шанина Е.П.	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	Gpa2	Gpa2-2		0
Метод выведения –	контролируемое скрещивание Galactica × 08-10-1	<i>Phytophthora infestans</i>	R3a	RT-R3a		0
сорт получен путем:			R1	R1		+
SSR локус:	Размер (пн): 123; 129; 132; 135		Rpi-sto1, Rpi-blb1	BLB1F/R		0
STG0016	76; 94; 100	PVX	Rx1	5Rx1		0
SH004	109; 112; 124; 127		1Rx1			0
SH032	113	PVY	Ry _{adg}	RYSC3		0
SH046	179; 194; 200		Ry _{sto} / Ry- <i>f</i> _{sto}	GP122- 406/EcoRV		0
SH033	72; 74; 78; 80		YES3-3B			0
SH0037	166	Вредный организм:	Gen:	YES3-3A		0
STM2005	286; 289; 304			Маркер есть (+) / нет (0):		
STM5114		Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:				



Таблица 3. Ваучерный образец и результаты генотипирования предсорта 'Багира' (WIR- 104379)
 Table 3. Voucher specimen and the results of genotyping potato pre-cultivar 'Bagira' (WIR- 104379)

Генетический паспорт / Genetic passport		Тип цитоплазмы				
Источник получения растительного материала	ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН	Устойчивость к <i>G. rostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр).				
Год внесения в Госреестр	Предсорт проходит Госсортоиспытание (ГСИ)	<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>	N195	+	
Код сорта в Госреестре	Предсорт проходит ГСИ			N146	+	
№ патента	Предсорт проходит ГСИ			57R	+	
Авторы:	Клюкина Е.М., Шанина Е.П.	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	<i>Gpa2</i>	Gpa2-2	0	
Метод выведения – сорт получен путем:	12-8-83 × 12-36-29			<i>Gpa2</i>	Gpa2-2	0
SSR локус:	Размер (пн):	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>	RT-R3a	0	
STG0016	132; 135			<i>R1</i>	R1	+
StI004	76; 79				<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>	BLB1F/R
StI032	109; 112; 121; 124	PVX	<i>Rx1</i>	5Rx1	0	
StI033	125; 131			1Rx1	0	
StI046	194; 197; 200	PVY	<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3	0	
STM0037	72; 74; 76			<i>Ry_{sto} / Ry_{f_{sto}}</i>	GP122-406/ EcoRV	0
STM2005	154; 190				YES3-3B	0
STM5114	286; 295; 304				YES3-3A	0
Вредный организм:	Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:	Gen:	Маркер есть (+) / нет (0)			



Ваучерный образец / Voucher specimen (WIR- 104379)

Таблица 4. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Браво' (WIR- 104373)
 Table 4. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Bravo' (WIR- 104373)

Номенклатурный стандарт		Генетический паспорт / Genetic passport																																																								
		Происхождение (патент): ООО «Агрофирма КРИММ», ФГБНУ Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.																																																								
		Происхождение (патент): ООО «Агрофирма КРИММ», ФГБНУ Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.																																																								
		Происхождение (патент): ООО «Агрофирма КРИММ», ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН.																																																								
		Год внесения в Госреестр 2015																																																								
		Код сорта в Госреестре 8756115																																																								
		№ патента 7743																																																								
		Авторы: Банадышев С.А., Зезин Н.Н., Клюкина Е.М., Рязанов Г.А., Шанина Е.П.																																																								
		Метод выведения – Шанина Е.П.																																																								
		Метод выведения – контролируемое скрещивание 96-11-1 × 0-5-7																																																								
		сорт получен путем:																																																								
SSR-локус:		Размер (мм)																																																								
STG0016		132; 153																																																								
StI004		76; 94																																																								
StI032		112; 121; 124																																																								
StI033		113; 125; 131																																																								
StI046		191; 194; 200																																																								
STM0037		72; 78																																																								
STM2005		166; 190																																																								
STM5114		286; 295; 304																																																								
Вредный организм:		Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:																																																								
Gen:		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Тип цитоплазмы</th> <th colspan="2">Устойчивость к <i>G. ostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)</th> <th colspan="2">D (W/c)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3"><i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)</td> <td><i>H1</i></td> <td>N195</td> <td>+</td> <td rowspan="3"><i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)</td> <td>Gpa2</td> <td>Gpa2-2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><i>Gro1-4</i></td> <td>N146</td> <td>+</td> <td rowspan="2"><i>Phytophthora infestans</i></td> <td><i>R3a</i></td> <td>RT-R3a</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>57R</td> <td>+</td> <td><i>R1</i></td> <td>R1</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td rowspan="3"><i>Gro1-4</i></td> <td>Gro1-4-1</td> <td>0</td> <td rowspan="3"><i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i></td> <td>BLB1F/R</td> <td>0</td> <td rowspan="3">PVX</td> <td><i>Rx1</i></td> <td>5Rx1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><i>Ry_{adg}</i></td> <td>RYSC3</td> <td>0</td> <td rowspan="2"><i>Ry_{sto}/Ry_{-f_{sto}}</i></td> <td>GP122-406/EcoRV</td> <td>0</td> <td rowspan="2"><i>Ry_{adg}</i></td> <td>1Rx1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>YES3-3B</td> <td>0</td> <td>YES3-3A</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Маркер есть (+) / нет (0):</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>		Тип цитоплазмы		Устойчивость к <i>G. ostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)		D (W/c)		<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>	N195	+	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	Gpa2	Gpa2-2	0	<i>Gro1-4</i>	N146	+	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>	RT-R3a	0	57R	+	<i>R1</i>	R1	+	<i>Gro1-4</i>	Gro1-4-1	0	<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>	BLB1F/R	0	PVX	<i>Rx1</i>	5Rx1	0	<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3	0	<i>Ry_{sto}/Ry_{-f_{sto}}</i>	GP122-406/EcoRV	0	<i>Ry_{adg}</i>	1Rx1	0	YES3-3B	0	YES3-3A	0	Маркер есть (+) / нет (0):					
Тип цитоплазмы		Устойчивость к <i>G. ostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)		D (W/c)																																																						
<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>	N195	+	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	Gpa2	Gpa2-2	0																																																			
	<i>Gro1-4</i>	N146	+		<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>	RT-R3a	0																																																		
		57R	+			<i>R1</i>	R1	+																																																		
<i>Gro1-4</i>	Gro1-4-1	0	<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>	BLB1F/R	0	PVX	<i>Rx1</i>	5Rx1	0																																																	
	<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3		0	<i>Ry_{sto}/Ry_{-f_{sto}}</i>		GP122-406/EcoRV	0	<i>Ry_{adg}</i>	1Rx1	0																																															
		YES3-3B		0			YES3-3A	0																																																		
Маркер есть (+) / нет (0):																																																										

Номенклатурный стандарт / Nomenclatural standard (WIR- 104373)

Таблица 5. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Ирбитский' (WIR- 104374)
 Table 5. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Irbitskij' (WIR- 104374)

