



Новый исходный материал для совершенствования сортимента малины в Центральном регионе России

© 2021. М. А. Подгаецкий ✉, С. Н. Евдокименко

ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», г. Москва, Российская Федерация

Цель исследований – поиск новых источников основных хозяйственно ценных признаков для дальнейшей селекции малины. Изучено 19 ранее созданных отборных форм по компонентам зимостойкости в контролируемых условиях, устойчивости к основным грибным заболеваниям, компонентам продуктивности, прочности и биохимическому составу плодов. В качестве контроля выступал районированный сорт Гусар. Работа проводилась в 2018–2020 гг. согласно общепринятым методикам. Искусственное промораживание стеблей малины проводили в климатической камере ТН-6 JEIO TECH. По результатам исследований выделены отборные формы 8-10х-1, 6-125-4, обладающие повышенной устойчивостью к отдельным компонентам зимостойкости. Совокупной устойчивостью к зимним повреждающим факторам обладали гибриды 2-115-1 и 1-188-1. По комплексной устойчивости гибридов малины к основным грибным заболеваниям выделены новые источники: формы 1-124-1, 2-115-1, 2-115-2, 1-111-21, 1-8-2, 2-35-1, 2-90-3, 6-125-4, 3-4-2, 8-10х-1, 4-33-21 и 4-122-2. Степень их поражения не оказывала значительного влияния на зимостойкость, продуктивность и качество ягод. По результатам изучения компонентов продуктивности малины были выделены отборные формы (1-111-21, 2-90-2 и 2-90-3), формирующие плоды средней массой более 4,0 г, и генотипы с крупными и одномерными плодами (1-176-21, 2-35-1, 4-33-21, 1-124-1), не мельчающими от сбора к сбору. Наибольшей потенциальной продуктивностью отмечены отборы 2-115-1, 1-111-21, 1-188-1, 4-46-2, 2-90-2 и 2-90-3, способные формировать урожай более 1,3 кг с куста. Повышенной прочностью плодов отличались отборы 1-124-1, 2-90-2 и 2-90-3. Они образуют плоды с усилием раздавливания, превышающим 5,0 Н, что обеспечивает сохранность целостности и транспортабельность при ручном сборе. По содержанию биологически активных веществ не выявлено комплексных источников повышенного их накопления. Отобраны генотипы с высоким содержанием отдельных биохимических веществ. Наибольшим накоплением растворимых сухих веществ и сахаров отмечены отборы 2-90-3, 18-11-4 и 2-115-1, витамина С – 6-125-4 (59,8 мг/100 г) и 2-90-3 (61,5 мг/100 г). В качестве новых источников в селекции на повышение вкусовых характеристик малины необходимо использовать отборные формы 2-90-2, 2-115-1 и 6-125-4, приближающиеся по вкусу к сорту-эталону Новость Кузьмина. Новыми источниками в селекции малины, объединяющими комплекс хозяйственно ценных признаков на высоком уровне, являются отборные формы 2-90-2, 2-90-3 и 2-115-1.

Ключевые слова: отборная форма, зимостойкость, грибные болезни, крупноплодность, продуктивность, прочность плодов, биохимический состав, вкус

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садоводства (тема №1. 0432-2021-0001).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: 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: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.725-734>

Поступила: 28.05.2021

Принята к публикации: 27.09.2021

Опубликована онлайн: 27.10.2021

New source material for improving raspberry assortment in the Central region of Russia

© 2021. Maxim A. Podgaetskiy ✉, Sergey N. Evdokimenko

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

The aim of the research is to search new sources of the main economically valuable traits for further breeding of raspberry. Nineteen previously created selected forms were studied for winter resistance components under controlled conditions, for resistance to major fungal diseases, productivity components, strength and biochemical composition of fruits. The zoned Gusar variety was used as the control. The work was carried out in 2018–2020 according to generally accepted techniques. Artificial freezing of raspberry stems was carried out in the climate chamber TH-6 JEIO TECH. According to the results of the studies, selected forms 8-10x-1, 6-125-4, which have an increased resistance to certain components of winter resistance, have been identified. Hybrids 2-115-1 and 1-188-1 have cumulative resistance to winter damage factors. Based on the integrated resistance of raspberry hybrids to the main fungal diseases, new sources have been revealed: forms 1-124-1, 2-115-1, 2-115-2, 1-111-21, 1-8-2, 2-35-1, 2-90-3, 6-125-4, 3-4-2, 8-10x-1, 4-33-21 and 4-122-2. The degree of their damage did not have a significant influence on winter hardiness, productivity and quality of berries. As the result of study of compo-

nents of the raspberry productivity, selected forms (1-111-21, 2-90-2 and 2-90-3), forming fruits with an average weight of more than 4.0 g, and genotypes with large and one-dimensional fruits (1-176-21, 2-35-1, 4-33-21, 1-124-1) not growing smaller from picking to picking were identified. The highest potential productivity was noted for selections 2-115-1, 1-111-21, 1-188-1, 4-46-2, 2-90-2 and 2-90-3, capable to form a yield of more than 1.3 kg per bush. The selections 1-124-1, 2-90-2 and 2-90-3 are distinguished by an increased strength of the fruits. They form fruits with a crushing force exceeding 5.0 N, which ensures the safety of integrity and transportability when manually harvested. No complex sources of increased accumulation of biologically active substances have been identified. Genotypes with a high content of individual biochemical substances were selected. The highest accumulation of soluble solids and sugars was noted in the samples 2-90-3, 18-11-4 and 2-115-1. Highest accumulation of the vitamin C was observed in the samples 6-125-4 (59.8 mg/100 g) and 2-90-3 (61.5 mg/100 g). As new sources in breeding to improve the taste characteristics of raspberry, it is necessary to use selected forms 2-90-2, 2-115-1 and 6-125-4, approaching in taste to the standard variety Novost Kuzmina. Selected forms 2-90-2, 2-90-3 and 2-115-1 are new sources in raspberry breeding, combining a complex of economically valuable traits at a high level.

