

DOI: 10.31676/0235-2591-2022-1-5-13

Селекционные возможности создания форм малины с высоким уровнем продуктивности

М. А. Подгаецкий, С. Н. Евдокименко

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

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

Резюме. Проведена оценка 12 исходных родительских форм малины, а также их потомства в количестве 9 комбинаций контролируемых скрещиваний по основным компонентам продуктивности. Работа выполнялась на коллекционном и селекционном участках Кокинского опорного пункта ФНЦ Садоводства в 2019-2021 гг. Определение нагрузки урожая на один побег проводилось в полевых условиях путем подсчета числа плодовых веточек на стебле, среднего числа ягод на 1 плодовую веточку. Изучение исходных форм проводилось в трехкратной повторности. Среднюю массу ягод определяли путем взвешивания не менее 100 плодов в каждой повторности на электронных весах марки SCC-750. Учет гибридных сеянцев проводился попустуно, для определения средней массы ягод с каждого растения собиралось не менее 30 плодов. Погодные условия периода исследований значительно различались. Это способствовало более объективной оценке изучаемого материала малины по составляющим компонентам продуктивности. По числу латералов на стебель (20 шт. и более) выделились сорта Улыбка, Гусар, Лавина, Скромница, а также отборные формы 8-6-3 и 11-126-1; по количеству плодов на латерал — сорт Бригантина и отборная форма 11-126-1, образующие по 16 ягод на плодовую веточку; по массе плодов — Cowichan, Лавина, Феномен, формирующие плоды массой выше 3,5 г. Подтверждена отрицательная сопряженность массы ягод от количества их на плодовую веточку. Выяснено, что масса ягод на 25 % связана с изменчивостью числа плодов на латерале. Анализ гибридного потомства позволил определить наиболее перспективные комбинации скрещивания по компонентам продуктивности. В селекции на увеличение количества латералов на один стебель особого внимания заслуживают семьи Гусар×8-6-3, Гусар×Вольница, 8-6-3×Cowichan, 8-6-3×Улыбка; в селекции на повышение уровня многоплодности — Гусар×Вольница, 8-6-3×Улыбка, 8-6-3×Д-1-1, Скромница×Феномен и 18-11-2×11-126-1; в селекции на повышение крупноплодности — Скромница×Феномен и Бригантина×Лавина. Среди гибридного потомства некоторых комбинаций скрещиваний выделены генотипы 2-58-2, 2-58-3 (18-11-2×11-126-1), 2-60-1, 2-61-2 (Гусар×8-6-3), 2-59-1, 2-59-2 (Скромница×Феномен), 2-83-1 (Бригантина×Лавина), 2-60-2 (8-6-3×Cowichan), совмещающие комплекс компонентов продуктивности на высоком уровне и представляющие качественно новый материал в селекции малины на повышение урожайности.

Ключевые слова: малина, продуктивность, масса ягод, многоплодность, латерал, сорт, форма, гибридное потомство

Благодарность: 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»

Адрес для переписки:

Подгаецкий Максим Александрович
Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, пер. Парковский, 5, с. Кокино, Выгоничский 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

Образец цитирования:

Подгаецкий М. А., Евдокименко С. Н. Селекционные возможности создания форм малины с высоким уровнем продуктивности. Садоводство и виноградарство. 2022;1:5-13
doi: 10.31676/0235-2591-2022-1-5-13
© Подгаецкий М. А. и соавт., 2022

For citation:

Podgaetskiy M. A., Evdokimenko S. N. Breeding potential for high-yield raspberry varieties. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2022;1:5-13
doi: 10.31676/0235-2591-2022-1-5-13

Breeding potential for high-yield raspberry varieties

M. A. Podgaetskiy, S. N. Evdokimenko

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

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

Abstract. Twelve original parental forms of raspberry, as well as their nine progeny combinations of controlled breeding, were evaluated for the main performance characteristics. The work was carried out at the collection and trial gardens of the Kokin testing station of the FSBSO ARHC BAN in 2019-2021. The shoot loading was determined under field conditions by counting the fruiting branches on a stem and the average number of berries per 1 fruiting branch. The original forms were subjected to triple analysis. The average mass of berries was determined by measuring no less than 100 fruits in each analysis using the SCC-750 electronic balance. Hybrid seedlings were counted by bush, and at least 30 fruits were collected from each plant to determine the average berry mass. The weather conditions during the study period varied considerably. This ensured a more accurate evaluation of the studied raspberry material for its performance characteristics. Several varieties were differentiated by the following parameters: Smile, Gusar, Lavina, Skromnitsa and selected forms 8-6-3 and 11-126-1 by the number of laterals per stem (20 and more); Brigantina and selected form 11-126-1 by the number of fruits per lateral (16 berries per fruiting branch); Cowichan, Lavina, Phenomen by fruit mass (over 3.5 g). The negative association of berry mass with the number of berries per fruiting branch was confirmed. It was established that the berry mass is associated by 25 % with the variations in fruit number on the lateral. Analysing the hybrid progeny allowed the most promising breeding combinations to be identified based on performance characteristics. When breeding for improving the number of laterals per stem, the families Gusar×8-6-3, Gusar×Volnitsa, 8-6-3×Cowichan, 8-6-3×Smile deserve special attention; Gusar×Volnitsa, 8-6-3×Smile, 8-6-3×D-1-1, Skromnitsa×Phenomenon and 18-11-2×11-126-1 when breeding for improving polycarpic yield; Skromnitsa×Phenomenon and Brigantina×Lavina when breeding for improving the size of a fruit. Among the hybrid progeny of some breeding combinations, the genotypes 2-58-2, 2-58-3 (18-11-2×11-126-1), 2-60-1, 2-61-2 (Hussar×8-6-3), 2-59-1, 2-59-2 (Skromnitsa×Phenomenon), 2-83-1 (Brigantina×Lavina), and 2-60-2 (8-6-3×Cowichan) were obtained that exhibit several performance characteristics and represent novel material in raspberry breeding for yield improvement.

