

DOI: 10.31676/0235-2591-2022-4-5-15



cimcjh

Современное состояние и перспективы селекции малины

С. Н. Евдокименко, М. А. Подгаецкий

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

ORCID: Евдокименко С. Н. – 0000-0001-9187-7593, Подгаецкий М. А. – 0000-0002-0289-1092

Резюме. Плоды малины входят в число наиболее востребованной на рынке ягодной продукции, поэтому интерес к этой культуре постоянно растёт. Её выращивают более чем в 50 странах мира и это число увеличивается. Устойчивое расширение площадей под малиной и увеличение урожайности происходит благодаря научному обеспечению отрасли новыми технологиями возделывания и сортами. Целью работы было выявление трудностей и проблем в селекции малины, определение современных направлений и тенденций развития. В статье сделан краткий обзор производства малины в мире, а также анализ активных селекционных программ в России и за рубежом. Рассмотрены особенности задач селекции в зависимости от регионов возделывания. Изложены основные проблемы, используемые методы, исходный материал и достижения селекции. Выявлено, что общая цель селекционных программ – получение продуктивных сортов с высокой адаптацией к абиотическим и биотическим стрессорам, пригодных для различных технологий возделывания и отличным качеством плодов. Установлено, что несмотря на достигнутые успехи в мировой селекции малины, в настоящее время сохраняется дефицит сортов с высокой адаптацией к окружающей среде, сортов сверхраннего и позднего сроков созревания, позволяющих продлить период потребления ягод в свежем виде; не достаточно высокотехнологичных промышленных сортов, пригодных к современным технологиям возделывания, а также сортов с требуемыми товарно-потребительскими свойствами. Рассмотрены перспективы селекции малины на ближайшие годы. Показано, что для решения стратегических целей селекции необходимо обогащение культивируемого генофонда малины новыми дикорастущими видами *Rubus*. При этом нужна кооперация и координация всех селекционных программ по расширению и обмену генетическими ресурсами. Для ускорения селекционного процесса нужно активнее использовать большой набор биотехнологических методов, апробированных и хорошо зарекомендовавших себя на ягодных культурах. Указано на необходимость более широкого использования молекулярно-генетических методов, позволяющих существенно увеличить скорость и точность селекционной работы.

Ключевые слова: малина, сорт, программа селекции, гибридизация, генетический источник, продуктивность, устойчивость

Благодарности: Исследования выполнены в рамках реализации Государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садоводства № 0432-2021-0001 «Генетические и биотехнологические подходы управления селекционным процессом, совершенствование существующих методов селекции для конструирования новых генетических модификаций плодовых, ягодных, овощных и полевых культур, отвечающих современным требованиям сельскохозяйственного производства».

Current status and prospects of raspberry breeding

S. N. Evdokimenko, M. A. Podgaetskiy

Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russian

ORCID: Evdokimenko S. N. – 0000-0001-9187-7593, Podgaetskiy M. A. – 0000-0002-0289-1092

Адрес для переписки:

Подгаецкий Максим Александрович

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, пер. Парковый, 5, с. Кокينو, Брянский район, Брянская обл., 243365, Россия
maxpodgai@yandex.ru

Address for correspondence:

Maxim A. Podgaetskiy

Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, 5, per. Parkovy, v. Kokino, Vygonichi district, Bryansk region, 243365, Russia
maxpodgai@yandex.ru

Ссылка цитирования:

Евдокименко С. Н., Подгаецкий М. А. Современное состояние и перспективы селекции малины. Садоводство и питомниководство. 2022;4:

10.31676/0235-2591-2022-4-5-15

Евдокименко С. Н. и соавт., 2022

For citation:

Evdokimenko S. N., Podgaetskiy M. A. Current status and prospects of raspberry breeding. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2022;4:

doi: 10.31676/0235-2591-2022-4-5-15

Abstract. Raspberries are among the most popular berries on the market; therefore, interest in this crop is constantly growing. Raspberries are cultivated in more than 50 countries around the world, and this number is increasing. The steady expansion of raspberry cultivation and yields is due to the scientific support of the industry with new cultivation technologies and varieties. The present study was aimed at revealing difficulties and problems in raspberry breeding and identifying current tendencies and development trends. The paper provides a brief overview of raspberry production in the world, as well as an analysis of active breeding programs in Russia and abroad. The features of the breeding tasks are considered depending on the regions of cultivation. The main problems, methods used, source materials and breeding achievements are presented. It is revealed that the overall purpose of breeding programs is to obtain productive varieties with high adaptation to abiotic and biotic stressors, suitable for various cultivation technologies and having excellent fruit quality. It was found that despite the successes achieved in raspberry breeding, at present there is still lack of varieties with high adaptation to the environment and very early or late-ripening varieties, allowing to extend the period of consumption of fresh berries, as well as lack of high-tech industrial varieties suitable for contemporary cultivation technologies, and varieties with required commodity and consumer properties. The prospects of raspberry breeding for the coming years are considered. It is shown that in order to achieve the strategic objectives in breeding, it is necessary to enrich the cultivated gene pool of raspberry with new inclusions of wild species of *Rubus*. This requires the cooperation and coordination of all breeding programs for the expansion and exchange of genetic resources. In order to accelerate the breeding process, it is necessary to actively use a large set of biotechnological methods tested and well-proven on berry crops. Wider use of molecular-genetic methods is essential to significantly increase the speed and accuracy of breeding.

Keywords: raspberry, variety, crop, breeding program, hybridization, genetic source, productivity, resistance

Acknowledgments: The research was carried out within the framework of the implementation of the State task of the Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery No. 0432-2021-0001 "Genetic and biotechnological approaches to managing the breeding process, improving existing breeding methods for constructing new genetic modifications of fruit, berry, vegetable and field crops that meet modern requirements of agricultural production".

Введение

Плоды малины одни из наиболее востребованных ягод на рынке, что связано с их вкусовыми и лечебно-профилактическими свойствами. Они отличаются неповторимым ароматом и десертным вкусом, позиционируются как богатый источник биологически активных соединений, оказывающих положительное влияние на здоровье человека. Малина используется для лечения более 60 заболеваний, включая сердечно-сосудистые, простудные, некоторые виды рака, диабет, артрит и др. [1, 2]. Её терапевтические и профилактические свойства связаны с биохимическим составом. Биологически активные вещества (БАВ) малины представлены витаминами С, В₉, К, Е, полифенольными соединениями (эллаговая, феруловая и галловая кислоты, флавоноиды, антоцианы, эллагитаннины, каротиноиды, кверцетин, цианидины, катехины, кемпферол, фитостеролы и др.), макро- и микроэлементами [3, 4, 5]. Комплекс БАВ оказывает противоопухолевое, антиоксидантное и противовоспалительное действие, регулирует функции щитовидной и предстательной желез [6, 7]. Салициловая кислота обладает бактерицидными свойствами и используется как потогонное, жаропонижающее и обезболивающее средство. Ягоды малины богаты клетчаткой (4,8-5,1 %), которая стимулирует работу кишечника и способствует выведению холестерина из организма. В плодах малины обнаружено особое лечебное вещество – бета-ситостерин, которое предупреждает отложение холестерина на стенках сосудов и, следовательно, возникновение склероза. По содержанию бета-ситостерина малина уступает только плодам облепихи [8].