Keywords: selected form, winter hardiness, fungal diseases, large-fruited, productivity, fruit strength, biochemical composition, taste

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (theme No. 1. 0432-2021-0001).

The authors are grateful to reviewers for their contribution to expert assessment of the work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citations: Podgaetskiy M. A., Evdokimenko S. N. New source material for improving raspberry assortment in the Central region of Russia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(5):725-734. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.725-734>

Received: 28.05.2021

Accepted for publication: 27.09.2021

Published online: 27.10.2021

В последние годы наблюдается повышенный спрос на ягоды малины, цена на которые превышает смородину черную, смородину красную и землянику. Это связано, в первую очередь, с высокими вкусовыми и питательными свойствами плодов, а также богатым содержанием БАВ, лечебными и профилактическими свойствами [1]. По данным FAOSTAT, в период с 2017 по 2019 год рост валового сбора ягод малины в России составил более чем 40 тысяч тонн¹. За это же время импорт свежих ягод увеличился с 11,5 до 15,5 тыс. тонн². Для удовлетворения спроса на свежие плоды малины необходимо увеличение промышленного ее производства. При этом не следует противопоставлять сортам с летним сроком плодоношения ремонтантные. При соответствующем подборе сортов малины от ранних летних до поздних ремонтантных можно создать непрерывный конвейер поступления ягод в течение 3,5-4 месяцев [2].

Несмотря на большое количество сортов малины, созданных к настоящему времени отечественными и зарубежными селекционерами, в промышленном производстве используется ограниченное их число. В Великобритании в производственных посадках домини-

руют сорта Glen Ample, Tulameen и Octavia, в Сербии 90 % общего объема производства плодов малины обеспечивает североамериканский сорт Willamette, в Испании – шотландский сорт Glen Lyon [3, 4]. Ряд этих сортов занимают довольно большие площади в южных регионах и нашей страны.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на 2021 год, входит 67 сортов летней малины. За последние 20 лет в реестр включены 28 сортов, а по Центральному региону лишь 5 сортов, самые последние из которых (Озарение и Беглянка) зарегистрированы в 2009 году³. Из существующего отечественного сортимента лишь немногие сорта (Бальзам, Гусар, Метеор, Пересвет и др.) пригодны для технологий промышленного возделывания [5]. Но необходимо отметить, что все эти сорта созданы в конце прошлого века, они «морально устарели» и не отвечают современным требованиям. Для повышения рентабельности производства, снижения затрат нужны современные, адаптированные, урожайные сорта с высокими технологическими и товарно-потребительскими качествами [6].

¹FAOSTAT. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC> (дата обращения: 07.04.2021).

²Федеральная таможенная служба. [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/statistic> (дата обращения: 07.04.2021).

³Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.

В настоящее время в России активная селекционная работа с малиной ведётся в ФГБНУ ФНЦ Садоводства, где создано более 20 сортов с летним типом плодоношения, из которых 13 включено в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию и 3 сорта (Лавина, Улыбка и Иван Купала) проходят государственное сортоиспытание. В последние годы получен ряд новых отборных форм с высоким проявлением хозяйственно полезных признаков. Эти генотипы стали объектом наших исследований.

Цель исследований – изучение отборных форм малины по уровню зимостойкости в контролируемых условиях, устойчивости к основным грибным заболеваниям, по продуктивности и составляющим ее компонентам, прочности и биохимическому составу плодов для выявления новых источников основных хозяйственно ценных признаков для дальнейшей селекции малины.

Материал и методы. Исследования проводили на участке первичного сортоизучения Кокинского опорного пункта ФГБНУ ФНЦ Садоводства (Брянская область) в 2018-2020 гг. Объектами исследований служили 19 отборных форм малины, выделенные из гибридного потомства ряда комбинаций скрещиваний, а также из популяций от свободного опыления (табл. 1). В качестве контроля выступал сорт Гусар, включенный в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Оценку отборов по основным хозяйственно ценным признакам проводили в соответствии с общепринятой методикой⁴. Искусственное промораживание стеблей малины (по II, III и IV компонентам зимостойкости) проводили в отделе генетики и селекции садовых культур ФГБНУ ФНЦ Садоводства (г. Москва) в климатической камере ТН-6 JEIO ТЕСН по методике М. М. Тюриной, Г. А. Гоголевой и др.⁵. Биохимический анализ выполняли в испытательной лаборатории Центра коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ. Для проведения анализа плоды снимали в фазе полной зрелости.