Keywords: raspberry, performance, berry mass, polycarpic plant, lateral, variety, form, hybrid progeny

Accnowledgements: The research was carried out as part of the implementation of the state task of the Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery № 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 for agricultural production".

Введение

Потребность в плодах малины в России и мире велика и растет из года в год, что стимулирует производителей ягод увеличивать объемы производства [1]. Достигнуть этого можно путем расширения площадей под этой культурой, применения современных технологий возделывания, увеличения внесезонного выращивания [2] и внедрения в производство сортов с высокой и стабильной продуктивностью [3]. Увеличение площадей, установка теплиц и туннелей, неизбежно ведет к увеличению затрат на производство, что отразится на стоимости продукции [4]. Возделывание высокопродуктивных сортов позволит увеличить валовый сбор без увеличения площадей, так как вклад сорта в повышение продуктивности достигает 50-80 % [5].

Генетический потенциал продуктивности малины велик. Его составляющие — это количество плодоносящих ветвей на куст или на погонный метр, количество боковых веточек (латералов) на ветвь, количество ягод на латерал и их средней массы. При объединении их в одном генотипе на высоком уровне можно получить до 6,0-6,5 кг ягод с куста [6], что эквивалентно 40,0-43,0 т/га при схеме посадки 3,0×0,5 м. Исследованиями А. Dale установлено, что биологический потенциал урожайности малины может достигать 66,0 т/га при продуктивности с 1 п. м 6,6 кг [7].

Однако фактический урожай плодов малины гораздо ниже потенциала, особенно при выращивании в открытом грунте. Объясняется это тем, что уровень выраженности компонентов продуктивности генотипа тесно связан с условиями окружающей среды конкретного вегетационного периода и условий агротехники [8, 9]. В США (штат Калифорния) в зависимости от сорта получают от 0,5 до 1,9 кг товарных плодов с куста и около полукилограмма пригодных только для переработки [10]. В Боснии и Герцеговине на традиционных сортах при уплотненной схеме посадки 2,2×0,2 м и высоком уровне агротехники добиваются продуктивности на 1 п. м плодовой стены более 7 кг, однако фактический урожай не превышает 20 т/га [4]. В Аргентине (провинция Санта-Крус) в условиях теплицы средняя урожайность составляет 15 т/га, а в открытом грунте — 2,0 т/га [11]. Такая же тенденция наблюдается в Германии, когда в условиях закрытого грунта получают свыше 20 т/га и гораздо ниже в открытом [12]. Средняя урожайность в Сербии составляет около 5,6 т/га [13]. В нашей стране этот показатель не превышает 4,0 т/га [14], хотя в отдельных хозяйствах с внедрением современных ремонтантных сортов в открытом грунте получают 11-12 т/га [15].

Таким образом, существует необходимость совершенствования сортимента малины, способного фор-

мировать высокие и стабильные урожаи в нестабильных условиях окружающей среды.

Материалы и методы исследований

Работа выполнялась на коллекционном и селекционном участках Кокинского опорного пункта ФНЦ Садоводства в 2019-2021 гг. В изучение были включены 8 сортов, 4 отборные формы малины, а также их потомство 9 комбинаций контролируемых скрещиваний в количестве 553 шт. семян. Оценка исходных форм и полученных гибридов проводилась в соответствии с общепринятыми программами и методиками [16, 17].

Учет нагрузки стебля генеративными органами проводился в полевых условиях путем подсчета числа плодовых веточек на стебле и среднего числа ягод на 1 плодую веточку. Изучение родительских форм выполнялось в трехкратной повторности. Среднюю мас-

су ягод определяли путем взвешивания не менее 100 плодов в каждой повторности на электронных весах SCC-750. Учет гибридных семян проводился поштучно. Для определения средней массы ягод с каждого растения собиралось не менее 30 плодов.

Статистическая обработка результатов проводилась методом дисперсионного анализа [18] с использованием программы AgCStat.

Погодные условия периода исследований сильно контрастировали (рис. 1). В период вегетации 2019 года повышенный температурный режим способствовал более раннему наступлению фаз бутонизации и цветения. Первый сбор ягод проходил уже в III декаде июня. Однако в июле, при созревании большинства сортов коллекции, обилие осадков и понижение температуры на 3,5 °C ниже многолетних значений способствовали снижению урожайности и ухудшению ее качества.