Малина имеет и большое экономическое значение, её выращивают более чем в 50 странах мира. По данным FAOSTAT, в 2020 году производство ягод достигло

895,8 тыс. тонн, а площадь занятая культурой превысила 112 тыс. га [9]. При этом в отчетах ФАО отсутствует информация о производстве малины в Китае, Бразилии, Аргентине, Казахстане, Республике Беларусь, где эта культура возделывается на промышленной основе. В пятерку лидеров по производству ягод малины входят США (100,7 тыс. т), Сербия (118,7 тыс. т), Польша (121,7 тыс. т), Мексика (146,3 тыс. т) и Российская Федерация (182,0 тыс. т). На долю этих стран приходится 74,7 % валового сбора малины. Крупными производителями также считаются Азербайджан, Великобритания, Чили, Босния и Герцеговина, Португалия, Украина, Испания, собирающие от 11,7 до 49,6 тыс. тонн плодов в год.

Спрос на ягоды малины и их высокая стоимость стимулируют развитие отрасли. За последнее десятилетие прирост валового сбора ягод в мире составил 345 тыс. тонн или 62,8 %. Наибольшая динамика роста отмечена в Испании (в 5,3 раза), Молдове (в 6 раз), Мексике (в 10 раз), Португалии (в 15,5 раза). Положительная тенденция наблюдается и в Российской Федерации, где за этот период производство малины увеличилось на 57 тыс. тонн или на 45,6 %.

Устойчивое расширение площадей под малиной, увеличение урожайности и в конечном счете валового производства ягод происходит благодаря научному обеспечению отрасли новыми технологиями возделывания и сортами. При этом на долю селекционных достижений приходится до 50-80 % прироста урожая [10, 11]. В научной литературе имеются противоречивые сведения о количестве селекционных программ по малине в мире. Так J. Graham и N. Jennings (2009) в своём обзоре отмечали, что в начале XXI века генетико-селекционные исследования рода *Rubus* проводились в 19 странах

но 30 программам [12]. Чуть позже в обзоре С. Kempler, H. Hall, C. Finn (2012) сообщалось, что существует около 50 активных программ селекции *Rubus* в 26 странах [13]. Эти авторы указывали, что в конце прошлого века – начале нынешнего некоторые государственные селекционные программы были сильно сокращены или полностью закрыты по причинам уменьшения финансирования, смены деятельности или отсутствия преемственности поколений селекционеров. В то же время стали развиваться корпоративные и мелкие частные селекционные программы [14, 15], для которых характерны те же тенденции, что и для программ других плодовых культур, ранее перешедших под контроль частных селекционеров. Это, прежде всего, сосредоточение до 90 % исследований на практической разработке собственных сортов и только 10 % на изучении генетики, сохранении и расширении генетических ресурсов, разработке новых методов селекции. В государственных же программах 36 % работ посвящено созданию сортов, а 64 % фундаментальным исследованиям [16].

Общая цель селекционных программ – получение продуктивных сортов с высокой адаптацией к абиотическим и биотическим стрессорам, пригодных для различных технологий возделывания и отличным качеством плодов. Достижение этой цели предполагает решение ряда более мелких задач, учитывающих природно-климатические, почвенные условия, распространенность вредителей и болезней, назначение продукции, характер и традиции рынка сбыта и т. д.

Селекция малины за рубежом

В Северной Америке крупные селекционные программы по малине осуществляются в Корнельском университете (CU-NYSAES), Вашингтонском государственном университете (WSU), Университете Северной Каролины (NCSO), Канадском научно-исследовательском центре сельского хозяйства и продовольствия (AAFC-PARC), Дрискольском товариществе по выращиванию земляники (DSA) [14, 17, 18, 19].

Основными направлениями селекции Корнельского университета были и остаются создание сортов с продлением побегов текущего года (ремонтантных), а также получение сортов, устойчивых к *Phytophthora fragariae* var. *rubi* (Pfr). Здесь выделены источники устойчивости к этой болезни – сорта 'Latham', 'Chief', формы *Rubus occidentalis* L. и *Rubus strigosus* L. и созданы толерантные сорта 'Heritage', 'Taylor', 'Premier', 'Encore' [20]. Одно из последних достижений – сорт 'Crimson Treasure' с однородными темно-красными ягодами, массой 4-6 г [21]. В Вашингтонском государственном университете проводятся исследования с целью получения сортов малины с плодами на двулетних стеблях (floricane) для использования в Тихоокеанском Северо-Запада, которые сочетали бы пригодность к уборке машинами, устойчивость к вредителям, грибным и вирусным заболеваниям с высоким качеством плодов, подходящими для переработки [22]. Благодаря этой программе созданы доноры

и генетические источники устойчивости к корневым гнилям (WSU 1638, WSU 1447, WSU 0697, WSU 1499), в гибридных популяциях которых выход толерантных сеянцев составляет 7-15 %. С участием этих источников получены высокоустойчивые к корневым гнилям сорта 'Cascade Delight', 'Cascade Dawn' с отличным качеством ягод для свежего рынка плодов и 'Cascade Bounty', пригодный для комбайновой уборки и переработки [13, 23]. На юге США в университете Северной Каролины основной задачей селекции малины ставят выведение жаростойких сортов [18].

Одной из самых результативных считается программа Канадского научно-исследовательского центра сельского хозяйства и продовольствия, выполняющая многоплановые исследования в Британской Колумбии. Основные направления селекции – увеличение продуктивности, улучшение качества плодов для рынка свежей продукции и переработки, пригодность к механизированной уборке урожая, устойчивость к RBDV, Pfr, *Botrytis cinerea*, *Amphorophora idaei*, *Amphorophora agathonica* [24]. Ранее здесь создан сорт 'Tulameen', который считается стандартом для рынка свежих ягод. Большое распространение среди промышленных насаждений малины получили сорта 'Cowichan', 'Chemainus' и 'Saanich'. Успех программы связан с широким генетическим разнообразием используемых исходных форм, которые включали межвидовые гибриды из селекционных программ Великобритании и дикорастущие азиатские виды рода *Rubus* [13].

В Великобритании с середины прошлого столетия проводятся масштабные исследования в рамках государственных программ в Национальном институте сельскохозяйственной ботаники (NIAB EMR) и в Институте Джеймса Хаттона (Scottish Crop Research Institute - SCRI). В Ист-Моллинге под научным руководством Е. Кип была выполнена кропотливая долгосрочная работа по созданию межвидовых гибридов с участием *R. odoratus* L., *R. lasiostylus*, *R. occidentalis* L., *R. spectabilis* Pursh., *R. crataegifolius* Bge., *R. arcticus* L. и др. в различных сочетаниях [25]. На их основе получены раннеспелые крупноплодные ремонтантные формы, а также генотипы с высокой устойчивостью к фитофторе. Здесь создана большая линейка сортов с различным сроком созревания. Наибольшую популярность получили летние сорта 'Malling Minerva', 'Malling Juno', 'Malling Hestia', 'Valentina', 'Octavia', а также ремонтантные 'Autumn Bliss', 'Autumn Treasure', 'Autumn Britten', 'Brice', 'Joan Squire', 'Joan J' [26, 27]. Межвидовые генетические источники этого учреждения послужили драйвером создания современных сортов малины не только в Великобритании, но и в Северной Америке, и в Европе.

Программа селекции Института Джеймса Хаттона большое внимание уделяла получению генетически бесшипных сортов, среди которых наиболее известны 'Glen Ample', 'Glen Doll', 'Glen Fyne', 'Glen Magna' [28]. В последние годы в институте проводятся фундаментальные исследования, активно используются молекулярные методы селекции, позволяющие

ускорить создание сортов с заданными признаками. Здесь впервые апробирована методика ПЦР-диагностики видов *Phytophthora*, выделены маркеры устойчивости к корневым гнилям и качества плодов, проводятся исследования по созданию сортов, адаптированных к условиям закрытого грунта [29, 30].