Химический состав ягод малины определяли общепринятыми в биохимии плодов методами: растворимые сухие вещества – рефрактометрически (рефрактометр Master-α); сахара – методом Бертрона; титруемых кислот – потенциометрическим титрованием исследуемого раствора до pH 8,1 раствором гидроокиси натрия (NaOH) = 0,1 моль/дм³; аскорбиновой кислоты (витамина С) – методом титрования раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (краска Тильманса) до установления светло-розовой окраски⁶. Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью надстройки AgCStat к программе Microsoft Excel.

*Таблица 1 – Объекты исследований /
Table 1 – Objects for research*

<i>Отборная форма / Selected form</i>	<i>Происхождение / Genesis</i>
1-124-1	8-4-2 x 2-8-3
2-115-1	7-4-1 x 2-8-2
2-115-2	
1-111-21	1-4-2 x 2-8-3
1-188-1	Малаховка x Божественная / Malakhovka x Bozhestvennaya
1-8-2	2-12-1 x Феномен / 2-12-1 x Fenomen
4-46-2	Glen Moy св. оп. / Glen Moy open pollination
2-35-1	Cowichan св. оп. / Cowichan open pollination
8-6-3	Таруса св. оп. / Tarusa open pollination
18-11-4	6-12-2 св. оп. / 6-12-2 open pollination
1-176-21	Golden Queen св. оп. / Golden Queen open pollination
2-90-2	6-12-2 x 8-6-3
2-90-3	
6-125-4	Улыбка x Гусар / Ulybka x Gusar
6-125-3	
3-4-2	Гусар x Лавина / Gusar x Lavina
8-10x-1	RA13048 x RA14007
4-33-21	2-115-1 св. оп. / 2-115-1 open pollination
4-122-2	4-8-1 x Бригантина / 4-8-1 x Brigantina

⁴Казаков И. В., Грюнер Л. А., Кичина В. В. Малина, ежевика и их гибриды. В книге: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999. С.184-185.

⁵Тюрина М. М., Гоголева Г. А., Ефимова Н. В. и др. Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях: методические указания. М., 2002. 120 с.

⁶Ермаков А. И. Воскресенская В. В. Методические указания по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур: Л.: ВИР, 1979. 101 с.

Агрометеорологические условия в годы исследований были контрастными. В 2018 году отмечалось сильное переувлажнение, что способствовало значительному развитию патогенов как на генеративных органах, так и на ягодах, что снижало урожайность и, впоследствии, зимостойкость растений.

Сезон 2019 года отличался значительными колебаниями температур. В весенние месяцы температура превышала среднесуточные значения более чем на 1 °С. Во время созревания (I декада июля) она снизилась более чем на 3 °С. Такой стресс послужил некоторому снижению крупноплодности и продуктивности малины.

Оптимальным для формирования урожая малины сложился 2020 год. Среднесуточная температура и режим влагообеспечения были в пределах нормы. В этот сезон отмечены высокие показатели по продуктивности и качественным показателям ягод малины.

Результаты и их обсуждение. Одним из препятствий, ограничивающих распространение сортов малины с плодоношением

на двухлетних стеблях, является их низкая зимостойкость. Для ускоренной оценки селекционного материала плодовых и ягодных культур по устойчивости к морозам и выявления уровня зимостойкости отдельных её компонентов хорошо зарекомендовал метод искусственного промораживания вегетативных частей растений в контролируемых условиях [7].

Первый компонент зимостойкости (-20 °С в начале зимы) для малины в средней полосе России не актуален, поскольку в период глубокого покоя ткани и органы растений устойчивы к таким температурным стрессам. В связи с этим мы в своей работе I компонент зимостойкости не изучали [8]. Промораживание стеблей малины, прошедших закалку, при -35 °С в середине зимы (II компонент) показало, что большинство изученных отборных форм имело существенные, хотя и обратимые, повреждения почек (2,0-2,6 балла) и уступало по этому показателю контрольному сорту Гусар (рис. 1). Небольшое подмерзание почек (1,0-1,2 балла) отмечалось лишь у двух отборных форм (1-188-1 и 2-115-1).