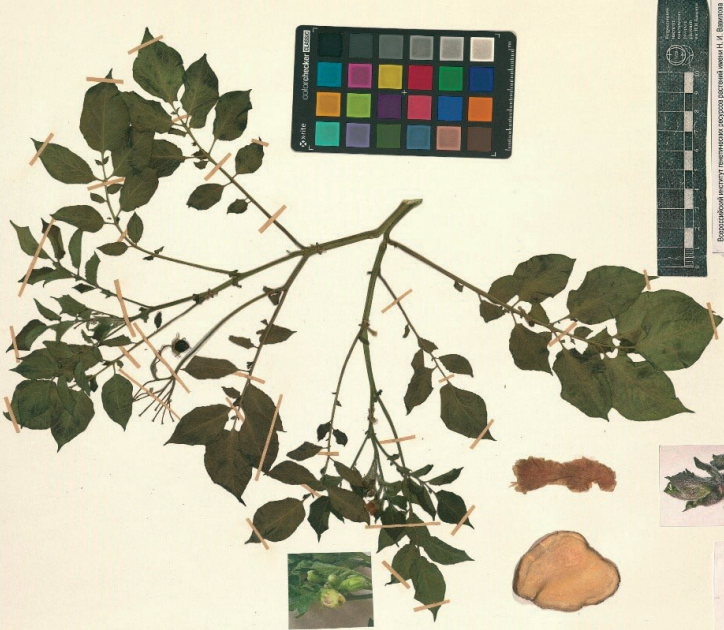
Номенклатурный стандарт		Генетический паспорт / Genetic passport																																													
 <p>Номенклатурный стандарт</p> <p>Сорт картофеля 'Ирбитский' (WIR-104374) Solanum tuberosum L. Ирбитский Происхождение: ГНУ Уральский НИИСХ, Авторы: Кокшаров В.П., Шанина Е.П., Кокшаров В.П., Шанина Е.П. Место селекции: Ирбитский НИИСХ. Маркер: WIR-104374 Собр.: Шанина Е.П., Кокшаров В.П. Дата: Шанина Е.П.</p> <p>Номенклатурный стандарт / Nomenclatural standard (WIR- 104374)</p>		Происхождение (патент): ГНУ Уральский НИИСХ.																																													
		Происхождение (Госреестр 2023): ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.																																													
		Год внесения в Госреестр: 2012																																													
		Код сорта в Госреестре: 9154194																																													
		№ патента: 5721																																													
		Авторы: Клюкина Е.М., Кокшаров В.П., Шанина Е.П.																																													
		Метод выведения – контролируемое скрещивание ССЭ × Фелокс*																																													
		сорт получен путем: (* = Velox)																																													
		SSR локус: Размер (пн)																																													
		STG0016 123; 132; 135																																													
Sh004 94; 100																																															
Sh032 109; 121																																															
Sh033 113; 131																																															
Sh046 182; 194; 200																																															
STM0037 78; 80; 86																																															
STM2005 154; 166																																															
STM5114 295																																															
Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:		Тип цитоплазмы																																													
Вредный организм:	Ген:	Устойчивость к <i>G. rostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)																																													
		D (W/a)																																													
<table border="1"> <tr> <td rowspan="3"><i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)</td> <td><i>H1</i></td> <td>N195</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><i>Gro1-4</i></td> <td>N146</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td>57R</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td rowspan="3"><i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)</td> <td rowspan="2"><i>Gpa2</i></td> <td>Gpa2-2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><i>Gro1-4</i></td> <td>Gro1-4-1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="6"><i>Phytophthora infestans</i></td> <td><i>R3a</i></td> <td>RT-R3a</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><i>R1</i></td> <td>R1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i></td> <td>BLB1F/R</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Rpi-sto1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">PVX</td> <td rowspan="2"><i>Rx1</i></td> <td>5Rx1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1Rx1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">PVY</td> <td rowspan="3"><i>Ry_{adg}</i></td> <td>RYSC3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><i>Ry_{sto}/Ry_{-f_{sto}}</i></td> <td>GP122-406/ EcoRV</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>YES3-3B</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>YES3-3A</td> <td>0</td> </tr> </table>	<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>	N195	+	<i>Gro1-4</i>	N146	+	57R	+	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	<i>Gpa2</i>	Gpa2-2	0	<i>Gro1-4</i>	Gro1-4-1	0	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>	RT-R3a	+	<i>R1</i>	R1	0	<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>	BLB1F/R	0	Rpi-sto1	0	PVX	<i>Rx1</i>	5Rx1	0	1Rx1	0	PVY	<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3	0	<i>Ry_{sto}/Ry_{-f_{sto}}</i>	GP122-406/ EcoRV	0	YES3-3B	0	YES3-3A	0	Маркер есть (+) / нет (0):	
		<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>	N195		+																																									
			<i>Gro1-4</i>	N146	+																																										
	57R			+																																											
	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	<i>Gpa2</i>	Gpa2-2	0																																											
			<i>Gro1-4</i>	Gro1-4-1	0																																										
		<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>	RT-R3a	+																																										
	<i>R1</i>		R1	0																																											
			<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>	BLB1F/R	0																																										
	Rpi-sto1			0																																											
	PVX		<i>Rx1</i>	5Rx1	0																																										
				1Rx1	0																																										
PVY	<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3	0																																												
		<i>Ry_{sto}/Ry_{-f_{sto}}</i>	GP122-406/ EcoRV	0																																											
			YES3-3B	0																																											
YES3-3A	0																																														

Таблица 6. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Легенда' (WIR- 104375)
 Table 6. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Legenda' (WIR- 104375)

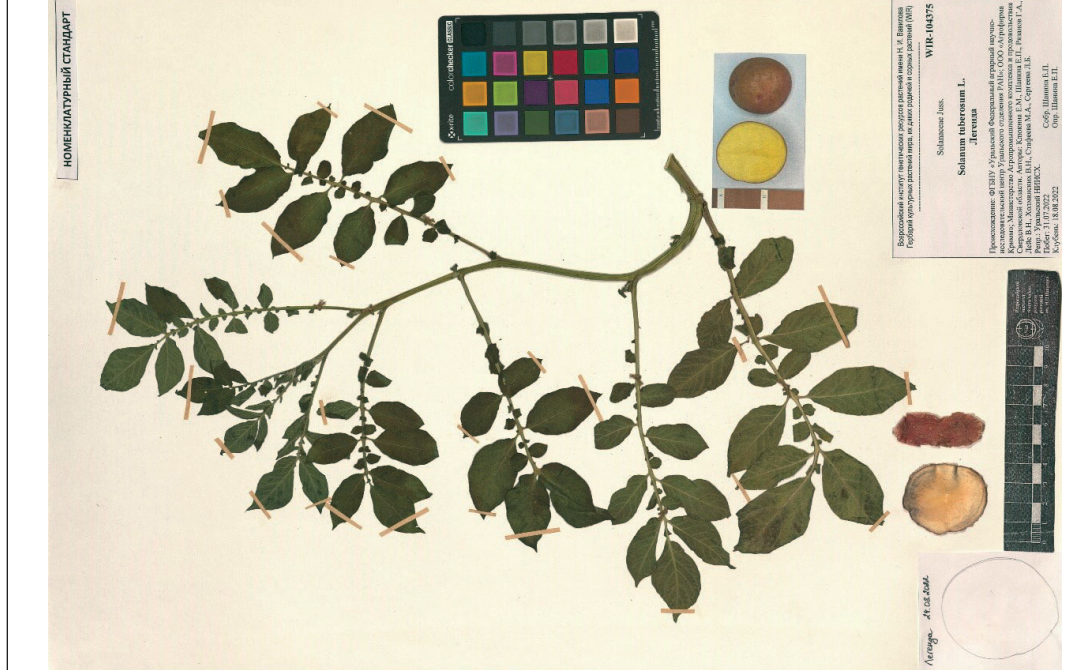
	Генетический паспорт / Genetic passport						
	Происхождение (патент): ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН»; ООО «Агрофирма КриММ»; Министерство Агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области.						
	Происхождение (Госреестр 2023): ФГБНУ УрФАНЦ Уро РАН, ООО «Агрофирма КриММ»; Министерство Агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области.						
	Год внесения в Госреестр	2021					
	Код сорта в Госреестре	8153535					
	№ патента	12320					
	Авторы:	Клюкина Е.М., Шанина Е.П., Рязанов Г.А., Лейс В.Н., Холманских В.Н., Стафеева М.А., Сергеева Л.Б.					
	Метод выведения – сорт получен путем:	контролируемое скрещивание Aladin × 03-13-11					
	SSR локусы:	Размер (пн)					
	STG0016	123; 132; 135					
	StI004	76; 100					
	StI032	112; 121					
StI033	113; 119; 131; 134						
StI046	194; 200; 206						
STM0037	72; 78; 80						
STM2005	166						
STM5114	280; 295						
Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:							
Вредный организ:	PVY	PVX	Globodera rostockiensis (Ro 1)	Тип цитоплазмы			
				Устойчивость к <i>G. rostockiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)			
Ген:	<i>Ry_{adg}</i>	<i>Rx1</i>	<i>Gpa2</i>	<i>Phytophthora infestans</i>	<i>H1</i>	N195	+
					<i>Gro1-4</i>	N146	+
						57R	+
						Gro1-4-1	0
	<i>Ry_{sto}/Ry_{-f_{sto}}</i>		<i>R3a</i>	RT-R3a	0		
			<i>R1</i>	R1	+		
			<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>	BLB1F/R	0		
				Rpi-sto1	0		
		<i>Ry_{adg}</i>			5Rx1	0	
					1Rx1	0	
					RYSC3	0	
					GP122-406/EcoRV	0	
					YES3-3B	0	
					YES3-3A	0	
					Маркер есть (+) / нет (0):		
Номенклатурный стандарт / Nomenclatural standard (WIR- 104375)							