Британской компанией Berryworld Plus Ltd. ведется практическая селекция малины и созданы ремонтантные сорта 'T-Plus' и 'Diamond Jubilee' для выращивания в тоннелях. Плоды этих сортов имеют привлекательную светло-красную окраску, выраженный малинный аромат, десертный вкус и большую прочность. Berryworld Plus Ltd. совместно с американской компанией Five Aces Breeding LLC получили сорта 'Jade', 'Pearl' и 'Sapphire' [27]. Другая британская компания Global Plant Genetics совместно с Институтом Джеймса Хаттона недавно выпустила два летних сорта 'Glen Mor' и 'Glen Carron', а также два ремонтантных сорта 'Skye' и 'Lewis'. Причем сорт 'Glen Mor' обладает генетическим маркером Rub118b устойчивости к *Pfr* [31].

В Институте садоводства Польши селекция малины ведётся с 1979 года. Наряду с местными родительскими формами в создании сортов там широко использовались исходные формы из других европейских и американских программ (NIAB EMR, SCRI, CU-NYSAES, WSU, AAFC-PARC) [32]. Полученные в результате этой работы сорта с летним типом плодоношения 'Benefis', 'Beskid', 'Laszka', 'Popiel', а также ремонтантные сорта 'Polesie', 'Polana', 'Polka', 'Pokusa', 'Poranna Rosa' востребованы далеко за пределами страны-оригинатора. Сорта 'Polana', 'Polka', 'Laszka' и др. составляют основу европейского промышленного сортимента. С 2012 года в Польше открылась первая частная комплексная программа селекции *Rubus* в компании Niwa Berry Breeding Ltd., где большой объем исследований посвящен малине западной (ежевикообразной), ежевике и ремонтантным сортам малины обыкновенной. Основные её задачи – повышение устойчивости сортов к местным погодным условиям, вредителям и болезням, улучшение качества плодов, пригодность к механизированному сбору ягод и длительное их хранение. Стратегия программы предусматривает поиск молекулярно-генетических маркеров устойчивости к вирусу RBDV и генетической изменчивости сортов. Ежегодно выполняется более 500 комбинаций скрещиваний, уже получены сорта малины обыкновенной 'Delniwa', 'Przehyba', 'Polonez', 'Poemat' [33, 34].

Среди европейских производителей большое распространение получили ремонтантные сорта 'Kweli', 'Kwanza', 'Imara' компании Advanced Berry Breeding (Нидерланды). Позже здесь выпустили еще два сорта 'Marema' и 'Rafiki' с ранним созреванием урожая. В Италии в производственном кооперативе Sant'Orsola Società Cooperativa Agricola созданы сорта 'Vajolet' и 'Lagorai', а в питомнике Vivai Molari сорта 'Castion' и 'Enrosadira' с высоким качеством плодов. Во Франции выращивают сорта 'Paris' и 'Versaille' селекции компании Marionnet [27].

Долголетняя селекционная работа с малиной проходит в Республике Беларусь. В РУП «Институт плодководства» сделана оценка большого количества сортов и выделены для дальнейшей гибридизации источники повышенной зимостойкости, продуктивности, богатого биохимического состава, бесшипности, устойчивости к дидимелле и септориозу. Последние достижения этой программы – сорта 'Услада' и 'Мядовая', включенные в реестр РБ в 2018 году, а также сорт 'Вераснёвая' – первый белорусский ремонтантный сорт, переданный в 2020 году в сортоиспытание [35, 36].

Динамично развивается производство малины в Мексике, которое базируется в основном на сортах из Северной Америки и Великобритании. Однако недостаточная адаптация интродуцированного сортимента к тропическим условиям и вертикальной зональности требует создания приспособленных к местным условиям сортов [37]. В связи с этим крупные национальные и зарубежные компании, занимающиеся выращиванием малины, стали открывать свои селекционные программы. Задачи этих программ в области адаптации – получение сортов, устойчивых к переувлажнению, к короткому световому дню (минимальная продолжительность 13,5 часов), к грибным и вирусным болезням. Поскольку большая часть урожая предназначена для экспорта, то для производителей актуально качество свежих ягод (вкус, цвет, форма, размер костянки, лёжка) и пригодность для переработки. Исследования ведутся в основном по ремонтантным сортам, менее требовательным к периоду охлаждения. Уже созданы большие гибридные фонды, выявлены лучшие исходные формы и комбинации скрещиваний, выделены перспективные элитные формы, соответствующие запросам производителей [38, 39].

С подобными проблемами столкнулись производители малины в Чили. Здесь до недавнего времени свыше 80 % площадей занимал ремонтантный сорт 'Heritage'. С 2009 года начала выполняться государственная программа селекции с участием частного капитала. В ходе её реализации получены три ремонтантных сорта 'Santa Catalina', 'Santa Clara' и 'Santa Teresa', цветение которых проходит почти на два месяца раньше, чем у сорта 'Heritage', а продуктивность составляет около 4,5 кг ягод с куста [40]. Благодаря высокому потенциалу урожайности, улучшенному качеству плодов и меньшей потребности в холоде для дифференциации почек и прохождения фазы покоя, эти сорта с успехом возделываются в странах с похожими климатическими условиями (Австралия, Испания, Италия, Мексика) [41].

Более тридцати лет малину выращивают в западной Испании, используя европейские селекционные достижения. С 2015 года здесь приступили к созданию собственных сортов. Основные задачи, поставленные перед селекционерами – получение сортов с феноритмикой, соответствующей климатическим условиям региона, с повышенной прочностью плодов и привлекательной ярко-красной окраской с сильным блеском [42].

В северной части Европы исследования по малине проводятся в Финляндии и Норвегии. Из-за сурового климата работы ведутся только по сортам с летним типом плодоношения, при этом основные направления исследований включают изучение физиологических аспектов морозостойкости, поиск биохимических маркеров, новых генетических источников зимостойкости и создание на этой основе новых адаптированных сортов [43]. Последними выпусками норвежской селекционной программы стали сорта 'Anitra' и 'Ninn' с высокой зимостойкостью [44].

Несмотря на то что Япония не считается крупным производителем малины, в университете Миядзаки также открыта программа селекции. Её основная задача – получение продуктивных сортов, устойчивых к жаркому климату, с повышенным содержанием биологических веществ. Для этого используется межвидовая гибридизация сортов *R. idaeus* L. с азиатским видом *R. parvifolius* Nutt. От этих скрещиваний уже получен и зарегистрирован в 2012 году сорт под номером 21801, имеющий как достоинства (высокая урожайность, крупные плоды, устойчивость к жаре), так и недостатки (крупные костянки, плохая их агрегация между собой) [45]. Для исправления этих недостатков была проведена серия беккроссов и получены улучшенные гибриды, которые проходят испытания [46].

Состояние селекции малины в России

Селекция малины в России имеет давнюю историю, традиции и существенные результаты. Впервые работа по созданию новых сортов началась в конце XIX века и связана с именами Н. В. Кузьмина и И. В. Мичурина. Быстрое развитие и успех селекция малины получила во второй половине прошлого века, когда в зонах активного производства малины существовали свои программы исследований. Селекционерами В. В. Кириловой, И. В. Казаковым, Н. И. Кравцовой, Н. М. Павловой, В. А. Соколовой, В. И. Анисовой, Л. И. Чистяковой, Е. В. Кольцовой и др. были собраны уникальные генетические коллекции и созданы крупные гибридные фонды, из которых выделены высокоадаптированные и урожайные сорта [47, 48]. Многие из них (Узаревская, Киржач, Бальзам, Высокая, Скрамница, Мятлистая, Колокольчик и др.) до сих пор не утратили актуальности и выращиваются на промышленном уровне.