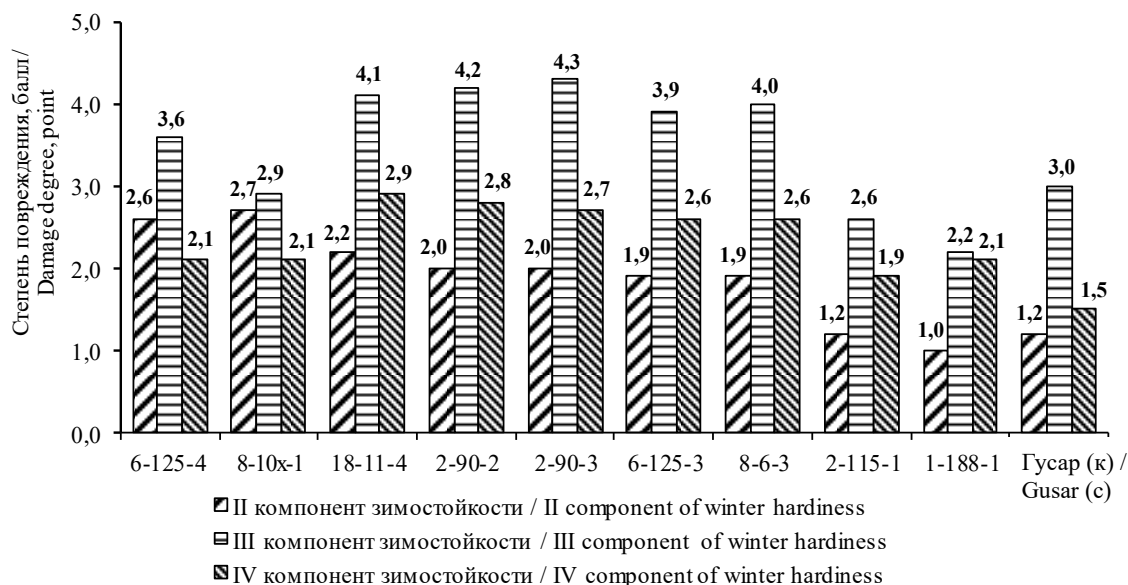


Рис. 1. Повреждения почек отборных форм малины при искусственном промораживании /
Fig. 1. Buds damage of raspberry selected forms during artificial freezing

По результатам искусственного промораживания установлено, что почки малины наиболее уязвимы к III компоненту зимостойкости. Именно провокационные оттепели в конце января-феврале и последующее снижение температуры чаще всего являются причиной плохой перезимовки надземной системы малины. Максимальное повреждение почек у всех генотипов наблюдалось при -22 °С после 5-дневной оттепели +5 °С. В таких усло-

виях у шести отборов (6-125-4, 6-125-3, 8-6-3, 18-11-4, 2-90-2, 2-90-3) отмечались необратимые подмерзания почек до 3,6-4,2 балла. Вместе с тем, среди изученных форм выделены три генотипа (8-10x-1, 2-115-1 и 1-188-1), имевших достаточно серьезные повреждения 2,2-2,9 балла, но способные к восстановлению.

Моделирование условий IV компонента зимостойкости (оттепель +5 °С в течение 5 дней, затем закалка при -5 и -10 °С по трое

суток, промораживание при -27 °С в конце февраля) показало, что изучаемые отборные формы характеризовались достаточно серьезным подмерзанием почек (1,9-2,9 балла), однако оно не было летальным. Лучшими по устойчивости к IV компоненту зимостойкости выделились отборы 6-125-4, 8-10х-1, 1-188-1 и 2-115-1, имевшие повреждения 1,9-2,1 балла, но уступавшие контрольному сорту Гусар.

Комплексную устойчивость ко всем изученным компонентам зимостойкости проявили две отборные формы малины 2-115-1 и 1-188-1. В жестких моделируемых условиях они имели относительно небольшие подмерзания почек, после которых способны формировать урожай.

Серьезным фактором, сдерживающим продуктивность малины и снижающим качество ягод, являются грибные заболевания, наиболее распространенные из которых дидимелла, или пурпуровая пятнистость (*Didymella applanata*), антракноз (*Gloeosporium venetum*) и септориоз (*Leptosphaeria coniothyrium*). Применение химических средств защиты растений дает быстрый эффект в борьбе с патогенами. Однако использование их связано с загрязнением окружающей среды [9]. Безопасным

методом борьбы с вредителями и болезнями является создание сортов с комплексной устойчивостью к грибным болезням. Это длительный, но весьма эффективный метод, позволяющий ограничиться в применении химических средств защиты.

Наиболее благоприятными условиями для развития грибных заболеваний характеризовался 2018 год. Активному их распространению способствовали оптимальное сочетание температурного режима и повышенного увлажнения. Гидротермический коэффициент в июле составил 2,7.

Наименьшее поражение патогенами у всех генотипов отмечено в 2019 и 2020 годах. Суммарное количество осадков в августе, на момент максимального проявления признаков поражения болезнями, было ниже нормы, что ограничивало их развитие в этот период.

В среднем за 2018-2020 годы исследований все генотипы показали высокую степень устойчивости (поражение до 2,0 баллов) к антракнозу (табл. 2). Единичные точечные пятна на побегах и листьях ежегодно отмечались у отборных форм 1-124-1, 2-115-2, 1-8-2, 2-90-3, 3-4-2 и 4-33-21. У остальных гибридов поражалось до 10 % побегов и листьев.

Таблица 2 – Степень поражения отборных форм малины грибными заболеваниями, балл (2018-2020 гг.) /
Table 2 – The degree of raspberry selected forms damage by fungal diseases, point (2018-2020)

<i>Сорт, отборная форма /</i> <i>Variety, selected form</i>	<i>Антракноз /</i> <i>Anthraco nose</i>	<i>Септориоз /</i> <i>Septoria</i>	<i>Дидимелла /</i> <i>Didymella</i>
Гусар (контроль)/ Gusar (control)	2,0	1,5	1,5
4-33-21	0,5	1,0	1,0
6-125-4	1,0	1,0	1,2
2-35-1	1,2	1,0	1,0
8-10х-1	1,3	1,0	0,5
2-115-2	0,7	1,2	1,7
2-90-3	0,5	1,5	1,0
1-124-1	0,7	1,5	1,8
2-115-1	1,5	1,5	1,0
1-8-2	0,7	1,6	1,2
3-4-2	0,7	1,7	1,0
1-111-21	1,0	1,7	1,0
4-122-2	1,0	1,7	1,2
4-46-2	1,0	2,2	1,5
2-90-2	1,0	2,2	2,3
1-188-1	1,3	2,5	1,7
1-176-21	1,5	2,5	1,2
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,45	0,69	0,67

В период наблюдений распространение септориоза не было критичным. Однако поражение небольшими некротическими пятнами более 20 % (более 2,0 баллов) листовой поверхности наблюдалось у отборов 1-188-1, 4-46-2, 1-176-21, 2-90-2. Высокую устойчивость к *Leptosphaeria coniothyrium* проявляли отборные формы 4-33-21, 6-125-4, 2-35-1 и 8-10х-1.