Таблица 7. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Люкс' (WIR- 104376)
 Table 7. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Lûks' (WIR- 104376)

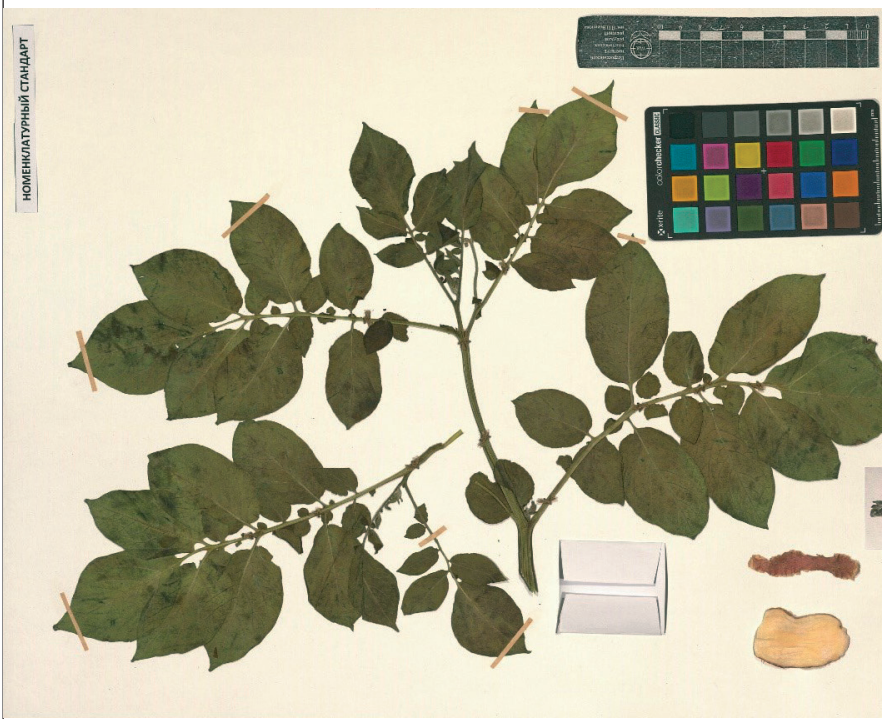
Номенклатурный стандарт		Генетический паспорт / Genetic passport							
 <p>Номенклатурный стандарт</p> <p>Сорт: Люкс</p> <p>Сорт: <i>Solanum tuberosum</i> L.</p> <p>Возросший клубень: овальный, вершина заостренная, желтый цвет. Н. В. Вилкова Гибриды: уральские, ранние, из доли горной и доли равнины (DR)</p> <p>Продукция: ООО «Агрофирма КриММ», ФГБНУ Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Авторы: Зезин Н.Н., Рязанов Г.А., Шанина Е.П. № патента: 18.03.2022 Кубень: 18.03.2022 Сорт: Шанина Е.П. Сорт: Шанина Е.П.</p> <p>Номенклатурный стандарт / Nomenclatural standard (WIR- 104376)</p>		Происхождение (патент): ООО «Агрофирма КриММ», ФГБНУ Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.							
		Происхождение (Госреестр 2023): ООО «Агрофирма КриММ», ФГБНУ УрФАНЦИЦ Уро РАН.							
		Год внесения в Госреестр: 2016							
		Код сорта в Госреестре: 8653968							
		№ патента: 8192							
		Авторы: Зезин Н.Н., Клюкина Е.М., Лейс В.Н., Рязанов Г.А., Шанина Е.П.							
		Метод выведения – контролируемое скрещивание Белуга × 0-5-7							
		сорт получен путем: Размер (мм)							
		SSR локус: 123; 132; 135							
		STG0016 76; 94; 100							
SH004 112; 121; 124									
SH032 113; 125; 131									
SH033 194; 200									
SH046 72; 74; 78; 80									
STM0037 154; 190									
STM2005 283; 295; 304									
STM5114		Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:							
Вредный организм:		Тип цитоплазмы							
Ген:		Устойчивость к <i>G. rostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)							
Маркер есть (+) / нет (0):		<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)		H1		N195		+	
				Gro1-4		Gro1-4-1		+	
				Gpa2		Gpa2-2		0	
		<i>Phytophthora infestans</i>		R3a		RT-R3a		0	
				R1		R1		+	
		<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>		R3a		RT-R3a		0	
				R1		R1		+	
		<i>PVX</i>		Rx1		5Rx1		0	
				1Rx1		1Rx1		0	
		<i>PVY</i>		Ry _{adg}		RYSC3		0	
Ry _{sto} / Ry _{f_{sto}}				GP122-406/EcoRV		0			
Ry _{sto} / Ry _{f_{sto}}				YES3-3B		0			
Вредный организм:		Ry _{sto} / Ry _{f_{sto}}		YES3-3A		0			
		Ry _{sto} / Ry _{f_{sto}}		YES3-3A		0			

Таблица 8. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Терра' (WIR- 104377)
 Table 8. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Terra' (WIR- 104377)

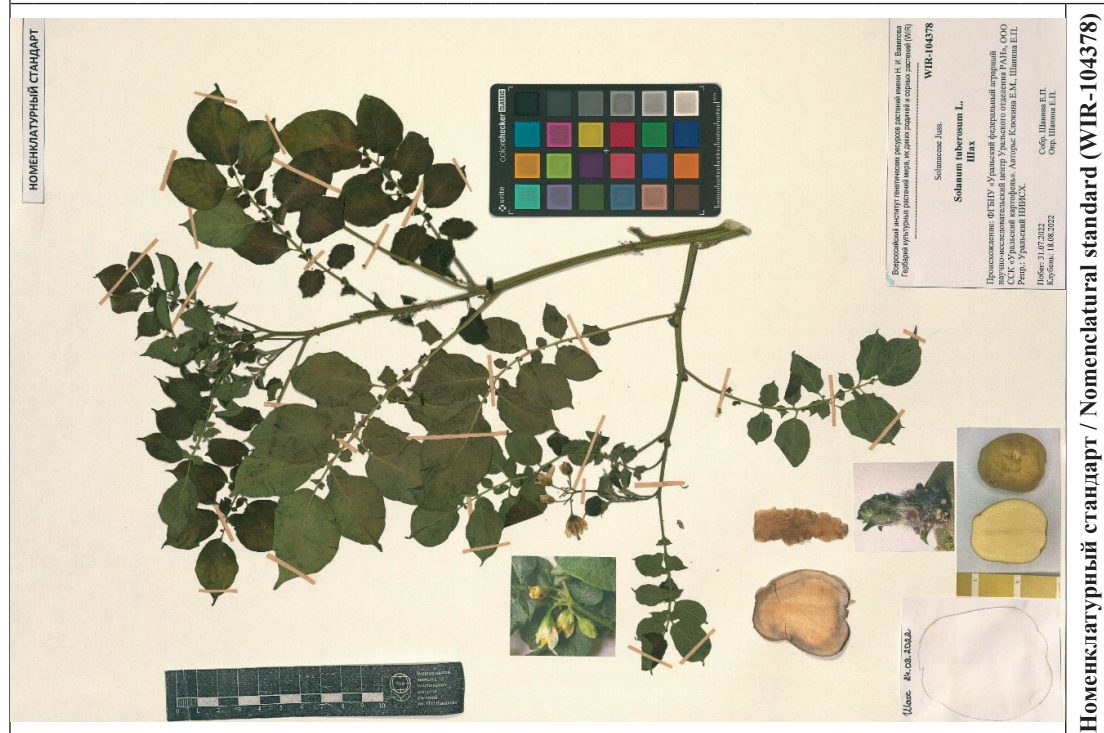
Номенклатурный стандарт		Генетический паспорт / Genetic passport	
<p>НОМЕНКЛАТУРНЫЙ СТАНДАРТ</p>		Происхождение (патент): ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», ООО «Агрофирма КРИММ».	
		Происхождение (Госреестр 2023): ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, ООО «Агрофирма КРИММ».	
		Год внесения в Госреестр: 2020	
		Код сорта в Госреестре: 8261308	
		№ патента: 10810	
		Авторы: Клокина Е.М., Лейс В.Н., Холманских В.Н., Шанина Е.П.	
		Метод выведения – контролируемое скрещивание Raja × 0-8-10	
		сорт получен путем:	
		SSR локус: STG0016: 123; 135	
		StI004: 73; 76; 94	
		StI032: 112; 121	
		StI033: 113; 119; 131	
		StI046: 182; 194; 197; 200	
STM0037: 74; 78; 80			
STM2005: 154; 166; 190			
STM5114: 289; 295			
		Тип цитоплазмы: T	
		Устойчивость к <i>G. rostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр): R	
		<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	H1: N195: +
			H1: N146: +
		<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	Gro1-4: 57R: +
			Gro1-4: Gro1-4-1: 0
		<i>Phytophthora infestans</i>	Gpa2: Gpa2-2: 0
			R3a: RT-R3a: +
			R1: R1: +
		PVX	<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i> : BLB1F/R: 0
			<i>Rpi-sto1</i> : Rpi-sto1: 0
		PVY	<i>Rx1</i> : 5Rx1: 0
			<i>Rx1</i> : 1Rx1: 0
		Вредный организм: <i>Gen:</i>	<i>Ry_{adg}</i> : RYSC3: 0
			<i>Ry_{sto}/Ry_{f_{sto}}</i> : GP122-406/EcoRV: 0
			<i>Ry_{sto}/Ry_{f_{sto}}</i> : YES3-3B: 0
		Вредный организм: <i>Gen:</i>	<i>Ry_{sto}/Ry_{f_{sto}}</i> : YES3-3A: 0
			Маркер: есть (+) / нет (0):
		Маркер: есть (+) / нет (0):	