Наиболее результативные программы селекции выполнялись в Федеральном научном селекционно-технологическом центре садоводства и виноградарства (ФНЦ Садоводства, г. Москва), в федеральном аграрном научно-исследовательском центре Уральского отделения Российской академии наук (УрФАНИЦ УрО РАН, Екатеринбург), в Алтайском научном центре агробиотехнологий (ФАНЦА, г. Барнаул), Федеральном научном центре им. И. В. Мичурина (ФНЦ им. И. В. Мичурина, г. Мичуринск). В прошедшее десятилетие эти учреждения были основными поставщиками

ми новых сортов малины, ряд из которых пригоден к промышленным технологиям возделывания (табл. 1) [49]. Относительно недавно работа по селекции малины началась в Федеральном исследовательском центре Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР), Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур (ВНИИСПК, г. Орёл), Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре РАН (НБС-ННЦ РАН).

Наряду с государственными научными учреждениями, практической селекцией малины на территории РФ занимаются в ряде частных садоводческих организаций. Наиболее результативно – В. А. Шиблёв в Нижегородской области, где за 15 лет созданы 7 сортов ремонтантной малины.

Таблица 1. Результаты выполнения селекционных программ по малине в РФ
Table 1. Results of the implementation of breeding programs for raspberries in the Russian Federation

Название учреждений-оригинаторов	Включено сортов в реестр с 2013-2022 гг., шт.	Подано заявок в ГСИ, шт.
ФНЦ Садоводства	5	5
ФАНЦА	3	1
УрФАНИЦ УрО РАН	6	0
ФНЦ им. И. В. Мичурина	3	0
ВИР	1	2
ВНИИСПК	0	1
НБС-ННЦ РАН	0	2
Шиблёв В. А.	4	3
Итого	22	14

В настоящее время в ФНЦ Садоводства программа по селекции малины осуществляется на базе Кокинского опорного пункта (Брянская обл.) и Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства. На Кокинском ОП работа ведётся с 1968 года. Основные направления исследований – селекция на зимостойкость, устойчивость к грибным и вирусным болезням, засухо- и жаростойкость, урожайность, высокие товарные качества плодов, раннее ремонтантное плодоношение, пригодность к машинной уборке урожая, технологичность. За этот период выполнено около 4 тысяч комбинаций скрещиваний, изучено свыше 600 тыс. сеянцев и более 700 родительских форм различного генетического происхождения. В реестр селекционных достижений включены 34 сорта малины, полученных на Кокинском ОП. В создании исходного материала был задействован генетический материал старорусских сортов лесной малины (*R. idaeus* L.), *R. occidentalis* L. и *R. odoratus* L., а также из зарубежных программ (AAFC-PARC, CU-NYSAES, WSU, NIAB EMR, SCRI, HRNZ) [50, 51]. Сейчас в гибридизации используются специально созданные комплексные доноры и источники, реже интродуцированные

сорта, выявлены наиболее результативные комбинации скрещиваний по всем селективируемым признакам и свойствам [52, 53]. Это позволило существенно сократить объем ежегодно пополняемого гибридного фонда и сохранить уровень выщепления перспективных отборных форм.

Селекционерами Кокинского ОП ежегодно выполняется гибридизация в объеме 25-35 комбинаций скрещиваний (3,0-3,5 тыс. шт. цветков), гибридный фонд пополняется на 3,0-7,0 тыс. шт. семян. Только за последние годы в реестр селекционных достижений включены 5 сортов: 'Атлант' (2015), 'Подарок Кашину' (2017), 'Поклон Казакову' (2017) – ремонтантного типа; 'Лавина' (2022), 'Улыбка' (2022) – обычного типа. Поданы заявки в ГСИ еще на 4 сорта – 'Иван Купала' с плодоношением на двулетних стеблях и ремонтантные 'Медвежонок', 'Юбилейная Куликова', 'Салют'.

С 2007 года началась селекционная работа по малине на Оренбургской ОССиВ ФНЦ Садоводства, направленная на получение высокоурожайных, зимостойких, засухо- и жаростойких сортов, адаптированных к условиям Южного Урала [54]. Здесь от контролируемой селекции и свободного опыления создан гибридный фонд и выделены отборы. В качестве родительских форм использовались крупноплодные сорта 'Вольница', 'Геракл', 'Патриция', 'Пересвет', 'Таруса' и др. В 2021 году в ГСИ передан высокопродуктивный ремонтантный сорт 'Ариша' с ранним созреванием урожая [55].

Успешные исследования по созданию сортов малины для условий Среднего Урала проводятся учеными Свердловской селекционной станции садоводства – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (с 2017 г.). По сообщению И. И. Богдановой [56], к 2010 году на станции изучено около 300 родительских форм, выполнены 400 комбинаций скрещиваний, сделана селекционная оценка более 10 000 гибридных семян малины. На широкой генетической основе создан сортимент, адаптированный к суровым условиям Урала. За последнее десятилетие 6 сортов – 'Бархатная' (2013), 'Лель' (2015), 'Ванда' (2017), 'Антарес' (2018), 'Алая Россыпь' (2019), 'Фрегат' (2019) – включены в Государственный реестр селекционных достижений. Эти сорта обладают высокой зимостойкостью, крупноплодностью, продуктивностью, пригодны к промышленным технологиям возделывания [57, 58].

Основным селекционным центром малины в Сибири, обеспечивающим постоянное сортообновление этой культуры в регионе, был Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко – ныне «НИИСС имени М. А. Лисавенко» ФГБНУ ФАНЦА. Главной задачей этой программы было создание высокопродуктивных морозостойких сортов с высокой устойчивостью первого и второго компонентов зимостойкости. Для решения этой задачи в качестве исходного материала использовались

сорта народной селекции, дикорастущие, адаптированные формы *R. idaeus* L., а также *R. occidentalis* L. и *R. crataegifolius* Bunge. Позднее эффективной оказалась межсортная гибридизация ранее созданных сортов ('Барнаульская', 'Блестящая', 'За Здравие', 'Колокольчик', 'Соколенок') между собой [59, 60]. Современными достижениями этого учреждения, включенными в Государственный реестр, стали сорта 'Добрая' (2013), 'Акварель' (2015), 'Блеск' (2016) и переданный в ГСИ сорт Кассиопея.

Для Центрально-Черноземного региона России с его дефицитом осадков и повышенным температурным режимом во время плодоношения малины интерес для промышленного возделывания представляют сорта селекции ФНЦ им. И. В. Мичурина 'Клеопатра', 'Суламифь' и 'Шахзада'. Они характеризуются повышенной засухоустойчивостью, имеют стабильную урожайность, высокие вкусовые и товарные качества плодов [61]. К сожалению, заявок в ГСИ на новые сорта этого научного учреждения больше не поступало.

Более полувека ведется работа по сортоизучению малины во ВНИИСПК. С 2000-х годов приступили к селекции этой культуры. Здесь собрана богатая коллекция, насчитывающая более 40 отечественных и зарубежных сортов, а также 160 отборов и 19 элитных форм [62]. Полевыми и лабораторными методами сделана оценка исходных форм по зимо-, засухо- и жаростойкости, выделены перспективные источники основных хозяйственных признаков и свойств, разработаны генетические паспорта некоторых сортов [63, 64, 65]. По результатам первичного сортоизучения сорт 'Агния' передан в ГСИ.

В начале текущего столетия стала выполняться программа по селекции малины на Крымской опытно-селекционной станции – филиале Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (Крымская ОСС – филиал ВИР, г. Крымск), ориентированная на получение сортов для южных регионов страны. Кроме продуктивности основные критерии отбора здесь – устойчивость к высоким температурам, солнечным ожогам, низкой влажности воздуха и суховеям. В качестве исходных форм на первом этапе работы использовались в основном сорта селекции Кокинского ОП ФНЦ Садоводства 'Гусар', 'Пересвет', 'Геракл' и др. В результате работы в 2021 году в Государственный реестр включен первый сорт этого учреждения 'Боярыня', плодоносящий на двулетних стеблях [66]. В последующем приоритет программы был сделан в сторону ремонтантных сортов, как наиболее подходящих по фенологии к климатическим условиям региона. В гибридном потомстве сорта 'Геракл' выделены две продуктивные формы с повышенной засухоустойчивостью 'Антей' и 'Ника', на которые поданы заявки в ГСИ [67].