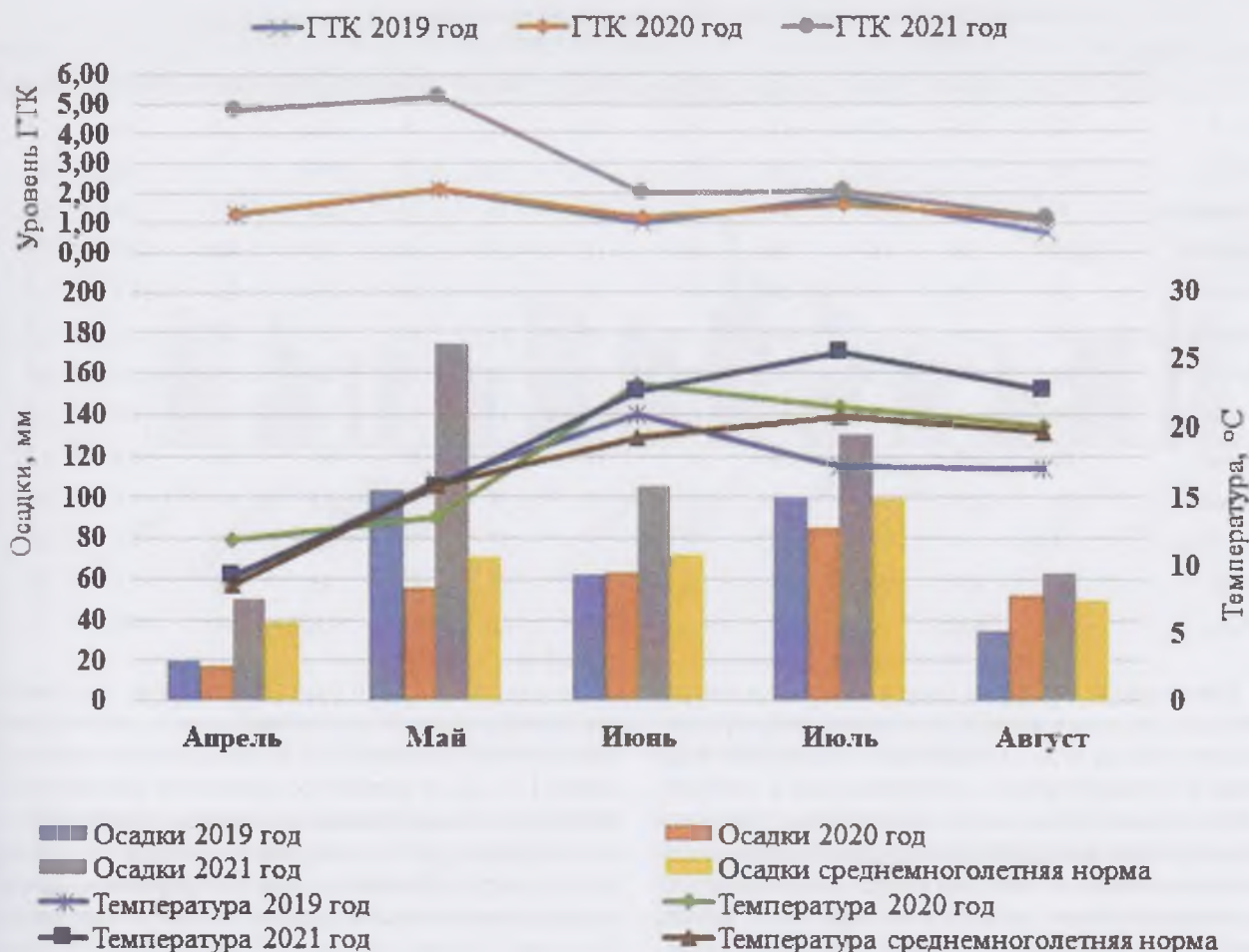


Рис. 1. Метеорологические условия периода исследований
Fig. 1. Meteorological conditions of the research period

Наиболее благоприятным для формирования урожая малины был 2020 г. Несмотря на то, что температурный режим в мае был ниже среднеемноголетних значений на 2,4 °C, и фенологические фазы развития растений малины наступали с задержкой в 7-10 дней, всё же последующее повышение температуры в сочетании с умеренными осадками благоприятно способствовали формированию урожая хорошего качества.

2021 г. охарактеризовался избыточным увлажнением. Гидротермический коэффициент апреля и мая составил 4,8 и 5,2, соответственно, что способствовало более растянутому цветению малины. В летний период продолжительные засухи сменялись проливными дождями с грозами. Так, I и II декады июня отмечены повышенными температурами до +26 °C наряду с дефицитом влаги, что отрицательно отразилось на вы-

полноты и наливе плодов. В III декаде начались проливные дожди. Только с 26 по 30 июня выпало 102,2 мм осадков при среднемесечной норме 71 мм. В июле наряду с повышенными температурами выпало 130,6 мм осадков (на 32 % выше средних значений). Такие условия способствовали массовому распространению грибных заболеваний.

Результаты и их обсуждение

Ключевыми компонентами продуктивности, наиболее коррелирующими с урожайностью, являются масса ягод ($r = 0,8$), количество латералов на одном стебле ($r = 0,54$) и количество ягод на латерале ($r = 0,5$) [19]. Изучение ряда родительских форм малины показало существенное различие по основным компо-

нентам продуктивности, а также выявило их тесную зависимость от генотипа и окружающей среды.