Номенклатурный стандарт / Nomenclatural standard (WIR- 104377)

Таблица 9. Номенклатурный стандарт и генетический паспорт сорта картофеля 'Шах' (WIR-104378)

Table 9. Nomenclatural standard and genetic passport of potato cultivar 'Šah' (WIR-104378)

Генетический паспорт / Genetic passport		Тип цитоплазмы				
Происхождение (патент): ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», ООО ССК «Уральский картофель».		Устойчивость к <i>G. rostochiensis</i> (Ro 1) (Госреестр)				
Происхождение (Госреестр 2023): ФГБНУ УрФАН ИЦ УрО РАН, ООО ССК «Уральский картофель».		<i>Globodera rostochiensis</i> (Ro 1)	<i>H1</i>	N195	+	
Год внесения в Госреестр	2023			N146	+	
Код сорта в Госреестре	7953839		<i>Gro1-4</i>	Gro1-4-1	0	
№ патента	12600	<i>Globodera pallida</i> (Pa 2,3)	<i>Gpa2</i>	Gpa2-2	0	
Авторы:	Клюкина Е.М., Шанина Е.П.		<i>Phytophthora infestans</i>	<i>R3a</i>	RT-R3a	+
Метод выведения –	контролируемое скрещивание 08-41-7 × Невский			<i>R1</i>	R1	0
сорт получен путем:		<i>Rpi-sto1, Rpi-blb1</i>		BLB1F/R	0	
SSR локус:		PVX	<i>Rx1</i>	5Rx1	0	
STG0016	123; 132; 135		PVY	<i>Ry_{adg}</i>	RYSC3	0
StI004	76; 94	<i>Ry_{sto} / Ry_{f_{sto}}</i>		GP122-406/ EcoRV	0	
StI032	121; 124			YES3-3B	0	
StI033	113; 119; 131; 134	Вредный организм:	<i>Gen:</i>	YES3-3A	0	
StI046	179; 182; 194			Маркер есть (+)/ нет (0):		
STM0037	78; 80; 88	Маркеры R-генов устойчивости к вредным организмам:				
STM2005	154; 166; 190					
STM5114	286; 289; 295					



Криоконсервация уральских сортов

Оздоровленные пробирочные растения шести образцов картофеля ('Аляска', 'Арго', 'Багира', 'Легенда', 'Терра' и 'Шах') из *in vitro* коллекции УрФАНИЦ УрО РАН были переданы в отдел биотехнологии ВИР для криоконсервации и их длительного сохранения в криобанке ВИР. На первом этапе переданные *in vitro* растения были генотипированы в отделе биотехнологии ВИР с использованием тех же самых 8 SSR-маркеров с которыми проводилась паспортизация. Сопоставле-

ние SSR-профилей образцов *in vitro* растений с данными генетических паспортов сортов, разработанных для номенклатурных стандартов, подтвердило их полное соответствие. Этим образцам присваивались интродукционные номера, после чего они были включены в *in vitro* коллекцию ВИР (табл. 10). Генотипированные *in vitro* образцы уральских сортов были включены в программу по криоконсервации. Результаты оценки посткриогенной регенерационной способности уральских сортов приведены в Таблице 10.

Таблица 10. Регенерационная способность эксплантов (апексы побегов микрорастений) сортов картофеля уральской селекции

Table 10. Regenerative ability of explants (shoot tip apexes) of potato cultivars bred in the Urals

№	Название сорта	Интродукционный номер ВИР	Посткриогенная регенерационная способность, %	
			'-LN'	'+LN'
1	'Аляска'	641838	56,6±3,3	38,3±4,4
2	'Арго'	641839	66,7±12,0	43,3±4,4
3	предсорт 'Багира'	641842	50,0±0,0	43,3±3,3
4	'Легенда'	641840	53,3±12,0	48,3±15,9
5	'Терра'	641841	60,0±15,3	31,6±14,2
6	'Шах'	641843	70±5,7	45±5,0

Примечания. Контрольные эксперименты выполнены в трех повторностях: в варианте '-LN' – три повторности по 10 эксплантов в каждой (N=30); в варианте '+LN' – три повторности по 20 эксплантов в каждой (N=60).

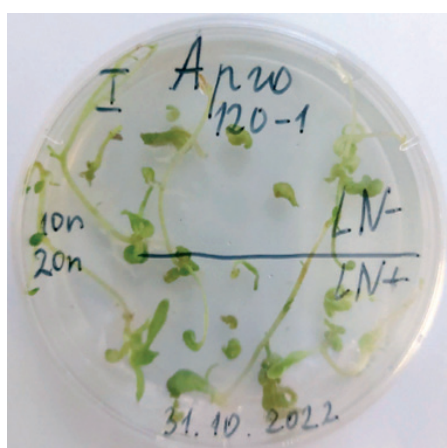


Рис. 2. Регенерационная способность сорта 'Арго' на шестой неделе после замораживания-оттаивания в вариантах '-LN' и '+LN'.

Fig. 2. Regenerative ability of cv. 'Argo' in week six after freezing-thawing in the '-LN' and '+LN' variants.

Как и ожидалось, регенерационная способность апексов микрорастений в контрольном варианте без погружения в жидкий азот ('-LN') была существенно выше, чем в варианте с краткосрочным погружением в жидкий азот ('+LN') (t-критерий Стьюдента, $p=0,007$).

Влияние генотипа на способность к пост-криогенной регенерации оценивали при помощи H-критерия Краскела-Уоллиса (Kobzar, 2006); различия между сортами оказались статистически не значимыми ($p=0,433$ для варианта '-LN' и $p=0,891$ для '+LN'), что согласуется с нашими предыдущими исследованиями (Efremova et al., 2020; 2023). Криопробирки с замороженными эксплантами пяти уральских сортов ('Аляска', 'Арго', 'Легенда', 'Терра' и 'Шах') и предсорта 'Багира' были переданы на длительное хранение в криобанк ВИР.