Оценка исходного материала малины по восприимчивости к пурпуровой пятнистости показала, что большинство изученных генотипов превосходило контрольный сорт Гусар по устойчивости к этой болезни. Исключение составили формы 2-115-2, 1-188-1, 1-124-1, но и у них степень поражения не превышала 1,8 балла. Самым восприимчивым к дидимелле оказался отбор 2-90-2, у которого более четверти побегов в кусте ежегодно имели существенные повреждения, захватывающие не только флоэму, но ксилему. Вследствие чего уже к середине августа наблюдалось увядание и усыхание отдельных побегов, но основная их гибель отмечалась в следующем году.

Продуктивность малины – комплексный показатель, состоящий из количества плодono-

сящих побегов, плодовых веточек на стебель, количества ягод на плодовую веточку (или на стебель) и массы ягод. Повышение продуктивности возможно при увеличении отдельных ее компонентов. Установлено, что крупноплодность наиболее тесно коррелирует с урожайностью ($r = 0,85$) [10]. Кроме того, в связи с активным развитием рынка свежей продукции важнейшим показателем товарности ягод является их масса и одномерность [11, 12]. Поэтому селекция на увеличение размера плодов является актуальной задачей.

Среди изученных генотипов более 50 % вошли в группу крупноплодных (средняя масса ягод свыше 3,5 г) (табл. 3). Из них отборные формы 1-111-21, 2-90-2 и 2-90-3 формировали плоды массой более 4,0 г, а их максимальная масса достигала 6,2-6,4 г. Однако при отборе предпочтение следует отдавать формам не только крупноплодным, но и с одномерными плодами, не мельчающими от сбора к сбору. Относительной одномерностью плодов отличались отборы 1-176-21, 2-35-1, 4-33-21, 1-124-1, у которых средняя масса первого и последнего сборов различалась менее чем на 1,0 г.

Таблица 3 – Компоненты продуктивности отборных форм малины /
 Table 3 – Productivity components of raspberry selected forms

Сорт, отборная форма / Variety, selected form	Масса ягод, г / Berry mass, g		Число латералов на 1 побеге, шт. / The number of laterals per shoot, pcs.	Число генеративных органов на 1 латерал, шт. / The number of generative organs per 1 lateral, pcs.	Фактическая продуктивность, г/куст / Actual productivity, g/bush
	среднее / average	max			
Гусар (контроль) / Gusar (control)	2,8	4,7	17	9	964
1-8-2	2,7	4,4	17	11	903
8-10х-1	2,5	3,8	24	12	920
6-125-4	2,4	4,2	25	9	952
3-4-2	2,6	3,9	18	15	1010
1-176-21	3,3	4,5	14	17	1042
1-124-1	3,9	4,7	17	12	1056
2-35-1	3,8	4,3	19	14	1082
4-33-21	3,8	4,7	18	12	1106
2-115-2	3,7	6,1	22	13	1112
4-122-2	2,6	3,8	23	12	1142
2-115-1	3,6	6,6	24	15	1342
1-111-21	4,3	6,4	18	15	1351
2-90-2	4,7	6,3	21	8	1409
1-188-1	3,5	5,0	20	13	1422
4-46-2	3,7	5,0	21	12	1464
2-90-3	4,8	6,2	24	11	1502
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,42	-	5,09	5,54	312,87

Одной из важных составляющих продуктивности малины является закладка растениями почек, способных образовывать плодовые веточки. За период 2018-2020 гг. лишь отборные формы 6-125-4, 2-115-1 и 2-90-2 образовывали латералы с нижней части побега, начиная с 4-8 узла. Все остальные генотипы образовывали плодовые веточки со средней и верхней части побега. Наибольшее количество продуктивных латералов (более 20 шт.) отмечено у отборов 8-10х-1, 6-125-4, 2-115-2, 4-122-2, 2-115-1, 2-90-2, 1-188-1, 4-46-2 и 2-90-3.

По количеству генеративных образований (бутоны, цветки, завязь и т. д.) на плодую веточку (15-17 шт.) выделились отборы 3-4-2, 2-115-1, 1-111-21 и 1-176-21. Однако фактическая нагрузка созревших ягод на латерал у всех форм была значительно ниже биологической (до 10-11 шт.). Это объясняется тем, что резко снижают выход товарных ягод от числа образовавшихся завязей неблагоприятные условия в период созревания урожая (засуха, грибные болезни и др.).

По уровню биологической продуктивности большинство изученных генотипов, за исключением форм 6-125-4, 1-8-2 и 8-10х-1, превосходили контрольный сорт Гусар. Наибольшая продуктивность отмечена у отборных форм 2-115-1, 1-111-21, 1-188-1, 4-46-2, 2-90-2 и 2-90-3, которые сформировали урожай свыше 1,3 кг на куст.

Прочность ягод – важный качественный показатель, определяющий сохранность плодов при съеме, транспортировке, хранении в свежем виде. Прочные ягоды меньше

восприимчивы к плодовым гнилям. Кроме того, этот показатель является лимитирующим фактором пригодности сорта к механизированному сбору урожая.