Известно, что у малины все почки на стебле в благоприятных условиях могут образовывать плодовые веточки [20]. Однако зачастую на значительном количестве нижних почек этого не происходит, а многие почки вообще не пробуждаются. Причиной этого могут являться загущение насаждений растущими побегами замещения и соответствующее активное развитие грибных болезней. В связи с этим число плодовых веточек нередко в 2 раза меньше общего числа узлов на стебле. В среднем за годы исследований 20 и более латералов на стебель формировали сорта Cowichan, Вольница, Улыбка, Гусар, Лавина, Скромница, а также отборные формы 8-6-3 и 11-126-1 (табл. 1).

Таблица 1. Компоненты продуктивности родительских форм малины

Table 1. Productivity components of raspberry parental forms

Сорт, форма	Количество плодовых веточек на 1 стебель, шт.				Количество генеративных органов на 1 латерал, шт.				Средняя масса ягод, г			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Х ср.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Х ср.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Х ср.
Д-1-1	11	15	9	12	5	11	12	9	3,2	3,6	3,0	3,3
18-11-2	13	-	11	12	9	-	15	12	3,7	-	3,0	3,4
Бригантина	7	15	17	13	17	17	15	16	2,5	3,0	2,3	2,6
Феномен	14	22	17	18	11	11	15	12	3,5	4,0	3,2	3,6
Cowichan	21	21	17	20	9	9	11	10	3,8	4,1	3,3	3,7
Скромница	17	24	19	20	11	9	11	10	2,4	2,7	2,2	2,4
Вольница	19	21	19	20	12	10	14	12	2,8	3,1	2,5	2,8
8-6-3	19	-	22	21	11	-	13	12	2,7	-	2,0	2,4
Улыбка	22	21	22	22	10	11	12	11	3,1	3,6	2,8	3,2
Лавина	18	29	21	23	12	12	14	12	3,8	4,0	3,1	3,6
11-126-1	24	-	21	23	15	-	17	16	2,5	-	2,2	2,4
Гусар	28	27	18	24	11	10	17	13	2,9	3,2	2,2	2,8
НСР ₀₅	4,71	4,32	5,58	-	1,6	1,4	2,3	-	0,57	0,45	0,62	-

Биологическая нагрузка плодовой веточки генеративными органами всегда значительно выше фактического выхода ягод. Это связано с условиями опыления и оплодотворения, устойчивостью к грибным болезням, способностью не осыпаться при созревании и другими факторами. Для определения биологического потенциала генотипа в наших исследованиях учитывалось общее число бутонов, цветков и завязи. Необходимо отметить, что средний выход ягод в зависимости от сезона составил порядка 62-69 % от общего числа генеративных органов.

По количеству ягод, сформировавшихся на одной плодовой веточке, сорта и формы варьировали от 9 до 16 шт. Причем у большинства генотипов среднее значение этого показателя не превышало 12 шт. В число лучших по нагрузке плодовой веточки ягодами (16) вошли сорт Бригантина и отборная форма 11-126-1.

Масса ягод — это важнейший показатель не только с точки зрения продуктивности, но и с точки зрения производительности труда, которая при ручном сборе

возрастает в 1,5-2,0 раза [9]. Известно, что масса ягод контролируется генотипом, а также значительно варьируется в зависимости от метеорологических условий [21, 22]. В наших исследованиях наблюдалось значительное варьирование массы ягод в зависимости от генотипа от 2,0 г у отборной формы 8-6-3 в 2021 г. до 4,1 г у сорта Cowichan в 2019 г. В среднем за период исследований в группу крупноплодных вошли сорта Cowichan, Лавина, Феномен. В благоприятные годы масса ягод этих сортов достигала 4,0 г.

Нами проведен корреляционный анализ зависимости средней массы ягод от количества плодов на латерал и установлена отрицательная сопряженность между ними ($r = -0,5$) (рис. 2), что подтверждает результаты других исследователей [9]. Такая зависимость доказывает, что увеличение или уменьшение количества ягод на плодовой веточке на 25 % ($R^2 = 0,25$) обратно пропорционально изменению их массы. Остальные 75 % — это условия агротехники, минеральное питание, погодные и другие факторы [23, 24].

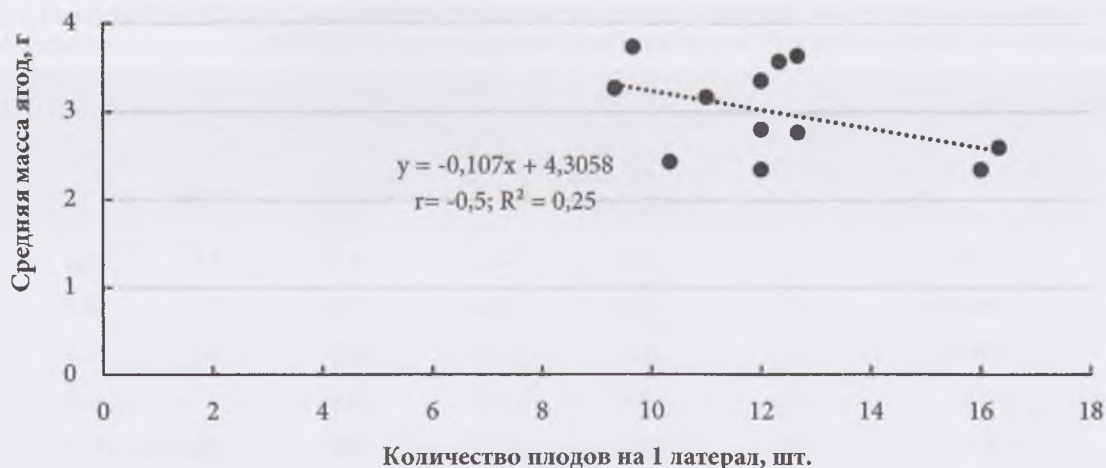


Рис. 2. Корреляционная связь средней массы ягод малины и количества плодов на одном латерале
Fig. 2. Correlation between the average raspberries weight and the number of fruits on one lateral

