

Селекция малины на устойчивость к грибным болезням

М. А. Подгаецкий¹✉, С. Н. Евдокименко¹

¹Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

✉E-mail: maxpodgai@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования – поиск возможности создания генотипов малины с комплексной устойчивостью к основным грибным заболеваниям. **Научная новизна.** Оценено 30 сортов и форм малины, а также гибридного фонда от 8 комбинаций скрещиваний по степени устойчивости к основным патогенам. **Методы.** Работа выполнялась на коллекционном и селекционном участках малины Кокинского опорного пункта ФНЦ Садоводства в 2019–2021 гг. согласно основным положениям общепринятых методик по селекции и сортоизучению. Оценку проводили на естественном инфекционном фоне по пятибалльной шкале, где 5 баллов – устойчивость высокая, поражений нет, 0 баллов – низкая устойчивость, поражено более 50 % листового аппарата и стеблей. **Результаты** – Установлена зависимость восприимчивости генотипов к грибным болезням в зависимости от климатических условий. Выделены формы с высокой устойчивостью к отдельным патогенам. К источникам устойчивости к дидимелле (балл устойчивости – 4,0–4,5) отнесены сорта Иван Купала, Патриция, Лавина, Бригантина, Спутница, Newburg и отборы 11-126-1, 8-10х-1, 18-11-2; к антракнозу – сорта Мария, Glen Ample, Метеор, Журавлик и Бальзам; к септориозу – Cowichan, Мария, Журавлик и отбор 11-126-1. Степень их поражения в годы с максимальным развитием болезни не превышала 1 балла. Наиболее перспективными комбинации скрещивания по устойчивости к дидимелле оказались комбинации скрещивания Бригантина × Лавина, 8-6-3 × Cowichan, Скрамница × Феномен, 18-11-2 × 11-126-1; к антракнозу – Бригантина × Лавина, Улыбка × 8-6-3, Гусар × 8-6-3, Гусар × Вольница, 18-11-2 × 11-126-1; к септориозу – Улыбка × Вольница и Гусар × Вольница. Из гибридного фонда выделены формы 2-60-1, 2-61-2, 2-58-1, 2-58-2 и 2-58-3, представляющие ценность в качестве нового исходного материала для дальнейшей селекции малины на повышение уровня устойчивости к основным патогенам. **Ключевые слова:** малина, селекция, дидимелла, антракноз, септориоз, комбинации скрещивания.

Для цитирования: Подгаецкий М. А., Евдокименко С. Н. Потенциал исходных форм малины в селекции на повышение устойчивости к грибным болезням // Аграрный вестник Урала. 2022. № 11 (226). С. 58–69. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-58-69.

Дата поступления статьи: 23.06.2022, **дата рецензирования:** 15.07.2022, **дата принятия:** 01.08.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время благодаря реализации селекционных программ по малине достигнуты значительные успехи в создании генотипов с высоким уровнем хозяйственно ценных признаков. Потенциал урожайности современных сортов отечественной и зарубежной селекции может достигать 40–60 т/га [1, с. 12]. Фактический же урожай этой культуры гораздо ниже [2, с. 191]. Одним из важных факторов, сдерживающих реализацию биологического потенциала урожайности сорта и ограничивающего его широкое возделывание, является поражение растений вредными организмами, особенно грибными болезнями [3, с. 185], степень распространения которых ежегодно колеблется благодаря влиянию агроклиматических условий [4, с. 170].

В средней полосе РФ наибольшую опасность для малины представляют антракноз (*Gloeosporium venetum* Speg), септориоз (*Septoria rubi* West.), дидимелла (*Didymella applanata* Sass.), ботритиоз (*Botrytis cinerea*), корневые гнили [5, с. 138; 6, с. 70]. Эти заболевания потенциально могут привести к снижению качества плодов, зимостойкости растений, урожайности и долговечности насаждений [7, с. 42; 8, с. 31].

В настоящее время для борьбы с вредными объектами широко распространено использование пестицидов. Однако чрезмерное их внесение может привести к загрязнению окружающей среды и в конечном счете негативно отразиться на здоровье человека [9, с. 2]. Поэтому в Европе, например, каждое государство – член ЕС должно реализовать На-

циональный план действий по комплексной борьбе с вредными организмами с минимальной пестицидной нагрузкой [10, с. 63]. Вместе с тем со временем химические методы борьбы становятся малоэффективными, особенно в период эпифитотий из-за развития у патогенов резистентности [11, с. 41].

Одним из способов сдержать распространение и развитие вредных организмов является подбор высокоустойчивых и иммунных к комплексу патогенов сортов, что позволит получать высокие урожаи при минимальной химизации [12, с. 1; 13, с. 110]. Однако современный сортимент малины не проявляет надежной устойчивости к комплексу болезней. Вместе с тем известны сорта, довольно устойчивые к отдельным вредным объектам [14, с. 51; 15, с. 23].