Минимальный порог прочности плодов при механизированном сборе урожая не должен быть ниже 7,0 Н⁷. Среди изученных нами генотипов малины таких форм не выявлено (рис. 2). Большинство гибридов формировало мягкие плоды. Тем не менее, отборные формы 1-124-1, 2-90-2 и 2-90-3 образуют плоды с усилием раздавливания, превышающим 5,0 Н, что обеспечивает сохранность целостности и транспортабельность при ручном сборе. Среди имеющихся летних сортов малины таких генотипов очень мало, поэтому их привлечение в селекционный процесс может дать положительный эффект в увеличении сортимента прочноягодных сортов малины.

Одной из актуальных задач селекционной работы по малине является повышение качества плодов. Многие показатели ягод, их питательные и профилактические свойства в значительной мере обусловлены биохимическим составом, который в большей степени зависит от генотипа, технологии выращивания и варьирует в зависимости от погодных условий в период формирования урожая. Так, избыточное увлажнение в период созревания урожая в 2018 году, в отличие от того же периода 2019 года, способствовало большему накоплению витамина С и органических кислот и меньшему сахаров и растворимых сухих веществ (РСВ).



Рис. 2. Прочность плодов отборных форм малины /
Fig. 2. The fruit strength of raspberry selected forms

⁷Казаков И. В., Грюнер Л. А., Кичина В. В. Указ. соч.

Значения РСВ тесно связаны с биосинтезом растворимых сахаров во время созревания после гидролиза крахмала [13], поэтому вести отбор высокосахаристых форм можно по содержанию растворимых сухих веществ. Изучаемые отборные формы по накоплению РСВ не имели существенного различия –

9,3-10,3 % (табл. 4). Вместе с тем, повышенное их содержание отмечено у отборов 2-90-3 (11,2 %), 18-11-4 (11,4 %) и 2-115-1 (12,0 %). Эти же отборы отличались наибольшим суммарным содержанием сахаров (7,8; 8,0 и 8,7 % соответственно).

Таблица 4 – Содержание биохимических веществ в плодах малины (2018-2019 гг.) /

Table 4 – Content of biochemical substances in raspberry fruits (2018-2019)

Сорт, отборная форма / Variety, selected form	РСВ, % / Soluble solids, %	Сахара, % / Sugar, %	Титруемые кислоты, % / Titratable acids, %	Витамин С, мг/100 г / Vitamin C, mg/100 g	Дегустационная оценка, балл / Tasting score, point
Гусар (контроль) / Gusar (control)	9,7	6,9	1,8	52,7	4,0
2-90-2	9,3	6,7	2,2	43,9	4,5
6-125-4	10,0	7,3	1,9	59,8	4,7
2-90-3	11,2	7,8	1,4	61,5	3,7
18-11-2	9,8	7,2	2,1	40,9	4,0
2-115-1	12,0	8,7	1,8	50,2	4,5
8-6-3	10,3	7,5	1,6	45,2	3,5
18-11-4	11,4	8,0	1,5	50,2	4,0

Уровень синтеза сахара имеет важное значение в определении вкусовых характеристик плодов. Однако наивысший дегустационный балл получают сорта, плоды которых имеют гармоничное сочетание сахаров и органических кислот и обладают специфичным малинным ароматом. Чрезмерное накопление кислот, как правило, негативно сказывается на вкусовых достоинствах ягод. Большинство генотипов отличались умеренной кислотностью от 1,4 % (2-90-3) до 1,9 % (6-125-4). По сравнению с ними несколько больше (более 2,0 %) кислоты отмечено у отборных форм 18-11-2 и 2-90-2.

Витамин С представляет собой наиболее известный антиоксидант и, тем самым, является мощной защитой против развития многих заболеваний [14]. Малина относится к культурам с умеренным содержанием (по сравнению со смородиной черной, шиповником) аскорбиновой кислоты [15]. Результаты проведенных нами биохимических анализов плодов малины показали типичное для культуры содержание витамина С. Тем не менее, из представленных исходных форм выделены генотипы с повышенным его накоплением – это отборы 6-125-4 (59,8 мг/100 г) и 2-90-3 (61,5 мг/100 г).

Для рынка свежих плодов одним из ключевых критериев товарности и повышенного покупательского спроса является вкус ягод.

Эталоном вкуса для малины принято считать сорт Новость Кузьмина. Исходя из этого дегустационная оценка плодов отборных форм малины показала, что близкими по вкусу к сорту-эталону были гибриды 2-90-2, 2-115-1 и 6-125-4. Вкус остальных генотипов не превышал сорт-эталон и показатель контрольного сорта Гусар.

Биохимический анализ ягод отборных форм малины показал, что содержание биологически активных веществ в плодах находится на уровне районированных сортов. Это говорит о сложностях увеличения его селекционным путем. Тем не менее, возможен поэтапный отбор форм с повышенным содержанием отдельных качественных показателей, что дает реальную предпосылку объединения их в одном генотипе в последующих генерациях.