Среди изученных исходных форм наибольшей биологической продуктивностью обладали сорта Улыбка, Гусар, Cowichan, Феномен, Лавина, а также отборная

форма 11-126-1. Они способны формировать более 700 г ягод на плодоносящий стебель (рис. 3).

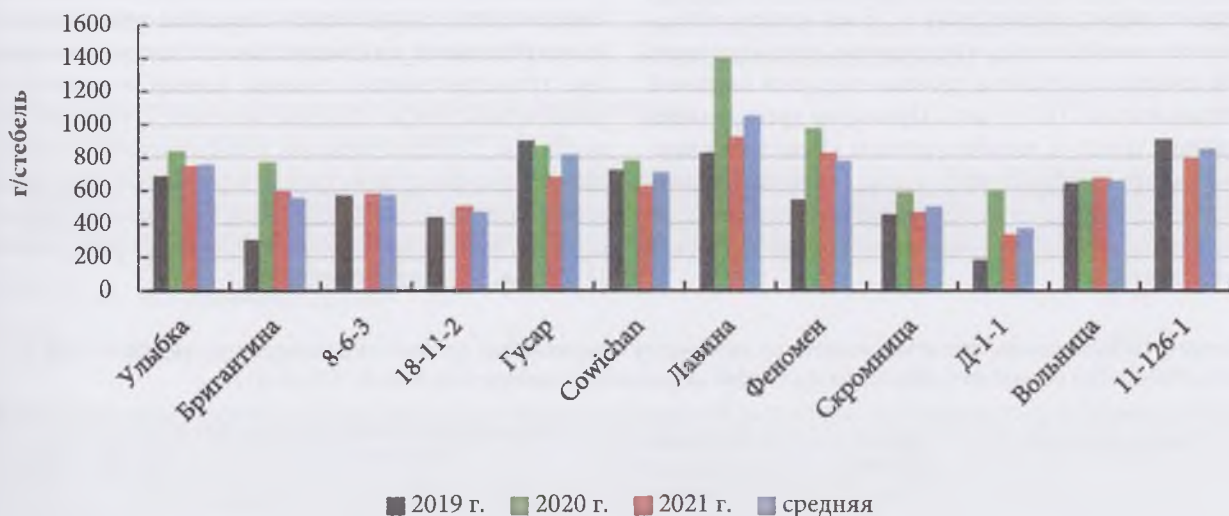


Рис. 3. Биологическая продуктивность исходных форм малины, г/стебель
Fig. 3. Biological productivity of the original forms of raspberries, g per stem

В селекции для увеличения значения какого-либо показателя недостаточно оценки исходных форм. Более полная информация об их ценности определяется анализом гибридного потомства по выходу гетерозисных семян.

Потомство большинства гибридных семей по числу плодовых веточек на стебель находилось в пределах значений родительских форм (табл. 2). Наибольшую часть (40,8-66,7 %) составили гибриды, образующие от 20 до 30 латералов. В ряде семей выделились сеянцы, образующие свыше 30 плодовых веточек. В то же время в комбинациях 8-6-3×Д-1-1, Скромница×Феномен и Бригантина×Лавина таких сеянцев не выявлено.

Во всех гибридных комбинациях обнаружено большое количество трансгрессивных сеянцев, превосходящих по изучаемому компоненту лучшую

из родительских форм. Доля их составила от 21,1 (Бригантина×Лавина) до 44,7 % (Гусар×8-6-3). Анализ степени доминантности изучаемого показателя говорит об уклонении его в сторону лучшего родителя, а в семьях Улыбка×8-6-3 и Гусар×8-6-3 — о проявлении гетерозиса. Такой эффект может объясняться комбинационной способностью родительских форм, а также слабой загущенностью молодых гибридных насаждений, способствующей лучшей освещенности средней и нижней частей стеблей и, следовательно, пробуждаемости почек. Тем не менее в селекции на повышенное образование плодовых веточек на стебель особый интерес представляют семьи Гусар×8-6-3, Гусар×Вольница, Улыбка×8-6-3, 18-11-2×11-126-1, у которых наблюдался наибольший выход сеянцев с повышенным количеством плодовых веточек.

Таблица 2. Распределение потомства малины по количеству плодовых веточек на стебель (2019-2021 гг.)