Таким образом, существует необходимость создания селекционным путем высокоустойчивых и иммунных к комплексу патогенов генотипов малины. Это эффективный, хотя и весьма затратный способ ограничения распространения вредных организмов. Кроме того, затраты на него быстро окупаются за счет отказа от пестицидов или ограниченного их использования [16, с. 291]. Таким образом, оценка исходного материала малины по устойчивости к основным патогенам и создание на их основе высокоустойчивых генотипов, а также выявление лучших комбинаций скрещиваний являлись целью наших исследований.

Методология и методы исследования (Methods)

Учеты проводились в 2019–2021 гг. на участках Кокинского опорного пункта ФНЦ Садоводства. В исследования были включены 23 сорта мали-

ны коллекции опорного пункта, 7 отборных форм собственной селекции, а также 496 шт. семян восьми комбинаций скрещиваний. Оценка коллекционного и селекционного материала проводилась на естественном инфекционном фоне в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [17, с. 184], а также с «Программой и методикой селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [18, с. 373], в дополнение к которым для оценки устойчивости генотипов к грибным болезням нами была использована градация, где 5 баллов – устойчивость высокая, поражений нет, 0 баллов – низкая устойчивость, патогенами поражено более 50 % листового аппарата и побегов растений.

Результаты исследований обрабатывались статистически методом дисперсионного анализа [19, с. 343] с использованием надстройки AgCStat к программе Microsoft Excel.

Результаты (Results)

Максимальное распространение грибных болезней приходится на жаркие сезоны с большой влажностью. Метеорологические условия периода исследований сильно отличались (таблица 1), что позволило оценить устойчивость генотипов в годы с максимальным развитием патогенов.

Наиболее благоприятными для развития патогенов были погодные условия в 2020 и 2021 гг., сдерживающими – в 2019 г. (рис. 1), когда период массового развития болезней сопровождался пониженным температурным режимом и слабой увлажненностью.

Таблица 1
Погодные условия периода исследований

Показатели	Год	Месяцы						За весь период
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Температура воздуха, °C	2019	9,1	16,2	21	17,3	17,1	12,8	15,6
	2020	11,9	13,5	23,2	21,6	20,2	17,8	18,0
	2021	9,3	15,7	22,7	25,6	22,8	12,4	18,0
	Среднее многолетнее	8,6	15,9	19,3	20,8	19,8	13,2	16,3
Сумма осадков, мм	2019	19,6	103,3	62,4	100,1	34,5	26,0	345,9
	2020	16,8	56,2	63,0	85,7	52,1	32,9	306,7
	2021	50,3	174,3	105,6	130,6	63,5	177,1	701,4
	Среднее многолетнее	38,2	70,5	71,4	98,9	49,2	66,3	394,5

Table 1
Weather conditions of the researches period

Indicators	Year	Months						For the entire period
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Air temperature, °C	2019	9.1	16.2	21	17.3	17.1	12.8	15.6
	2020	11.9	13.5	23.2	21.6	20.2	17.8	18.0
	2021	9.3	15.7	22.7	25.6	22.8	12.4	18.0
	Average perennial	8.6	15.9	19.3	20.8	19.8	13.2	16.3
Precipitation amount, mm	2019	19.6	103.3	62.4	100.1	34.5	26.0	345.9
	2020	16.8	56.2	63.0	85.7	52.1	32.9	306.7
	2021	50.3	174.3	105.6	130.6	63.5	177.1	701.4
	Average perennial	38.2	70.5	71.4	98.9	49.2	66.3	394.5

По результатам изучения на устойчивость к дидимелле в группу устойчивых и высокоустойчивых вошло большинство генотипов, степень устойчивости у них составила 4,0–4,5 балла (таблица 2). В группу со средней устойчивостью выделены сорта Журавлик, Мария, Вольница, Лазаревская, Cascade Delight, а также отборная форма 1-188-1, до четверти побегов в кусте у них были с признаками поражения. Большинство генотипов показали высокую устойчивость к антракнозу – 70 %, к септориозу – 60 %.

Наиболее эпифитотийными отмечены 2020 и 2021 гг, когда массовому развитию инфекции в июле-августе способствовали повышенные температуры с переизбытком осадков. В таких экстремальных условиях наиболее ценными по устойчивости к *Didymella applanata* оказались сорта Лавина, Иван Купала, Бригантина, Newburg, Спутница, Патриция и отборные формы 8-10х-1, 18-11-2, 11-126-1. У них наблюдались незначительные пятна на отдельных побегах.

По устойчивости к антракнозу выделились сорта Мария, Glen Ample, Метеор, Журавлик и Баль-

зам, к септориозу – Cowichan, Мария, Журавлик и отбор 11-126-1. Степень поражения их не превышала 1 балла и отмечена в виде отдельных небольших некротических пятен на листовой пластинке.