Обсуждение

Согласно Международному кодексу номенклатуры культурных растений, назначение номенклатурного стандарта осуществляется путем публикации (пункт 7 раздел 5 и статья 25 главы 6 раздела 2 Кодекса – Brickell et al., 2016). В настоящей публикации представлены номенклатурные стандарты восьми уральских сортов: 'Аляска', 'Арго', 'Браво', 'Ирбитский', 'Легенда', 'Люкс', 'Терра', 'Шах', которые пополнили коллекцию номенклатурных стандартов российских сортов картофеля, сохраняемых в Гербарии ВИР. Для предсорта 'Багира' (проходит ГСИ) мы публикуем гербарный ваучер.

Важным результатом нашего исследования является генетическая паспортизация этих сортов. С учетом этих уральских сортов к настоящему времени выполнена паспортизация 83 номенклатурных стандартов российских сортов (Klimenko et al., 2020; Rybakov et al., 2020, 2022; Fomina et al., 2020a;b; данное исследование).

Микросателлитные локусы, отобранные для генетической паспортизации российских сортов картофеля, характеризуются множественными аллельными вариантами, что связано с различной копийностью мономерных единиц в их составе. Высокий уровень полиморфизма этих SSR-локусов отмечен и другими исследователями – большая часть этих маркеров была использована ранее для генотипирования широких выборок зарубежных селекционных сортов (Ghebresslassie et al., 2016; Diekmann et al., 2017), а также отечественных сортов картофеля (Kolobova et al., 2017; Potato cultivars, 2018; Shanina, Klyukina, 2021; Antonova et al., 2020).

Разработанные в настоящей работе генетические паспорта сортов имеют важное практическое значение. Данные генетического паспорта номенклатурного стандарта, могут применяться для проверки идентичности

и однородности образцов этого сорта, сохраняемых в разных коллекциях или полученных из различных источников, а также для сопоставления и уточнения данных литературы.

Так, например, результатам молекулярно-генетической паспортизации номенклатурных стандартов полностью соответствовали данные SSR-генотипирования образцов пяти уральских сортов ('Аляска', 'Арго', 'Легенда', 'Терра' и 'Шах') и предсорта 'Багира' из *in vitro* коллекции УрФАНИЦ УрО РАН, а также данные генотипирования образцов четырех уральских сортов ('Аляска', 'Браво', 'Ирбитский', 'Люкс'), переданных в ВИР из ВНИИКХ им. А.Г. Лорха в рамках программ КПНИ_ЭГИ****-2018 и КПНИ_ЭГИ-2019 (Fomina et al., 2020b).

У образца сорта 'Терра', полученного из ВНИИКХ в 2019 году, выявлены отличия в аллельном составе одного из восьми микросателлитных локусов – STM0037, в котором были детектированы два аллеля – 74 пн и 80 пн (Fomina et al., 2020b), тогда как у номенклатурного стандарта в этом локусе выявлен дополнительный аллель 78 пн (генетический паспорт сорта 'Терра' – см. табл. 8). При перепроверке данных SSR анализа выявлена техническая ошибка в заполнении бинарной матрицы образца сорта 'Терра', полученного из ВНИИКХ.

При сопоставлении микросателлитных профилей ряда уральских сортов с другими данными литературы (Potato cultivars, 2018; Shanina, Klyukina, 2018) выявлены различия в пяти локусах (STG0016, STM5114, StI004, StI032, StI033). В работе О.Ю. Антоновой с соавторами (Antonova et al., 2020) подробно проанализированы причины таких разночтений, большая часть которых может быть связана с использованием разных методических технологий разделения SSR-фрагментов – капиллярный электрофорез в цитированных выше работах и электрофорез в проточном полиакриламидном геле на секвенаторе Li-Cor – в наших исследованиях.

Для сортов 'Арго', 'Шах' и предсорта 'Багира' информация о наличии/отсутствии диагностических фрагментов маркеров 11 генов устойчивости к вредным организмам опубликована впервые (см. табл. 2, 3, 9). Для большинства уральских сортов информация о наличии/отсутствии диагностических фрагментов маркеров ряда R-генов устойчивости к вредным организмам была опубликована ранее, что также позволяет провести сопоставление данных литературы с генетическими паспортами номенклатурных стандартов. Как отмечено выше, в молекулярном скрининге с использованием препаратов ДНК, выделенных из растительного материала номенклатурных стандартов, у каждого из изученных уральских сортов выявлен функциональный аллель гена *HI*, контролирующего

**** КПНИ_ЭГИ – эколого-географические испытания (ЭГИ), проводимые по комплексному плану научных исследований (КПНИ) подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» в соответствующем году/ KPNI_EGI – eco-geographical tests (EGTs) carried out according to the comprehensive plan of scientific research (CPSR) of the subprogram “Development of potato breeding and seed production in the Russian Federation” in the corresponding year

шего устойчивости к патотипу Ro1 *Globodera rostochiensis* (см. табл. 1-9). Разные авторы сообщали ранее о наличии маркеров гена *H1* у образцов уральских сортов, сохраняемых в разных коллекциях. Так, маркеры 57R и N195 гена *H1* были выявлены у образцов трех уральских сортов ('Браво', 'Ирбитский', Люкс') из полевых коллекций ВИР (Klimenko et al., 2017) и ВНИИКС (Potato cultivars, 2018). Шанина Е.П. с коллегами сообщали о выявлении другого маркера гена *H1* – TG 689 у образцов сортов 'Аляска' и 'Терра' из коллекции Уральского НИИСХ (Shanina et al., 2018). Три маркера гена *H1* (57R, N146, N195) обнаружены у каждого образца пяти уральских сортов из программ КПНИ ЭГИ-2018 и КПНИ ЭГИ-2019 ('Аляска', 'Браво', 'Ирбитский', Люкс', 'Терра') (Fomina et al., 2020b). Данные об источниках гена *H1* в родительских формах нематоустойчивых уральских сортов приведены в статье Е.П. Шаниной с соавторами (Shanina et al., 2011).

Информация об отсутствии диагностических фрагментов маркеров генов *Grol-4*, *Ry_{sto}*, *Ry_{f_{sto}}*, *Ry_{adg}*, *Rpi-stol*, *Gpa2*, у сортов 'Браво', 'Ирбитский', 'Люкс' (Potato cultivars, 2018) совпадает с данными генетических паспортов номенклатурных стандартов этих сортов (см. табл. 4, 5, 7). В то же время, выявлены различия с опубликованной ранее информацией о детекции диагностических фрагментов маркеров генов *Grol-4*, *Ry_{sto}*, *Rpi-stol* у трех уральских сортов: 'Аляска', 'Ирбитский', 'Терра' (Shanina et al., 2018). Следует отметить, что данные этой работы отличаются как от результатов генетической паспортизации номенклатурных стандартов, так и от данных генотипирования образцов этих сортов, переданных в ВИР в разные годы в виде: (а) пробирочных растений, полученных от автора сортов в 2022 году; (б) клубней, переданных в ВИР в 2020 году из УрФАНИЦ УрО РАН (Fomina et al., 2020b); (в) клубней и побегов образцов уральских сортов, переданных в ВИР из ВНИИКС им. А.Г. Лорха в 2018 – 2019 годах в рамках программы КПНИ ЭГИ (Fomina et al., 2020b). В свою очередь, данные молекулярного скрининга с маркерами генов *Grol-4*, *Ry_{sto}*, *Rpi-stol* образцов выборок (а), (б), (в) совпадают между собой и соответствуют результатам генетической паспортизации номенклатурных стандартов (см. табл. 1, 5, 8). Следовательно, отличия в результатах более ранней работы (Shanina et al., 2018) могут быть обусловлены либо методическими, либо техническими причинами.