Table 2. Distribution of raspberry offspring by the number of fruit branches per stem (2019-2021)

Исходные формы		Число сеянцев, шт.	Среднее число плодовых веточек на стебель по семье, шт.	Доля сеянцев с количеством латералов, %			Тч, %	Нр
♀	♂			<20 шт.	20-30 шт.	>30 шт.		
18-11-2	11-126-1	62	20,3	45,2	46,8	8,0	24,2	+0,51
	Cowichan	47	20,6	42,6	55,3	2,1	38,3	+0,2
8-6-3	Улыбка	54	21,9	27,8	66,7	5,5	37,0	+0,8
	Д-1-1	67	19,3	55,2	44,8	-	26,9	+0,62
Улыбка	8-6-3	59	22,2	32,2	59,3	8,5	22,0	+1,4
	8-6-3	76	24,3	26,3	55,3	18,4	44,7	+1,2
Гусар	Вольница	59	22,7	33,9	47,5	18,6	40,7	+0,35
	Феномен	53	20,8	43,4	56,6	-	26,4	+0,2
Бригантина	Лавина	76	18,5	59,2	40,8	-	21,1	+0,1

Анализ гибридных семей по числу генеративных образований на латерал выявил довольно широкий диапазон варьирования (табл. 3). В изученном потомстве всех комбинаций скрещивания превалировала доля сеянцев со средним уровнем нагрузки плодовой веточки ягодами (10-15 шт.). Примерно треть сеянцев входило в группу с низким уровнем проявления признака (менее 10 шт./латерал), а доля гибридов, формирующих более 15 ягод на плодовую веточку, колебалась от 4,5 до 21,1 % в зависимости от комбинации скрещиваний.

Отрицательное значение степени доминантности у большинства гибридных семей свидетельствует об определенных трудностях в передаче этого признака от родителей потомству. Вместе с тем выщепление трансгрессивных сеянцев позволяет поэтапно увеличивать число ягод на латерале с каждым поколением. Перспективными комбинациями скрещивания по выходу многоплодных сеянцев оказались семьи 8-11-2×11-126-1 (21,0 %) и Бригантина×Лавина (21,1 %), в которых выделены сеянцы, формирующие 19-21 ягод на плодовую веточку.

Таблица 3. Распределение потомства малины по количеству генеративных органов на плодовую веточку (2019-2021 гг.)

Table 3. Distribution of raspberry offspring by the number of generative organs per fruit branch (2019-2021)

Исходные формы		Число сеянцев, шт.	Среднее число плодов на латерал по семье, шт.	Доля сеянцев с количеством ягод на латерал, %			Тч, %	Нр
♀	♂			< 10 шт.	10-15 шт.	> 15 шт.		
18-11-2	11-126-1	62	11,9	30,6	48,4	21,0	21,0	-1,0
	Cowichan	47	10,9	27,7	61,7	10,6	19,1	-0,1
8-6-3	Улыбка	54	11,3	35,2	50,0	14,8	25,9	-0,4
	Д-1-1	67	10,6	44,8	50,7	4,5	25,4	+0,07
Улыбка	8-6-3	59	11,2	37,3	47,5	15,2	15,3	-0,6
	8-6-3	76	11,4	32,9	52,6	14,5	19,7	-
Гусар	Вольница	59	11,3	35,6	49,2	15,3	33,9	-
	Феномен	53	10,9	30,2	60,4	9,4	22,6	-0,1
Бригантина	Лавина	76	12,2	28,9	50,0	21,1	15,8	-0,75

Гибридологический анализ малины по массе плодов показал, что наибольший выход крупноплодных сеянцев отмечался в семьях с участием крупноплодных родительских форм (табл. 4). Так, в комбинациях Скрамница×Феномен и Бригантина×Лавина выход таких сеянцев составил 32,1 и 22,4 %, соответственно.

Однако в некоторых семьях с крупноплодными родителями доля сеянцев с массой ягод более 3,5 г оказалась несущественной. Например, в гибридных комбинациях 8-6-3×Cowichan и 18-11-2×11-126-1 таких сеянцев выявлено лишь 10,6 и 12,9 %.

Таблица 4. Распределение потомства малины по средней массе ягод (2019-2021 гг.)
Table 4. Distribution of raspberry offspring by average weight of berries (2019-2021)

Комбинации скрещиваний		Число сеянцев, шт.	Средняя масса ягод по семье, г	Доля сеянцев со средней массой ягод, %			Тч, %	Нр
♀	♂			< 2,0 г	2,0-3,5 г	> 3,5 г		
18-11-2	11-126-1	62	2,7	14,5	72,6	12,9	12,9	-0,4
	Cowichan	47	2,6	21,3	68,1	10,6	6,4	-0,69
8-6-3	Улыбка	54	2,5	25,9	63,0	11,1	16,7	-0,75
	Д-1-1	67	2,3	25,3	73,2	1,5	3,0	-1,2
Улыбка	8-6-3	59	2,6	23,7	59,9	17,9	23,7	-0,5
Гусар	8-6-3	76	2,3	39,5	59,2	1,3	21,1	-1,5
	Вольница	59	2,8	8,5	77,9	13,6	32,2	-
Скромница	Феномен	53	2,9	15,1	52,8	32,1	18,9	-0,17
Бригантина	Лавина	76	2,9	10,5	67,1	22,4	19,7	-0,4

Потомство всех гибридных комбинаций уклонялось в сторону худшей родительской формы по массе ягод и даже проявляло депрессию. Однако в каждой из них выщеплялись гетерозисные генотипы. Доля их составила от 3,0 (8-6-3×Д-1-1) до 32,2 % (Гусар×Вольница). Селекционную ценность в повышении крупноплодности малины представляют семьи Скромница×Феномен

и Бригантина×Лавина, обеспечивающие большой выход крупноплодных и гетерозисных сеянцев.