Ещё одна новая программа селекции малины открылась в Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре РАН, что свидетельствует о большом спросе на сорта для юга нашей страны, где ранее эта культура не имела промышленного значения. Её цели и задачи во многом идентичны программе Крымской ОСС – филиалу ВИР. В работе используются сорта российской, украинской, польской, британской, американской селекции. Создана признаковая коллекция малины, включающая 60 образцов, в т. ч. 14 собственной селекции. Получены высокопродуктивные, адаптированные к условиям Крыма промышленные сорта 'Гармония' и 'Руслана', заявки на которые поданы в ГСИ [68].

Перспективы селекции малины

Анализ существующих селекционных программ по малине показывает, что в большинстве из них применяются традиционные методы, сопряженные с длительным сроком получения сортов с заданными признаками. Кроме того, рядом ученых высказываются опасения постепенного сужения генетической основы новых создаваемых генотипов, связанного с использованием ограниченного количества исходного материала и снижением уровня обмена генетическими ресурсами между селекционерами вследствие обособленности и корпоративной закрытости многих частных программ [12, 13, 16, 17]. Это приводит к уязвимости сортов к неблагоприятным факторам, особенно биотическим.

Как показывает практика прошлых лет, прорывы в селекционной работе происходили в результате сочетания необычных генетических сочетаний за счет включения в гибридизацию видового разнообразия Rubus [69, 70, 71, 72]. Вместе с тем коммерческие сорта малины имеют очень маленькую долю геномов дикорастущих видов [13]. Следовательно, для решения генетических целей селекции необходимо обогащение культивируемого генофонда малины новыми источниками дикорастущих видов Rubus, потенциал которых до сих пор не оценён. При этом нужна координация всех селекционных программ по расширению обмена генетическими ресурсами. Примером такого сотрудничества может служить созданная в 2005 году рабочая группа по ягодным культурам из стран в рамках ECPGR (Европейская совместная программа по генетическим ресурсам растений), цель которой – координация работы национальных генетических банков [73].

Использование в селекции дикорастущих видов Rubus непременно связано с увеличением числа генераций скрещиваний до получения нужного продукта. Для успешного преодоления барьеров, связанных с отдаленной гибридизацией, необходима высокая скрещиваемость, низкая фертильность и т. д. Ускорения селекционного процесса необходимо использовать большой набор биотехнологических методов, который хорошо апробирован на

ягодных культурах [74]. Кроме того, современная биотехнология имеет возможность конструировать новые генотипы за счет включения чужеродных генов (других видов растений, бактерий, грибов, животных). Например, в США получены трансгенные растения сорта 'Meeker', устойчивые к вирусу RBDV [75]. Однако они не получили коммерческого распространения, да и в целом работа не имела развития из-за неоднозначного и настороженного отношения общества к ГМО-продуктам по этическим и моральным соображениям.

Для быстрого удовлетворения растущих требований производителей и потребителей необходимо наряду с традиционными методами селекции шире использовать молекулярно-генетические инструменты, позволяющие существенно увеличить скорость и точность работы. И несмотря на то что молекулярные и геномные исследования Rubus заметно отстали от других плодовых и ягодных культур, в последние годы сделаны существенные успехи в этой области [76, 77]. С помощью ДНК-маркирования проводятся исследования по выявлению генетического родства сортов и видов малины, разрабатываются молекулярно-генетические карты локализации генов, отвечающие за хозяйственно важные признаки. В ряде популяций сортов малины выявлены маркеры устойчивости к корневой гнили (*Phytophthora fragariae* var. *rubi*), тле (*Amphorophora idaei*), крупноплодности, бесшипности, биосинтеза флавоноидов, что делает возможным проводить отбор на ранних стадиях развития растений [13, 30, 78].

Заключение

Несмотря на достигнутые успехи в мировой селекции малины, в настоящее время сохраняется дефицит сортов с высокой адаптацией к окружающей среде, сортов сверхраннего и позднего сроков созревания, позволяющих продлить период потребления ягод в свежем виде; не достаточно высокотехнологичных промышленных сортов, пригодных к современным технологиям возделывания, а также сортов с требуемыми товарно-потребительскими свойствами. Это свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования сортимента. Следовательно, в ближайшее время для программ по созданию новых сортов малины наиболее актуальными задачами будут селекция на устойчивость к вредоносным грибным и вирусным объектам, к зимним стрессорам (для умеренных широт), жаро- и засухоустойчивость, адаптацию к короткому световому дню и низкой потребности в холоде для дифференциации почек и прохождения покоя (в южных регионах), повышенную транспортабельность и длительное послеуборочное хранение плодов, а также на пригодность к механизированному возделыванию и повышенное накопление БАВ.