С данными генетических паспортов номенклатурных стандартов полностью совпадают данные литературы о типах цитоплазм, полученные для образцов уральских сортов, сохраняемых в коллекциях различных институтов (Gavrilenko et al., 2019; Fomina et al., 2020b; Lihodeevskiy, Shanina, 2022). Как отмечалось выше, у изученных уральских сортов выявлены внутригенные маркеры генов *R1* и/или *R3a*, являющиеся результатом интрогрессии генов дикого мексиканского вида *S. demissum* в селекционный генофонд. Интересно отметить, что эти маркеры были выявлены как у четырех сортов с мексиканским D-типом цитоплазмы ('Аляска', 'Арго', 'Браво', 'Ирбитский'),

так и у образцов с чилийским T-типом цитоплазмы (сорта 'Легенда', 'Люкс', 'Терра', 'Шах' и предсорт 'Багира'). Не исключено, что эти уральские сорта могут быть использованы в дальнейших скрещиваниях в качестве опылителей, поскольку среди носителей D- и T-типов цитоплазм обнаружены образцы и с мужской фертильностью, и с мужской стерильностью (Gavrilenko et al., 2019).

Таким образом, данные генетических паспортов, разработанные с использованием ДНК-препаратов номенклатурных стандартов, повышают эффективность проверки образцов одного и того же сорта, сохраняемых в различных коллекциях.

Важным результатом настоящего исследования являются криоконсервация и сохранение генотипированных образцов уральских сортов в Криобанке ВИР. С учетом результатов криоконсервации, полученных в данной работе, в настоящее время объем криоколлекции российских сортов картофеля, генетически идентичных номенклатурным стандартам, составляет 51 образец. Общий объем криоколлекции картофеля, заложенной на длительное хранение в Криобанк ВИР в виде апексов *in vitro* растений, достиг 146 образцов, включающих: селекционные сорта и предсорты, образцы южноамериканских культурных и диких видов. У более чем половины образцов этой криоколлекции уровень посткриогенной регенерации превышает 40% в варианте '+LN' (Efremova et al., 2023), что соответствует современному стандарту криобанков (Volk et al., 2017).

References/Литература

- Ahmadvand R., Wolf I., Gorji A.M., Polgár Z., Taller J. Development of molecular tools for distinguishing between the highly similar *Rx1* and *Rx2* PVX extreme resistance genes in tetraploid potato. *Potato Research*. 2013;56(4):277-291. DOI: 10.1007/s11540-013-9244-y
- Antonova O.Yu., Klimenko N.S., Rybakov D.A., Fomina N.A., Zheltova V.V., Novikova L.Yu., Gavrilenko T.A. SSR analysis of modern Russian potato varieties using DNA samples of nomenclatural standards. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(4):77-96. [in Russian] (Антонова О.Ю., Клименко Н.С., Рыбаков Д.А., Фомина Н.А., Желтова В.В., Новикова Л.Ю., Гавриленко Т.А. SSR-анализ современных российских сортов картофеля с использованием ДНК номенклатурных стандартов. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(4):77-96). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-4-02
- Asano K., Kobayashi A., Tsuda S., Nishinaka M., Tamiya S. DNA marker-assisted evaluation of potato genotypes for potential resistance to potato cyst nematode pathotypes not yet invading into Japan. *Breeding Science*. 2012;62(2):142-150. DOI: 10.1270/jsbbs.62.142
- Ballvora A., Ercolano M.R., Weiss J., Meksem K., Bormann C.A., Oberhagemann P., Salamini F., Gebhardt C. The *R1* gene for potato resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) belongs to the leucine zipper/NBS/LRR class of plant resistance genes. *The Plant Journal*. 2002;30(3):361-371. DOI: 10.1046/j.1365-3113X.2001.01292.x
- Belozor N.I. Herbarization of cultivated plants: (guidelines) (Gerbarizatsiya kulturnykh rastenii: (metodicheskie ukazaniya)). Leningrad: VIR; 1989. [in Russian] (Белозор Н.И. Гербаризация культурных растений: (методические указания). Ленинград: ВИР; 1989).
- Brickell C.D., Alexander C., Cubey J.J., David J.C., Hoffman M.H.A., Leslie A.C., Malécot V., Xiaobai Jin (eds). International code of

- nomenclature for cultivated plants. Ed. 9. *Scripta Horticulturae*. 2016;18:1–XVII+1-190.
- Bryan G.J., McNicoll J., Ramsay G., Meyer R.C., De Jong W.S. Polymorphic simple sequences repeat markers in chloroplast genomes of Solanaceous plants. *Theoretical and Applied Genetics*. 1999;99(5):859-867. DOI: 10.1007/s001220051306
- Bukasov S.M. Potatoes in the Urals (Kartofel na Urale). Sverdlovsk: OblIzdats; 1947. [in Russian] (Букасов С.М. Картофель на Урале. Свердловск: ОблИздат; 1947).
- Diekmann K., Seibt K. M., Muders K., Wenke T., Junghans H., Schmidt T., Dehmer K.J. Diversity studies in genetic resources of *Solanum* spp. (section Petota) by comparative application of ISAP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2017;64:1937-1953. DOI: 10.1007/s10722-016-0484-y
- Dunaeva S.E., Pendinen G.I., Antonova O.Yu., Shvachko N.A., Ukhatova Yu.V., Shuvalova L.E., Volkova N.N., Gavrilenko T.A. Preservation of vegetatively propagated crops *in vitro* and cryo collections: methodological guidelines (Sokhraneniye vegetativno razmnozhayemykh kultur v *in-vitro*- i kriokollektsiyakh: metodicheskiye ukazaniya). T.A. Gavrilenko (ed.). 2nd ed. St. Petersburg: VIR; 2017. [in Russian] (Дунаева С.Е., Пендинен Г.И., Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Ухатова Ю.В., Шувалова Л.Е., Волкова Н.Н., Гавриленко Т.А. Сохранение вегетативно размножаемых культур в *in vitro*- и криоколлекциях: методические указания / под ред. Т.А. Гавриленко. 2-е изд. Санкт-Петербург: ВИР; 2017).
- Efremova O.S., Volkova N.N., Gavrilenko T.A. Long-term preservation of modern Russian potato cultivars in the VIR cryobank. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(3):68-76. [in Russian] (Ефремова О.С., Волкова Н.Н., Гавриленко Т.А. Длительное сохранение современных российских сортов картофеля в криобанке ВИР. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(3):68-76). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-3-01
- Efremova O.S., Volkova N.N., Rybakov D.A., Lisitsyna O.V., Ozerski P.V., Gavrilenko T.A. Development of the potato cryocollection preserved in the VIR cryobank. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(3):9-20. [in Russian] (Ефремова О.С., Волкова Н.Н., Рыбаков Д.А., Лисицына О.В., Озерский П.В., Гавриленко Т.А. Расширение криокolleкции образцов картофеля, сохраняемой в криобанке ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(3):9-20). DOI: 10.30901/2227-8834-2023-3-9-20
- Feingold S., Lloyd J., Norero N., Bonierbale M., Lorenzen J. Mapping and characterization of new EST-derived microsatellites for potato (*Solanum tuberosum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 2005;111(3):456-466. DOI: 10.1007/s00122-005-2028-2
- Flis B., Hennig J., Strzelczyk-Zyta D., Gebhardt C., Marczewski W. The *Ry-f_{sto}* gene from *Solanum stoloniferum* for extreme resistant to potato virus Y maps to potato chromosome XII and is diagnosed by PCR marker GP122718 in PVY resistant potato cultivars. *Molecular Breeding*. 2005;15(1):95-101. DOI: 10.1007/s11032-004-2736-3
- Fomina N.A., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Gimaeva E.A., Stashevski Z., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred by the Tatar Research Institute of Agriculture “Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020a;3(3):55-67. [in Russian] (Фомина Н.А., Антонова О.Ю., Чухина И.Г., Гимаева Е.А., Сташевски З., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля селекции Татарского НИИСХ «Казанский научный центр РАН». *Биотехнология и селекция растений*. 2020a;3(3):55-67). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-3-04
- Fomina N.A., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Rybakov D.A., Safonova A.D., Meleshin A.A., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards, voucher specimens and genetic passports of potato cultivars created in the Siberian and Ural breeding centers. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020b;3(4):53-76. [in Russian] (Фомина Н.А., Антонова О.Ю., Чухина И.Г., Рыбаков Д.А., Сафонова А.Д., Мелешин А.А., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты, ваучерные образцы и генетические паспорта сортов картофеля, выведенных в селекционных центрах Сибири и Урала. *Биотехнология и селекция растений*. 2020b;3(4):53-76). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-4-03
- Gavrilenko T., Antonova O., Shuvalova A., Krylova E., Alpatyeva N., Spooner D.M., Novikova L. Genetic diversity and origin of cultivated potatoes based on plastid microsatellite polymorphism. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2013;60(7):1997-2015. DOI: 10.1007/s10722-013-9968-1
- Gavrilenko T.A., Chukhina I.G. Nomenclatural standards of modern Russian potato cultivars preserved at the VIR herbarium (VIR): A new approach to cultivar genepool 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 (VIR): 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., Shvachko N.A., Volkova N.N., Ukhatova Yu.V. A modified droplet vitrification method for cryopreservation of shoot tips from *in vitro* potato plants. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(4):422-429. [in Russian] (Гавриленко Т.А., Швачко Н.А., Волкова Н.Н., Ухатова Ю.В. Модифицированный метод дроблет-витрификации для криоконсервации апексов *in vitro* растений картофеля. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019;23(4):422-429). DOI: 10.18699/VJ19.505
- Ghebresslassie B.M., Githir S.M., Mehari T., Kasili R.W., Ghislain M., Magembe E. Genetic diversity assessment of farmers' and improved potato (*Solanum tuberosum*) cultivars from Eritrea using simple sequence repeat (SSR) markers. *African Journal of Biotechnology*. 2016;15(35):1883-1891. DOI: 10.5897/AJB2016.15237
- Ghislain M., Nunez J., del Rosario Herrera M., Pignataro J., Guzman F., Bonierbale M., Spooner D.M. Robust and highly informative microsatellite-based genetic identity kit for potato. *Molecular Breeding*. 2009;23:377-388. DOI: 10.1007/s11032-008-9240-0
- Hosaka K. Distribution of the 241 bp deletion of chloroplast DNA in wild potato species. *American Journal of Potato Research*. 2002;79(2):119-123. DOI: 10.1007/BF02881520
- Hosaka K., Sanetomo R. Development of a rapid identification method for potato cytoplasm and its use for evaluating Japanese collections. *Theoretical and Applied Genetics*. 2012;125(6):1237-1251. DOI: 10.1007/s00122-012-1909-4
- Huang S., van der Vossen E.A.G., Kuang H., Vleeshouwers V.G.A.A., Zhang N., Borm T.J.A., van Eck H.J., Baker B., Jacobsen E., Visser R.G.F. Comparative genomics enabled the isolation of the *R3a* late blight resistance gene in potato. *The Plant Journal*. 2005;42(2):251-261. DOI: 10.1111/j.1365-3113X.2005.02365.x
- Kasai K., Morikawa Y., Sorri V.A., Valkonen J.P.T., Gebhardt C., Watanabe K.N. Development of SCAR markers to the PVY resistance gene *Ry_{adg}* based on a common feature of plant disease resistance genes. *Genome*. 2000;43(1):1-8. DOI: 10.1139/g99-092
- Klimenko N.S., Antonova O.Y., Kostina L.I., Mamadbokirova F.T., Gavrilenko T.A. Marker-associated selection of Russian potato varieties with using markers of resistance genes to the golden potato cyst nematode (pathotype Ro1). *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2017;178(4):66-75. [in Russian] (Клименко Н.С., Антонова О.Ю., Костина Л.И., Мамадбокирова Ф.Т., Гавриленко Т.А. Маркер-опосредованная селекция отечественных сортов картофеля с маркерами генов устойчивости к золотистой картофельной нематоде (патотип Ro1). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2017;178(4):66-75). DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-66-75
- Klimenko N.S., Gavrilenko T.A., Chukhina I.G., Gadzhiev N.M., Evdokimova Z.Z., Lebedeva V.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred at the Leningrad Research Institute for Agriculture “Belogorka”. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(3):18-54. [in Russian] (Клименко Н.С., Гавриленко Т.А., Чухина И.Г., Гаджиев Н.М., Евдокимова З.З., Лебедева В.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля, выведенные селекционерами Ленинградского НИИСХ «Белогорка»).