Из гибридного потомства изученных комбинаций скрещивания нами выделены ряд отборных форм, совмещающих в своем генотипе отдельные компоненты продуктивности (табл. 5), благодаря чему биологическая нагрузка на одну плодоносящую ветвь у большинства из них превышает 1 кг.

Таблица 5. Компоненты продуктивности отборных форм малины
Table 5. Productivity components of selected raspberry forms

Отборная форма	Происхождение	Число плодовых веточек на 1 стебель, шт.	Число генеративных образований на 1 латерал, шт.	Средняя масса ягод, г	Биологическая продуктивность, г/стебель
Гусар (к)	Санбук×смесь пыльцы вирусостойчивых сортов	24	13	2,8	873,6
2-58-2	18-11-2×11-126-1	22	19	2,4	1003,2
2-58-3		20	16	3,2	1024,0
2-60-1	8-6-3×Cowichan	28	13	3,8	1383,2
2-60-2		19	19	3,7	1335,7
2-61-2	Гусар×8-6-3	30	13	3,0	1170,0
2-59-1	Скромница×Феномен	19	15	4,2	1197,0
2-59-2		21	15	4,8	1512,0
2-83-1	Бригантина×Лавина	20	15	4,9	1470,0

На достаточно оптимальном уровне удалось объединить все компоненты продуктивности отборным формам 2-58-3 (18-11-2×11-126-1), 2-60-1 (8-6-3×Cowichan) и 2-61-2 (Гусар×8-6-3). Отборные формы 2-59-1, 2-59-2 (Скромница Феномен), 2-83-1 (Бригантина×Лавина), 2-60-1, 2-60-2 (8-6-3×Cowichan) оказались высокопродуктивными за счет успешного объединения в своем генотипе крупноплодности (свы-

ше 3,5 г) и многоплодности. Отборная форма 2-58-2 (18-11-2×11-126-1) способна формировать высокий урожай благодаря многоплодности. Она образует более 20 латералов на ветвь с высоким насыщением их генеративными органами.

Выделенные генотипы представляют новый материал в селекции малины на повышение уровня продуктивности.

Выводы

1. Фенотипический анализ исходных форм малины выявил источники основных компонентов продуктивности: по числу латералов на ветвь (20 шт. и более) — сорта Улыбка, Гусар, Лавина, Скромница, а также отборные формы 8-6-3 и 11-126-1; по количеству плодов на латерал (> 16 шт.) — сорт Бриган-

тина и отборная форма 11-126-1; по массе плодов (> 3,5 г) — Cowichan, Лавина, Феномен.

2. В селекции на увеличение количества латералов на один стебель особого внимания заслуживают семьи Гусар×8-6-3, Гусар×Вольница, 8-6-3×Cowichan, 8-6-3×Улыбка; в селекции на повышение уровня многоплодности латералов — Гусар×Вольница, 8-6-3×Улыбка, 8-6-3×Д-1-1,

Скромница×Феномен и 18-11-2×11-126-1; в селекции на повышение крупноплодности — Скромница×Феномен и Бригантина×Лавина.

3. Выделенные из гибридного потомства генотипы 2-58-2, 2-58-3, 2-60-1, 2-61-2, 2-59-1, 2-59-2, 2-83-1 и 2-60-2 представляют особый интерес в селекции малины на повышение уровня продуктивности.

Список использованной литературы / References

1. 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):709-724. DOI: 10.3233/JBR-190421.

2. Kathleen Demchak Small Fruit Production in High Tunnels. *HortTechnology*. 2009;19(1):44-49. DOI: 10.21273/HORTSCI.19.1.44

3. Oliveira P. B., Moreira B. R., Oliveira C. M. Influence of cold storage on growth, productivity and root reserves of 'Kwanza' raspberry. *Acta Hort.* 2020;1277:195-200. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.28

4. Životić A., Micić N., Zabić M., Bosančić B., Cvetković M. Precision cane meristem management can influence productivity and fruit quality of floriscane red raspberry cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2019;43(4):405-413. DOI: 10.3906/tar-1807-15

5. 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. В кн.: Интенсивные технологии возделывания плодовых культур, Краснодар, 2004, 127-203.

Lugovskoy A. P., Artyukh S. N., Alekhina E. M., Shcheglov S. N., Doroshenko T. N., Prichko T. G., Ulyanovskaya E. V., Buntsevich L. L. Technology of combinational and clonal breeding of varieties of fruit crops. In book: Intensive technologies for the cultivation of fruit crops, Krasnodar, 2004, 127-203. (In Russ.)

6. Евдокименко С. Н., Алексеенко И. В. Биологический потенциал ремонтантной малины в селекции на продуктивность, Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада, 2019;148:170-179. DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.18

Evdokimenko S. N., Alekseenko I. V. Biological potential of primocane raspberries in breeding for productivity, Collection of scientific papers of the State Nikita Botanical Garden, 2019;148:170-179. DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.18 (In Russ.)

7. Dale A. Next steps in breeding for yield in raspberries. *Acta Hort.* 2020;1277:11-16. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.2

8. Якуб И. А. Использование диких видов *Rubus* L. в селекции на адаптацию. *Вестник Брянской ГСХА*. 2013;1:37-40. Yakub I. A. The use of wild species of *Rubus* L. in breeding for adaptation. *Vestnik Bryanskoy GSKHA*. 2013;1:37-40. (In Russ.)