Список использованной литературы/References

1. Stoner G. D. Foodstuffs for preventing cancer: the preclinical and clinical development of berries, *Cancer Prevention Research*. 2009;2(3):187-194. DOI: 10.1158/1940-6207.CAPR-08-0226
2. Ereemeeva N., Makarova N., Zhidkova E., Maximova V., Lesova E. Ultrasonic and microwave activation of raspberry extract: antioxidant and anti-carcinogenic properties, *Foods and Raw Materials*. 2019;7(2):264-273. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-2-264-273
3. Жбанова Е. В. Биохимическая характеристика пло- дов генколлекции сортов малины в условиях ЦЧР (Мичу-ринск): Биология растений и садоводство: теория, инновации: Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017;(144-1):182-186.
4. Zhanova E. V. Biochemical characteristics of the fruits of the gene collection of raspberry varieties in the conditions of the Central Chernozem Region (Michurinsk): Plant biology and horticulture: theory, innovations: Collection of scientific papers of the State Nikita Botanical Garden. 2017;(144-1):182-186. (In Russ.)
5. Xiao T., Guo Z., Bi X., Zhao Y. Polyphenolic profile as well as anti-oxidant and anti-diabetes effects of extracts from freeze-dried black raspberries, *Journal of Functional Foods*. 2017;31:179-187. DOI: 10.1016/j.jff.2017.01.038
6. Stojanov D., Milošević T., Mašković P., Milošević N., Glišić I., Paunović G. Influence of organic, organo-mineral and mineral fertilisers on cane traits, productivity and berry quality of red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Scientia Horticulturae*. 2019;252:370-378. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.04.009
7. Deighton N., Brennan R., Finn C. and Davies H.V. Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species. *Journal Science and Food Agriculture*. 2000;80:1307-1313. DOI: 10.1002/1097-0010(200007)80:9<1307::AID-JS-FA638>3.0.CO;2-P
8. Moyer R. A., Hummer K. E., Finn C. E., Frei B. and Wrolstad R.E. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of Agri Food Chem*. 2002; 50:519-525. DOI: 10.1021/jf011062r
9. Казаков И. В. Малина. Ежевика. М.: АСТ; Харьков: Фолио, 2001, 256.
10. Kazakov I. V. Raspberry. Blackberry. Moscow: AST; Kharkov: Folio, 2001, 256. (In Russ.)
11. FAOSTAT. [Электронный ресурс]. [Electronic resource] URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL> (дата обращения: 15.02.2022) (accessed: 15.02.2022) (In Russ.)
12. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Самара, 2003, 117.
13. Zhuchenko A. A. Ecological genetics of cultivated plants. Samara, 2003, 117. (In Russ.)
14. Луговской А. П., Артюх С. Н., Алехина Е. М., Щеглов С. Н., Дорошенко Т. Н., Причко Т. Г., Ульяновская Е. В., Бунцевич Л. Л. Технология комбинационной и клоновой селекции сортов плодовых культур: Интенсивные технологии возделывания плодовых культур, Краснодар, 2004, 127-203.
15. Lugovskoy A. P., Artyukh S. N., Alyokhina E. M., Shcheglov S. N., Doroshenko T. N., Prichko T. G., Ulianovskaya E. V., Buntsevich L. L. Technology of combination and clonal breeding of fruit crop varieties: Intensive technologies for the cultivation of fruit crops, Krasnodar, 2004, 127-203. (In Russ.)
16. Graham J., Jennings N. Raspberry Breeding: Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species. Springer, New York, 2009, 233-248. DOI: 10.1007/978-0-387-71203-1_7
17. Kempler C., Hall H., Finn C. E. Raspberry: Badenes M., Byrne D. Fruit Breeding: Handbook of Plant Breeding, 8. Springer, Boston, MA., 2012, 263-304. DOI: 10.1007/978-1-4419-0763-9_8
18. Finn C. E., Kempler C. and Moore P.P. Raspberry cultivars: what's new? What's succeeding? Where are breeding programs headed? *Acta Hort.* 2008;777:33-40 DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.1
19. Clark J. R. and Finn C.E. New trends in blackberry breeding, *Acta Hort.* 2008;777:41-47. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.2
20. Byrne D.H. Trends in fruit breeding, *Fruit breeding*. Springer, Boston, MA, 2012;3-36. DOI: 10.1007/978-1-4419-0763-9_1
21. Hall H. K., Hummer K. E. Plant breeding reviews, *Raspberry Breeding and Genetics*, 2009;32:382.
22. Ballington J. R. The history of blackberry and raspberry breeding in the southern USA, *Acta Hort.* 2016;1133:13-22. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.3
23. Zurn J. D., Meiers R., Ward J., Finn C. E., Dossett M. and Bassil N. V. Identifying variation in red raspberry MLO genes thought to provide resistance to powdery mildew, *Acta Hort.* 2020;1277:25-32. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.4
24. Pattison J. A., Wilcox W. F., Weber C. A. Assessing the resistance of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) genotypes to *Phytophthora fragariae* var. *rubi* in hydroponic culture, *HortScience*. 2004;39(7):1553-1556. DOI: 10.21273/HORTSCI.39.7.1553
25. Американские селекционеры представили новые сорта малины и земляники. [Электронный ресурс]. URL: <https://fruitnews.ru/home/category/tekhnologii/amerikanskie-selektionery-predstavili-novye-sorta-maliny-i-zemlyaniki.html> (дата обращения 15.03.2022). (accessed 15.03.2022)
26. American breeders introduced new varieties of raspberries and strawberries. [Electronic resource]. URL: <https://fruitnews.ru/home/category/tekhnologii/amerikanskie-selektionery-predstavili-novye-sorta-maliny-i-zemlyaniki.html> (дата обращения 15.03.2022). (accessed 15.03.2022) (In Russ.)
27. Moore P. P. and Hoashi-Erhardt W. Raspberry breeding at Washington State University, *Acta Hort.* 2016;1133: 45-48. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.7
28. Moore P. P. and Hoashi-Erhardt W. K. Comparison of selection for root rot tolerance and machine harvestability, *Acta Hort.* 2020;1277:149-154. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.21
29. Burlakoti R. R. and Dossett M. Past efforts and future perspectives of managing major diseases of red raspberries in British Columbia, *Acta Hort.* 2020;1277:397-402. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.56
30. Knight V. H. Review of *Rubus* species used in raspberry breeding at East Malling, *Acta Hort.* 1993;352:363-372. DOI: 10.17660/ActaHortic.1993.352.52
31. Knight V. H. and Fernández Fernández F. New summer fruiting red raspberry cultivars from East Malling research, *Acta Hort.* 2008;777:173-176. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.24
32. Jennings S. N. Advances in *Rubus* Breeding: Raspberry, Springer, Cham, 2018, 17-28. DOI: 10.1007/978-3-319-99031-6_2
33. Jennings S. N., Ferguson L., Brennan R. New Prospects from the Scottish Raspberry Breeding Programme, *Acta Hort.* 2008;777:203-206.
34. Jennings S. N., Graham J., Ferguson L. and Young, V. New developments in raspberry breeding in Scotland, *Acta Hort.* 2016;1133:23-28. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.4
35. Jarret D., Jennings N., Williams D. and Graham, J. Development and use of genetic tools in *Rubus* and *Ribes* breeding at James Hutton Institute/Limited, *Acta Hort.* 2020;1277:1-10. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.1