- Биотехнология и селекция растений. 2020;3(3):18-54. DOI: 10.30901/2658-6266-2020-3-03
- Kobzar A.I. Applied mathematical statistics (Prikladnaya matematicheskaya statistika). Moscow: Fizmatlit; 2006. [in Russian] (Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Москва: Физматлит; 2006).
- Koksharov V.P., Shanina E.P., Klyukina E.M. History and current state of potato breeding in the Middle Urals (Istoriya i sovremennoe sostoyanie selektsii kartofelya na Srednem Urале). *Dostizheniya sel'skokhozyajstvennoj nauki Urala – agropromyshlennomu kompleksu = Achievements of agricultural science in the Urals - to the agro-industrial complex*. 2006;61:105-113. [in Russian] (Кокшаров В.П., Е.П. Шанина, Е.М. Клюкина. История и современное состояние селекции картофеля на Среднем Урале. *Достижения сельскохозяйственной науки Урала – агропромышленному комплексу* 2006;61:105-113).
- Kolobova O.S., Maluchenko O.P., Shalaeva T.V., Shanina E.P., Shilov A., Alekseev Ya.I., Velishaeva N.S. Multiplexed set of 10 microsatellite markers for identification of potato varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(1):124-127. [in Russian] (Колобова О.С., Малюченко О.П., Шалаева Т.В., Шанина Е.П., Шилов И.А., Алексеев Я.И., Велишаева Н.С. Генетическая паспортизация картофеля на основе мультиплексного анализа 10 микросателлитных маркеров. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(1):124-127). DOI: 10.18699/VJ17.230
- Lihodeevskiy G.A., Shanina E.P. The use of long-read sequencing to study the phylogenetic diversity of the potato varieties plastome of the Ural selection. *Agronomy*. 2022;12:846. DOI: 10.3390/agronomy12040846
- Lössl A., Götz M., Braun A., Wenzel G. Molecular markers for cytoplasm in potato: male sterility and contribution of different plastid-mitochondrial configurations to starch production. *Euphytica*. 2000;116(3):221-230. DOI: 10.1023/A:1004039320227
- Milbourne D., Meyer R.C., Collins A.J., Ramsay L.D., Gebhardt C., Waugh R. Isolation, characterisation and mapping of simple sequence repeat loci in potato. *Molecular and General Genetics*. 1998;259:233-245. DOI: 10.1007/s004380050809
- Mori K., Sakamoto Y., Mukojima N., Tamiya S., Naka T., Ishii T., Hosaka K. Development of a multiplex PCR method for simultaneous detection of diagnostic DNA markers of five disease and pest resistance genes in potato. *Euphytica*. 2011;180(3):347-355. DOI: 10.1007/s10681-011-0381-6
- Panis B., Piette B., André E., Van den Houwe I., Swennen R. Droplet vitrification: the first generic cryopreservation protocol for organized plant tissues. *Acta Horticulturae*. 2011;908:157-164. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.908.17
- Panis B., Piette B., Swennen R. Droplet vitrification of apical meristems: a cryopreservation protocol applicable to all *Musaceae*. *Plant Science*. 2005;168(1):45-55. DOI: 10.1016/j.plantsci.2004.07.022
- Potato cultivars included in the 2017-2018 ecological-geographic test (Sorta kartofelya vklyuchennye v ekologo-geograficheskoe ispytanie 2017-2018 godov) Novosibirsk: SB RAS; 2018. [in Russian] (Сорта картофеля, включенные в эколого-географическое испытание 2017-2018 годов. Новосибирск: Издательство СО РАН; 2018).
- Rybakov D.A., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Fomina N.A., Klimenko N.S., Zheltova V.V., Meleshin A.A., Kochieva E.Z., Oves E.V., Apshev Kh.Kh., Simakov E.A., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred in the A.G. Lorkh All-Russian Potato Research Institute of Potato Farming. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2020;3(4):5-52. [in Russian] (Рыбаков Д.А., Антонова О.Ю., Чухина И.Г., Фомина Н.А., Клименко Н.С., Желтова В.В., Мелешин А.А., Кочиева Е.З., Овс Е.В., Апшев Х.Х., Симаков Е.А., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля селекции Всероссийского научно-исследовательского института картофеля им. А.Г. Лорха. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(4):5-52). DOI: 10.30901/2658-6266-2020-4-01
- Rybakov D.A., Cheremisin A.I., Antonova O.Yu., Chukhina I.G., Gavrilenko T.A. Nomenclatural standards and genetic passports of potato cultivars bred by the Omsk Agrarian Research Center. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2022;5(4):6-23. [in Russian] (Рыбаков Д.А., Черемисин А.И., Антонова О.Ю., Чухина И.Г., Гавриленко Т.А. Номенклатурные стандарты и генетические паспорта сортов картофеля селекции Омского Аграрного научного центра. *Биотехнология и селекция растений*. 2022;5(4):6-23). DOI: 10.30901/2658-6266-2022-4-04
- Sanetomo R., Hosaka K. A maternally inherited DNA marker, descended from *Solanum demissum* (2n=6x=72) to *S. tuberosum* (2n=4x=48). *Breeding Science*. 2011;61(4):426-434. DOI: 10.1270/jsbbs.61.426
- Schultz L., Cogan N.O.I., McLean K., Dale M.F.B., Bryan G.J., Forster J.N.W., Slater A.T. Evaluation and implementation of a potential diagnostic molecular marker for NI-conferred potato cyst nematode resistance in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Breeding*. 2012;131(2):315-321. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2012.01949.x
- Shanina E.P., Klyukina E.M. Potatoes in the Urals (Kartofel na Urале) Ekaterinburg; 2018. [in Russian] (Шанина Е.П., Клюкина Е.М. Картофель на Урале. Екатеринбург; 2018).
- Shanina E.P., Klyukina E.M. Potatoes in the Middle Urals (Kartofel na Srednem Urале) Ekaterinburg; 2021. [in Russian] (Шанина Е.П., Клюкина Е.М. Картофель на Среднем Урале. Екатеринбург; 2021).
- Shanina E.P., Klyukina E.M., Koksharov V.P., Shanin A.A. The creation of nematode-resistant varieties is a priority in food selection in the Middle Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011;2(81):59-61. [in Russian] (Шанина Е.П., Клюкина Е.М., Кокшаров В.П., Шанин А.А. Создание нематодоустойчивых сортов — приоритетное направление в селекции картофеля на Среднем Урале. *Аграрный вестник Урала*. 2011;2(81):59-61).
- Shanina E.P., Sergeeva L.B., Stafееva M.A., Klyukina E.M. Use of DNA markers to examine the source breeding material of potato. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2018;32(12):47-49. [in Russian] (Шанина Е.П., Сергеева Л.Б., Стафеева М.А., Клюкина Е.М. Применение ДНК-маркеров для оценки исходного селекционного материала картофеля. *Достижения науки и техники АПК*. 2018;32(12):47-49). DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11213
- Shanina E.P., Zenin N.N., Klyukina E.M. Current state of potato breeding in the Middle Urals (Sovremennoe sostoyanie selektsii kartofel'ja na Srednem Urале). In: *Current state of potato breeding: problems and development paths (Sovremennoe sostoyanie kartofelevodstva: problemy i puti razvitiya): Materials of the International Scientific and Practical Conference of the XX Innovation Council of the National Research University of the Urals, Western Siberia, Volga Region and Northern Kazakhstan on Potato Growing; 2014 July 17-18; Yekaterinburg, Russia*. Ekaterinburg, 2014. p.5-10. [in Russian] (Шанина Е.П., Зенин Н.Н., Клюкина Е.М. Современное состояние селекции картофеля на Среднем Урале. *Современное состояние картофелеводства: проблемы и пути развития: Материалы Международной научно-практической конференции XX Инновационного совета НИУ Урала, Западной Сибири, Поволжья и Северного Казахстана по картофелеводству; 17-18 июля 2014 г.; Екатеринбург, Россия*. Екатеринбург: Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии; 2014. С.5-10). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22533357> [дата обращения: 15.04.2023]
- Song Y.-S., Schwarzfischer A. Development of STS markers for selection of extreme resistance ($R_{y_{stb}}$) to PVY and maternal pedigree analysis of extremely resistant cultivars. *American Journal of Potato Research*. 2008;85(2):159-170. DOI: 10.1007/s12230-008-9012-8
- State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol. 1. "Plant varieties" (official publication). Moscow: FGBNU «Rosinformagrotech»; 2023. [In Russian] (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). Москва: ФГБНУ «Росинформагротех»; 2023).
- Takeuchi T., Sasaki J., Suzuki T., Horita H., Hiura S., Iketani S., Fujita R., Senda K. DNA markers for efficient selection of disease and pests resistance genes in potato [in Japanese]. *Hokkaido*