Выводы. 1. Лучшими формами по устойчивости ко II компоненту зимостойкости являются отборы 1-188-1 и 2-115-1, к III компоненту – 8-10х-1, 2-115-1 и 1-188-1, к IV компоненту – 6-125-4, 8-10х-1, 1-188-1 и 2-115-1. В селекции малины в качестве комплексных источников повышения уровня зимостойкости необходимо использовать отборные формы 2-115-1 и 1-188-1. Эти генотипы проявили высокую устойчивость ко всем изучаемым компонентам зимостойкости в контролируемых условиях.

2. В качестве генетических источников в дальнейшей селекции малины по устойчивости к основным патогенам особого внимания заслуживают отборные формы 1-124-1, 2-115-1, 2-115-2, 1-111-21, 1-8-2, 2-35-1, 2-90-3, 6-125-4, 3-4-2, 8-10х-1, 4-33-21 и 4-122-2.

3. Новыми источниками в селекции малины на повышение крупноплодности являются отборы 1-111-21, 2-90-2 и 2-90-3, формирующие плоды средней массой более 4 г, а также формы 1-176-21, 2-35-1, 4-33-21, 1-124-1, отличающиеся крупными и одномерными плодами.

4. Лучшими по продуктивности являются отборные формы 2-115-1, 1-111-21, 1-188-1, 4-46-2, 2-90-2 и 2-90-3, способные формировать урожай свыше 1,3 кг на куст.

5. Наибольшим накоплением растворимых сухих веществ и сахаров отмечены отборы 2-90-3, 18-11-4 и 2-115-1, витамина С – 6-125-4 и 2-90-3. В качестве новых источников в селекции на повышение вкусовых характеристик малины необходимо использовать отборные формы 2-90-2, 2-115-1 и 6-125-4, приближающиеся по вкусу к сорту-эталоны Новость Кузьмина.

6. В селекции на повышение прочности плодов необходимо использовать отборы 1-124-1, 2-90-2 и 2-90-3, образующие плоды с усилием раздавливания не менее 5,0 Н.

7. Новыми источниками в селекции малины, объединяющими комплекс хозяйственно ценных признаков на высоком уровне, являются отборные формы 2-90-2, 2-90-3 и 2-115-1.

Список литературы

1. Cockerton H., Unzueta M. B., Johnson A. W., Diegues A. V., Fernández F. F. Pathway Analysis to Determine Factors Contributing to Overall Quality Scores in Four Berry Crops. *Journal of Horticultural Research*. 2020;21(1):35-42. DOI: <https://doi.org/10.2478/johr-2020-0025>
2. Евдокименко С. Н. Подбор сортов для малинного "конвейера". Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по мат-лам XIII Междуна. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры растениеводства. Горки: Белорусская ГСХА, 2019. С. 68-71.
3. Graham J., Jennings N. Raspberry breeding (Book Chapter). *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species*. Springer, 2009. pp. 233-248. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_7
4. Veljković B., Šošarić I., Dajić-Stevanović Z., Liber Z., Šatović Z. Genetic structure of wild raspberry populations in the Central Balkans depends on their location and on their relationship to commercial cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2019;256:108606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108606>
5. Куликов И. М., Евдокименко С. Н., Тумаева Т. А., Келина А. В., Сазонов Ф. Ф., Андропова Н. В., Подгаецкий М. А. Научное обеспечение ягодоводства России и перспективы его развития. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021;25(4):414-419. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.046>
6. Евдокименко С. Н., Сазонов Ф. Ф., Андропова Н. В. Селекция ягодных культур на Кокинском опорном пункте ФГБНУ ВСТИСП. Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сб. научн. тр. Челябинск, 2016. С. 95-110.
7. Резвякова С. В. Оценка гибридных сеянцев груши по устойчивости к морозу в раннем возрасте. *Вестник ИрГСХА*. 2020;(97):69-77. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42747485>
8. Богомолова Н. И., Ожерельева З. Е. Адаптивный потенциал малины красной к повреждающим факторам зимнего периода в полевых и контролируемых условиях центральной России. *Современное садоводство*. 2016;4(20):40-52. Режим доступа: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2016/4/46.pdf>
9. Казаков И. В., Евдокименко С. Н., Кулагина В. Л. Возможности создания сортов малины с экологической устойчивостью к вредным организмам и биосферным загрязнителям. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2010;24(2):179-186. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15103056>
10. Stephens J. M., Alspach P. A., Beatson R. A., Winefield C., Buck E. J. Genetic parameters and breeding for yield in Red raspberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2012;137(4):229-235. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.137.4.229>
11. Jennings S. N., Ferguson L., Brennan R. New prospects from the Scottish raspberry breeding programme. *Acta Hort.* 2008;777:203-206. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.777.30>
12. Huynh N. K., Wilson M. D., Eyles A., Stanley R. A. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.). *Journal of Berry Research*. 2019;9(4):687-707. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-190421>
13. Schulz M., Chim J. F. Nutritional and bioactive value of *Rubus* berries. *Food Bioscience*. 2019;31:100438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100438>
14. Sazonov F., Kulikov I., Tumaeva T., Sazonova I. Creation of new initial forms of black currant (*Ribes nigrum* L.) in breeding for adaptation. *E3S Web Conf.* 2021;254:01029. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401029>
15. Акимов М. Ю., Бессонов В. В., Коденцова В. М., Эллер К. И., Вржесинская О. А., Бекетова Н. А. и др. Биологическая ценность плодов и ягод Российского производства. *Вопросы питания*. 2020;89(4):220-232. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>