31. Специалисты Global Plant Genetics выделили основные направления развития селекции малины. [Электронный ресурс]. URL: <https://fruitnews.ru/home/category/world/spetsialisty-global-plant-genetics-vydilili-osnovnyie-napravleniya-razvitiya-selektii-maliny.html> (дата обращения 15.03.2022). (accessed 15.03.2022).
- Global Plant Genetics specialists have identified the main directions for the development of raspberry breeding [Electronic resource]. URL: <https://fruitnews.ru/home/category/world/spetsialisty-global-plant-genetics-vydilili-osnovnyie-napravleniya-razvitiya-selektii-maliny.html> (дата обращения 15.03.2022). (accessed 15.03.2022) (In Russ.)
32. Danek J., Krol K. Recent Situation in Raspberry Production in Poland, *Acta Hort.*, 2008;777:289-292 DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.43
33. Orzeł A., Simlat M. and Danek J. Directions in raspberry and blackberry breeding program conducted in NIWA Berry Breeding Ltd., Brzezna, Poland, *Acta Hort.* 2016;1133:29-34. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.5
34. Orzeł A., Król-Dyrek K., Jagła J., Lech W., Bieniasz M., Krośniak M. Recent progress in Polish black raspberry breeding at the Niwa Berry Breeding Ltd, *Acta Hort.* 2020;1277:55-64. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.8
35. Фролова Л. В., Емельянова О. В., Кондратенко Ю. Г. Основные достижения селекции малины в Беларуси: Селекция и сорторазведение садовых культур, 2020;7(1-2):167-170.
- Frolova L. V., Emelyanova O. V., Kondratenok Yu. G. The main achievements of raspberry breeding in Belarus: Breeding and cultivar breeding of horticultural crops. 2020;7(1-2):167-170. (In Russ.)
36. Фролова Л. В., Максименко М. Г., Гашенко Т. А., Емельянова О. В., Кондратенко Ю. Г., Остапчук И. Н. Белорусский сорт малины ремонтантной Вераснёвая, Мичуринский агрономический вестник. 2021;1:75-86.
- Frolova L. V., Maksimenko M. G., Gashenko T. A., Emelyanova O. V., Kondratenok Yu. G., Ostapchuk I. N. Belarusian variety of remontant raspberry Verasnevaya, Michurinskiy agronomicheskii vestnik. 2021;1:75-86. (In Russ.)
37. Hernández-Bautista A., Lobato-Ortiz R., García-Zavala L., Mejía Contreras J.A., Chávez-Servia J.L., Rodríguez M.R., & García Velázquez J.A. Adaptability of raspberry primocane types in a tropical environment and its implication in the berry production in Mexico, *Journal of Berry Research*. 2020;2(2):155-163. DOI: 10.3233/JBR-180328
38. Hernández-Bautista A., Lobato-Ortiz R., García-Zavala L., Chávez-Servia J.L., Mejía-Contreras J.A., & García-Velázquez J.A. Breeding potential of raspberry primocane selections based on their combining abilities, *Canadian journal of plant science*. 2018;98(1):28-37. DOI: 10.1139/cjps-2016-0399
39. Hernández-Bautista A., Lobato-Ortiz R., García-Zavala L., Rocandio-Rodríguez M., Mejía-Contreras J. A., Chávez-Servia J. L., & García-Velázquez J. A. Relationship of genetic distance with agronomic performance, specific combining ability, and predicted breeding values of raspberry varieties, *Euphytica*. 2018;214(2):1-16. DOI: 10.1007/s10681-018-1122-6
40. Gambardella M., Bañados P., Sánchez S., Grez J., Contreras E. and Sagredo B. New raspberry cultivars for Chile: Releases from the local breeding program, *Acta Hort.* 2016;1117:19-24. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1117.4
41. Contreras C., Hermosilla A., Contreras E., Naranjo P., Sagredo B., & Gambardella M. Postharvest physiology and storage potential of new Chilean raspberry cultivars, *Chilean journal of agricultural research*. 2021;81(2):161-171. DOI: 10.4067/S0718-58392021000200161
42. Guerra M. E., Casadomet C., Domínguez G. and López-Corrales M. First results of new raspberry breeding programme in western Spain, *Acta Hort.* 2019;1231:81-84. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1231.14
43. Palonen P., Lettojärvi I., Luoranen J., Ruhanen H., Rantanen M., Haikonen T., & Finni S. Deacclimation and reacclimation of apple (*Malus domestica* Borkh.), blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) and raspberry (*Rubus idaeus* L.) shoots and buds under controlled conditions. *Scientia Horticulturae*. 2021;289:110430. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110430
44. Hodnefjell R., Heide O. M., Rivero R., Remberg S.F., & Sønsteby A. Control of growth cessation and floral initiation in red raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars of diverse origin in controlled and natural environments. *Scientia Horticulturae*. 2018;233:412-420. DOI:10.1016/j.scienta.2018.02.011
45. Toshima S., Okamoto-Nakamura R., Abe K., Sakazaki U., Komatsu H., and Kunitake H. Growth characteristics and fruit qualities of interspecific hybrid between 'Indian Summer' raspberry and *Rubus parvifolius* L., *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 2017;16:345-352. DOI: 10.2503/hrj.16.345
46. Toshima S., Fujii M., Hidaka M., Nakagawa S., Hirano T., & Kunitake H. Fruit Qualities of Interspecific Hybrid and First Backcross Generations between Red Raspberry and *Rubus parvifolius*, *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2021;146(6):445-451. DOI: 10.21273/JASHS05111-21
47. Казаков И. В., Кулагина В. Л., Евдокименко С. Н. Результаты и перспективы селекции малины в центральном регионе России. Плодоводство и ягодоводство России. 2009;22(2):55-63.
- Kazakov I. V., Kulagina V. L., Evdokimenko S. N. Results and prospects of raspberry breeding in the central region of Russia: *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2009;22(2):55-63. (In Russ.)
48. Помология. Том V: Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры/под. ред. Е. Н. Седова, Л. А. Грюнер. Орёл: ВНИИСПК, 2014, 97-182.
- Pomology. Volume V: Strawberries. Raspberry. Walnut and rare crops. Eds. E. N. Sedov, L. A. Gruner. Orel: VNIISPCK, 2014, 97-182. (In Russ.)
49. Реестр селекционных достижений. [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.gossortfr.ru/> (дата обращения 12.03.2022) (accessed 12.03.2022).
- Register of breeding achievements. [Electronic resource]. URL: <https://reestr.gossortfr.ru/> (дата обращения 12.03.2022) (accessed 12.03.2022). (In Russ.)
50. Евдокименко С. Н., Куликов И. М., Белоус Н. М. Роль научного наследия академика И.В. Казакова в селекции и современном садоводстве. Плодоводство и ягодоводство России. 2017;8(1):92-97.
- Evdokimenko S. N., Kulikov I. M., Belous N. M. The role of the scientific heritage of academician I. V. Kazakova in breeding and modern horticulture. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2017;8(1):92-97. (In Russ.)
51. Евдокименко С. Н. Создание сортов малины на Кокинском опорном пункте ФГБНУ ВСТИСП: в сборнике: Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (земляника, малина). 2019, 195-210.
- Evdokimenko S. N. Creation of raspberry varieties at the Kokino base station of the FGBNU VTISP: in the collection: *Modern trends in the sustainable development of berry growing in Russia (strawberries, raspberries)*. 2019, 195-210. (In Russ.)

52. Евдокименко С. Н. Поиск и создание родительских форм малины ремонтантного типа для совершенствования её сортимента. Садоводство и виноградарство. 2020;1:10-16. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-1-10-16

Evdokimenko S. N. Search and creation of parental forms of remontant type raspberries to improve its assortment. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2020;1:10-16. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-1-10-16 (In Russ.)

53. Подгаецкий М. А., Евдокименко С. Н. Новый исходный материал для совершенствования сортимента малины в Центральном регионе России, Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(5):725-734. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.725-734

Podgaetsky M. A., Evdokimenko S. N. New source material for improving the assortment of raspberries in the Central region of Russia. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2021;22(5):725-734. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.725-734. (In Russ.)

54. Аминова Е. В. Первые результаты селекционной работы по малине в Оренбурге: в сборнике: Состояние, перспективы садоводства и виноградарства Урало-Волжского региона и сопредельных территорий. Международный юбилейный сборник научных трудов, посвященный 50-летию образования Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства, 2013, 26-29.

Aminova E. V. The first results of breeding work on raspberries in Orenburg: in the collection: State, prospects for horticulture and viticulture in the Ural-Volga region and adjacent territories. International jubilee collection of scientific papers dedicated to the 50th anniversary of the Orenburg experimental station of horticulture and viticulture, 2013, 26-29. (In Russ.)

55. Аминова Е. В., Мережко О. Е., Тихонова М. А. Новый сорт малины Ариша. Плодоводство и ягодоводство России. 2021;66:7-12. DOI: 10.31676/2073-4948-2021-66-7-12

Aminova E. V., Merezko O. E., Tikhonova M. A. New raspberry variety Arisha. Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2021;66:7-12. DOI: 10.31676/2073-4948-2021-66-7-12 (In Russ.)

56. Богданова И. И., Нащекина А. С., Демин Н. С. Итоги деятельности Свердловской селекционной станции садоводства за 75 лет и перспективы развития: сборник научных трудов: Научное обеспечение адаптивного садоводства Уральского региона: Екатеринбург, 2010, 4-28.

Bogdanova I. I., Nashchekina A. S., Demin N. S. The results of the activities of the Sverdlovsk horticultural breeding station for 75 years and development prospects: a collection of scientific papers: Scientific support for adaptive horticulture in the Ural region: Ekaterinburg, 2010, 4-28. (In Russ.)

57. Невоструева Е. Ю., Андреева Г. В. Новый адаптивный сорт малины для зоны Среднего Урала. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020;7(160):11-15. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-7-11-15

Nevostueva E. Yu., Andreeva G. V. New adaptive raspberry variety for the Middle Ural zone. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020;7(160):11-15. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-7-11-15 (In Russ.)

58. Невоструева Е. Ю. Новый сорт малины Уральской селекции Фрегат, Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020;1(183):27-31.

Nevostueva E. Yu. A new variety of raspberries of the Ural breeding Fregat. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020;1(183):27-31. (In Russ.)

59. Яговтцева Н. Д. Актуальные вопросы селекции малины на морозоустойчивость в Алтайском крае: Современные проблемы возделывания сельскохозяйственных культур и пути повышения величины и качества урожая, 2006 161-163.