- Nogyo-Shiken-Kaigi-Shiryo* 2008. 2009;1-26.
- Valkonen J., Wiegmann K., Hämäläinen J., Marczewski W., Watanabe K. Evidence for utility of the same PCR-based markers for selection of extreme resistance to potato virus Y controlled by *Ry^{sto}* of *Solanum stoloniferum* derived from different sources. *Annals of Applied Biology*. 2008;152(1):121-130. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2007.00194.x
- Volk G.M., Henk A.D., Jenderek M.M., Richards C.M. Probabilistic viability calculations for cryopreserving vegetatively propagated collections in genebanks. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2017;64:1613-1622. DOI: 10.1007/s10722-016-0460-6
- Wang M., Allefs A., van den Berg R.G., Vleeshouwers V.G.A.A., van der Vossen E., Vosman B. Allele mining in *Solanum*: conserved homologues of *Rpi-blb1* are identified in *Solanum stoloniferum*. *Theoretical and Applied Genetics*. 2008;116(7):933-943. DOI: 10.1007/s00122-008-0725-3
- Zaitseva N.D. Potato varieties identification guide. N.P. Troshina (ed.) (Opredelitel sortov kartofelya / pod obshchey redaktsiyey N.P. Troshinoy). Moscow: State Publishing House of Agricultural Literature; 1950. [in Russian] (Зайцева Н.Д. Определитель сортов картофеля / под общ. ред. Н.П. Трошиной. Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы; 1950).
- Zhu S., Li Y., Vossen J.H., Visser R.G.F., Jacobsen E. Functional stacking of three resistance genes against *Phytophthora infestans* in potato. *Transgenic Research*. 2012;21(1):89-99. DOI: 10.1007/s11248-011-9510-1

Информация об авторах

Наталья Алексеевна Оськина, младший научный сотрудник, отдел биотехнологии, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, n.fomina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4401-4995>

Даниил Александрович Рыбаков, младший научный сотрудник, отдел биотехнологии, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, da-rybakov@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1520-0219>

Елена Петровна Шанина, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник научного селекционно-технологического центра в области картофелеводства Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (УрФАНИЦ УрО РАН), 620913 Россия, Екатеринбург, пос. Исток, ул. Главная, 21, shanina08@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5818-3813>

Лисицына Ольга Владимировна, ведущий специалист, отдел биотехнологии, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, olgalis86@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6632-3465>

Ирена Георгиевна Чухина, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела агроботаники и in situ сохранения генетических ресурсов растений, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, i.chukhina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3587-6064>

Татьяна Андреевна Гавриленко, доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела биотехнологии, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, tatjana9972@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2605-6569>. Руководитель настоящего исследования.

Information about the authors

Natalia A. Oskina, Associate Researcher, Department of Biotechnology, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, n.fomina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4401-4995>

Daniil A. Rybakov, Associate Researcher, Department of Biotechnology, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, da-rybakov@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1520-0219>

Elena P. Shanina, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Science, 21, Glavnaya Street, Istok Settlement, 620913 Russia, shanina08@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5818-3813>

Olga V. Lisitsyna, Leading Specialist, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, olgalis86@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6632-3465>

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, 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia, i.chukhina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3587-6064>

Tatjana A. Gavrilenko, Dr. Sci. (Biology), Chief Researcher, Head, 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>

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 27.04.2023; одобрена после рецензирования 23.05.2023; принята к публикации 16.06.2023.

The article was submitted on 27.04.2023; approved after reviewing on 23.05.2023; accepted for publication on 16.06.2023.