References

1. Cockerton H., Unzueta M. B., Johnson A. W., Diegues A. V., Fernández F. F. Pathway Analysis to Determine Factors Contributing to Overall Quality Scores in Four Berry Crops. *Journal of Horticultural Research*. 2020;21(1):35-42. DOI: <https://doi.org/10.2478/johr-2020-0025>

2. Evdokimenko S. N. *Podbor sortov dlya malinnogo "konveyera"*. [Selection of varieties for the raspberry "conveyor"]. *Tekhnologicheskie aspekty vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: sb. st. po materialam XIII Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu kafedry rastenievodstva*. [Technological aspects of crop cultivation: a collection of articles based on the materials of the XIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Crop Production]. Gorki: Belorusskaya GSKhA, 2019. pp. 68-71.
3. Graham J., Jennings N. Raspberry breeding (Book Chapter). *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species*. Springer, 2009. pp. 233-248. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_7
4. Veljković B., Šošarić I., Dajić-Stevanović Z., Liber Z., Šatović Z. Genetic structure of wild raspberry populations in the Central Balkans depends on their location and on their relationship to commercial cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2019;256:108606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108606>
5. Kulikov I. M., Evdokimenko S. N., Tumaeva T. A., Kelina A. V., Sazonov F. F., Andronova N. V., Podgaetskiy M. A. *Nauchnoe obespechenie yagodovodstva Rossii i perspektivy ego razvitiya*. [Scientific support of small fruit growing in Russia and prospects for its development]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):414-419. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.046>
6. Evdokimenko S. N., Sazonov F. F., Andronova N. V. *Seleksiya yagodnykh kul'tur na Kokinskom opornom punkte FGBNU VSTISP*. [Selection of berry crops at the Kokino base station of the FGBNU VSTISP]. *Seleksiya, semenovodstvo i tekhnologiya plodovo-yagodnykh kul'tur i kartofelya: sb. nauchn. tr.* [Selection, seed production and technology of fruit and berry crops and potatoes: a collection of scientific papers]. Chelyabinsk, 2016. pp. 95-110.
7. Rezvyakova S. V. *Otsenka gibridnykh seyantsev grushi po ustoychivosti k morozu v rannem vozraste*. [Evaluation of hybrid seedlings of pear on resistance to frost in early ages]. *Vestnik IrGSKhA*. 2020;(97):69-77. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42747485>
8. Bogomolova N. I., Ozherel'eva Z. E. *Adaptivnyy potentsial maliny krasnoy k povrezhdayushchim faktoram zimnego perioda v polevykh i kontroliruemyykh usloviyakh tsentral'noy Rossii*. [An adaption potential of red raspberry to damaging winter factors in the field and controlled conditions of central Russia]. *Sovremennoe sadovodstvo* = Contemporary horticulture. 2016;4(20):40-52. (In Russ.) URL: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2016/4/46.pdf>
9. Kazakov I. V., Evdokimenko S. N., Kulagina V. L. *Vozmozhnosti sozdaniya sortov maliny s ekologicheskoy ustoychivost'yu k vrednym organizmam i biosfernym zagryaznitelyam*. [Possibilities of creating raspberry varieties with environmental resistance to harmful organisms and biospheric pollutants]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2010;24(2):179-186. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15103056>
10. Stephens J. M., Alspach P. A., Beatson R. A., Winefield C., Buck E. J. Genetic parameters and breeding for yield in Red raspberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2012;137(4):229-235. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.137.4.229>
11. Jennings S. N., Ferguson L., Brennan R. New prospects from the Scottish raspberry breeding programme. *Acta Hort.* 2008;777:203-206. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.777.30>
12. Huynh N. K., Wilson M. D., Eyles A., Stanley R. A. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.). *Journal of Berry Research*. 2019;9(4):687-707. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-190421>
13. Schulz M., Chim J. F. Nutritional and bioactive value of *Rubus* berries. *Food Bioscience*. 2019;31:100438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100438>
14. Sazonov F., Kulikov I., Tumaeva T., Sazonova I. Creation of new initial forms of black currant (*Ribes nigrum* L.) in breeding for adaptation. *E3S Web Conf.* 2021;254:01029. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401029>
15. Akimov M. Yu., Bessonov V. V., Kodentsova V. M., Eller K. I., Vrzhesinskaya O. A., Beketova N. A., et. al. *Biologicheskaya tsennost' plodov i yagod Rossiyskogo proizvodstva*. [Biological value of fruits and berries of Russian production]. *Voprosy pitaniya* = Problems of Nutrition. 2020;89(4):220-232. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>

Сведения об авторах

✉ Подгаецкий Максим Александрович, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник Кокинского опорного пункта, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», ул. Загорьевская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0289-1092>, e-mail: maxpodgai@yandex.ru

Евдокименко Сергей Николаевич, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник Кокинского опорного пункта, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», ул. Загорьевская, д. 4, Москва, Российская Федерация, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9187-7593>

Information about the authors

✉ Maxim A. Podgaetsky, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Kokino base station, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, ul. Zagorievskaya 4, Moscow, Russian Federation, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0289-1092>, e-mail: maxpodgai@yandex.ru

Sergey N. Evdokimenko, DSc in Agricultural Science, chief researcher, Kokino base station, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, ul. Zagorievskaya 4, Moscow, Russian Federation, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9187-7593>

✉ – Для контактов / Corresponding author