9. Ançay A., Carlen C., Christ B. Optimization of long-cane red raspberry production by the control of fruiting lateral number. *Acta Hort.* 2020;1277:191-194. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.27

10. Dugovish O., Gaskell M., Ahumada M., and Howell A. D. Blackberry and Raspberry Cultivar Evaluations in Coastal California. *HortTechnology*. 2021;31(4):552-558. DOI: 10.21273/HORTTECH04843-21

11. Birgi J., Peri P. L., Gargaglione V. Raspberries and gooseberries in south Patagonia: Production, fruit quality, morphology and phenology in two environmental conditions. *Scientia Horticulturae*. 2019;258:108574. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108574

12. Linnemannstöns L. Substrate cultivation of raspberry in Germany, *Acta Hort.* 2020;1277:165-172. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.24

Полученные результаты свидетельствуют о возможности дальнейшего раскрытия биологического потенциала продуктивности малины.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

13. Veljković B., Šoštarić 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: 10.1016/j.scienta.2019.108606

14. Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Российской Федерации, Федеральная служба статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2017, т.1, 290 с.

Preliminary results of the 2016 All-Russian Agricultural Census for the Russian Federation, Federal Statistics Service. Moscow: IITS «Statistika Rossii», 2017, vol.1, 290 p. (In Russ.)

15. Куликов И. М., Евдокименко С. Н., Тумаева Т. А., и др. Научное обеспечение ягододовства России и перспективы его развития. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021;25(4):414-419. DOI: 10.18699/VJ21.046

Kulikov I. M., Evdokimenko S. N., Tumaeva T. A., et al. Scientific support of berry growing in Russia and prospects for its development. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2021;25(4):414-419. DOI: 10.18699/VJ21.046 (In Russ.)

16. Казаков И. В., Грюнер Л. А., Кичина В. В. Малина, ежевика и их гибриды. В книге: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Под ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК, 1999, 184-185.

Kazakov I. V., Gruner L. A., Kichina V. V. Raspberries, blackberries and their hybrids. In the book: Program and methods of variety study of fruit, berry and nut-bearing crops. Eds. E. N. Sedova and T. P. Ogoltsova: Orel: VNIISPK, 1999, 184-185. (In Russ.)

17. Кичина В. В., Казаков И. В., Грюнер Л. А. Селекция малины и ежевики. В книге: Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Под ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК, 1995, 368-386.

Kichina V. V., Kazakov I. V., Gruner L. A. Breeding of raspberries and blackberries. In the book: Program and methodology for breeding fruit, berry and nut-bearing crops. Eds. E. N. Sedova and T. P. Ogoltsova: Orel: VNIISPK, 1995, 368-386. (In Russ.)

18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования. М.: Агропромиздат, 1985, 351 с.

Dospikhov B. A. Methods of field experience with the basics of statistical processing of research results. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p. (In Russ.)

19. 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: 10.21273/JASHS.137.4.229.

20. Богомолова Н. И., Резвякова С. В., Lupin M. V. Биологическая продуктивность и фактическая урожайность малины красной как основа высокой экономической эффективности в условиях Центральной России. *Вестник аграрной науки*. 2020;3(84):10-16. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.10

Bogomolova N. I., Rezvyakova S. V., Lupin M. V. Biological productivity and actual yield of red raspberry as a basis for high economic efficiency in Central Russia. *Vestnik agrarnoy nauki*. 2020;3(84):10-16. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.10 (In Russ.)

21. Сазонов Ф. Ф. Селекция смородины черной в условиях юго-западной части Нечерноземной зоны России: монография. М.: ФГБНУ ВСТИСП. 2018, 304 с.

Sazonov F. F. Black currant breeding in the conditions of the southwestern part of the Nonchernozem zone of Russia: monograph. Moscow: FGBNU VSTISP. 2018, 304 p. (In Russ.)

22. Айтжанова С. Д., Андропова Н. В., Поцепай С. Н. Селекция земляники садовой на крупноплодность. Плодоводство и ягодоводство России. 2016;45:15-18.

Aitghanova S. D., Andronova N. V., Potsepai S. N. Strawberry breeding for large-fruitedness. Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2016;45:15-18. (In Russ.)

23. 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

24. Аминова Е. В., Панова М. А. Влияние биопрепаратов на продуктивность ремонтантной малины в условиях степной зоны южного Урала. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019;4:21.

Aminova E. V., Panova M. A. Influence of biological preparations on the productivity of remontant raspberries in the conditions of the steppe zone of the southern Urals. *Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra UrO RAN*. 2019;4:21. (In Russ.)

Авторы:

Подгаецкий М. А. — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Кокинский опорный пункт, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

Евдокименко С. Н. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий Кокинским опорным пунктом, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

Authors:

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

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

Поступила: 15.01.2022

Отправлена на доработку: 05.02.2022

Принята к печати: 15.02.2022

Received: 15.02.2022

Revision received: 05.02.2022

Accepted: 15.02.2022

* * *

**Уважаемые коллеги,
приглашаем принять участие в мероприятии!**

**XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
«ДНИ САДА В БИРЮЛЕВО: ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА В ИНТЕРЕСАХ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

17-19 августа 2022 года