Yagovtseva N. D. Topical issues of raspberry breeding for frost resistance in the Altai Territory: Modern problems of crop cultivation and ways to increase the size and quality of the crop, 2006 161-163. (In Russ.)

60. Камнев А. М., Яговтцева Н. Д., Дунаева С. Е., Гавриленко Т. А., Чухина И. Г. Номенклатурные стандарты сортов малины Алтайской селекции. Vavilovia. 2021;4(2):26-43. DOI: 10.30901/2658-3860-2021-2-26-43

Kamnev A. M., Yagovtseva N. D., Dunaeva S. E., Gavrilenko T. A., Chukhina I. G. Nomenclature standards for raspberry varieties of Altai breeding. Vavilovia. 2021;4(2):26-43. DOI: 10.30901/2658-3860-2021-2-26-43 (In Russ.)

61. Жидехина Т. В. Коллекция малины: сохранение, изучение и использование: в сборнике: Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (земляника, малина), 2019, 226-265.

Zhidekhina T. V. Collection of raspberries: conservation study and use: in the collection: Modern trends in the sustainable development of berry growing in Russia (strawberries, raspberries), 2019, 226-265. (In Russ.)

62. Лупин М. В., Богомолова Н. И. Актуальные направления селекции малины, российские и мировые достижения. Современное садоводство. 2019;4:102-112.

Lupin M. V., Bogomolova N. I. Actual trends in raspberry breeding, Russian and world achievements. Sovremennoye sadovodstvo. 2019;4:102-112. (In Russ.)

63. Богомолова Н. И., Лупин М. В. Уровень адаптивности малины красной к повреждающим факторам зимнего периода в полевых условиях центральной России, Вестник аграрной науки. 2019;6(81):18-22.

Bogomolova N. I., Lupin M. V. The level of adaptability of red raspberries to damaging factors of the winter period in the field conditions of central Russia. Vestnik agrarnoy nauki. 2019;6(81):18-22. (In Russ.)

64. Богомолова Н. И., Ожерельева З. Е., Резвякова С. В., Лупин М. В. Жаростойкость и засухоустойчивость малины красной в условиях центральной России (на примере Орловской области). Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019;4(24):192-202.

Bogomolova N. I., Ozherel'eva Z. E., Rezvyakova S. V., Lupin M. V. Heat resistance and drought resistance of red raspberries in the conditions of central Russia (on the example of the Orel region). Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2019;4(24):192-202. (In Russ.)

65. Анурова И. В., Должилова М. А., Пикункина А. В., Толпекина А. А., Богомолова Н. И. Генетическая паспортизация малины (*Rubus* L.). Современное садоводство. 2019;4:16-25.

Anurova I. V., Dolzhikova M. A., Pikunova A. V., Tolpekin A. A., Bogomolova N. I. Genetic certification of raspberries (*Rubus* L.). Sovremennoye sadovodstvo. 2019;4:16-25. (In Russ.)

66. Подорожный В. Н. Создание сортов малины для выращивания на юге России. Субтропическое и декоративное садоводство. 2019;68:99-105.

Podorozhny V. N. Creation of raspberry varieties for cultivation in the south of Russia. Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo. 2019;68:99-105. (In Russ.)

67. Подорожный В. Н., Пианина Н. А. Совершенствование ассортимента ремонтантной малины для Северо-Кавказского региона РФ на основе использования биологического потенциала коллекций ВИР. Биотехнология и селекция растений. 2021;4(1):13-24.

Podorozhny V. N., Piyanina N. A. Improving the assortment of primocane raspberries for the North Caucasus region of the Russian Federation based on the use of the biological potential of VIR collections. Biotechnologiya i selektsiya rasteniy. 2021;4(1):13-24. (In Russ.)

68. Каталог признаков коллекций семечковых и ягодных культур Никитского ботанического сада. Под общ. ред. Ю. В. Плутаря. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2021, 120. Catalog of characteristic collections of pome and berry crops of the Nikita Botanical Garden. Ed. Yu. V. Plugatar. Simferopol: IT "ARIAL", 2021, 120. (In Russ.)

69. Keep E., Parker J. H., Knight V. H. Recent progress in raspberry breeding at East Malling: Symposium on Breeding and Machine Harvesting of Rubus 112, 1980, 117-126.

70. Казаков И. В., Евдокименко С. Н. Достижения в селекции ремонтантной малины на основе межвидовой гибридизации. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009;1:49-52.

Kazakov I. V., Evdokimenko S. N. Achievements in the selection of remontant raspberries based on interspecific hybridization. Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. 2009;1:49-52. (In Russ.)

71. Dossett M., Bassil N. V., Lewers K. S. & Finn C. E. Genetic diversity in wild and cultivated black raspberry (*Rubus occidentalis* L.) evaluated by simple sequence repeat markers, Genet. Crop Evolution. 2012;59:1849-1865.

72. Mercati F., Sunseri, F. Genetic Diversity Assessment and Marker-Assisted Selection in Crops. Genes. 2020;11:1481. DOI: 10.3390/genes11121481

73. Höfer M. Coordination of genebank activities between different national collections of berry genetic resources in Europe in the frame of ECPGR, Acta Hort. 2021;1309:181-188 DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1309.27

74. Куликов И. М., Высоцкий В. А. Биотехнологические методы для решения актуальных задач в современном садоводстве: в сборнике: Современные тенденции развития промышленного садоводства, Самара, 2012, 372-377.

Kulikov I. M., Vysotsky V. A. Biotechnological methods for solving urgent problems in modern horticulture: in the collection: Modern trends in the development of commercial horticulture, Samara, 2012, 372-377. (In Russ.)

75. Martin R. R., Keller K. E. and Mathews H. Development of resistance to raspberry bushy dwarf virus in 'Meeker' red raspberry. Acta Hort. 2004;656:165-169.

76. Foster T. M., Bassil N. V., Dossett M. et al. Genetic and genomic resources for Rubus breeding: a roadmap for the future. Hortic Res. 2019;6:116. DOI: 10.1038/s41438-019-0199-2

77. Камнев А. М., Антонова О. Ю., Дунаева С. Е., Гавриленко Т. А., Чухина И. Г. Молекулярные маркеры в исследованиях генетического разнообразия представителей рода *Rubus* L. и перспективы их применения в селекции, Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020;24(1):20-30. DOI 10.18699/VJ20.591

Kamnev A. M., Antonova O. Yu., Dunaeva S. E., Gavrilenko T. A., Chukhina I. G. Molecular markers in studies of the genetic diversity of representatives of the genus *Rubus* L. and prospects for their use in breeding, Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2020;24(1):20-30. DOI 10.18699/VJ20.591 (In Russ.)

78. Lebedev V. G., Subbotina N. M., Maluchenko O. P., Lebedeva T. N., Krutovsky K. V., Shestibratov K. A. Transferability and Polymorphism of SSR Markers Located in Flavonoid Pathway Genes in *Fragaria* and *Rubus*, Genes. 2020;11:11. DOI: 10.3390/genes11010011

Authors:

Evdokimenko S. N., Dr. Sci.(Agric.), professor, Chief Researcher, Head of Kokino base station, Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Kokino, Bryansk region, Russia

Podgaetskiy M. A., Phd (Agric.), Senior Researcher, Kokino base station, Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Kokino, Bryansk region, Russia

Евдокименко С. Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий основным опорным пунктом, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и семеноводства, Кокино, Брянская обл., Россия
Подгаецкий М. А. – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Кокинского опорного пункта, селекционный научный селекционно-технологический центра садоводства и питомниководства, Кокино, Брянская обл., Россия

Получено: 10.04.2022
Внесено на доработку: 15.05.2022
Принято к печати: 10.08.2022

Received: 10.04.2022
Revision received: 15.05.2022
Accepted: 10.08.2022

* * *