В итоге за трехлетний период наблюдений наиболее обширную группу составили сорта со средней степенью устойчивости (3,5–4,0 балла) к дидимелле. Восприимчивыми оказались сорта Cascade Delight, Журавлик, Улыбка, Lazcka, Солнышко и отборная форма 1-188-1. Поражение их в отдельные годы составляло до 2,0 балла. В группу устойчивых (4,0–4,5 балла) вошли сорта Иван Купала, Патриция, Лавина, Бригантина, Спутница, Newburg и отборы 11-126-1, 8-10х-1, 18-11-2.

Значительные поражения *Gloeosporium venetum* и *Septoria rubi* ежегодно отмечаются на сортах Newburg, Улыбка, Cascade Delight, Лазаревская, Lazcka, Иван Купала, Скромница, Лавина и отборной форме 1-188-1. В эпифитотийные годы признаки поражения у них проявляются не только на листовой пластинке и черешках листа, но и на побегах.

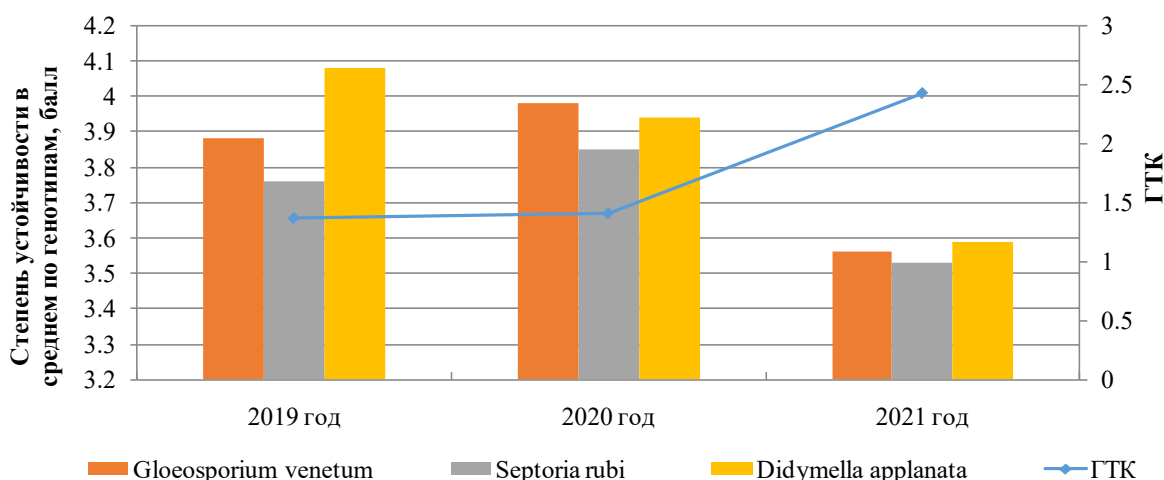


Рис. 1. Устойчивость генотипов к патогенам в зависимости от гидротермического коэффициента, 2019–2021 гг.

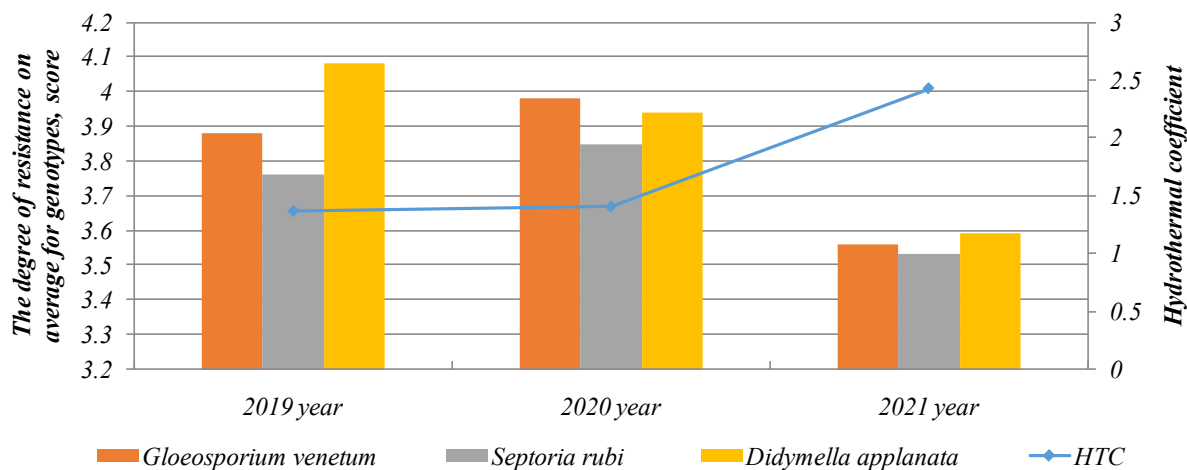


Fig. 1. Resistance of genotypes to pathogens depending on the hydrothermal coefficient, 2019–2021

Наименее восприимчивы к антракнозу сорта Glen Ample, Журавлик, Мария, Бальзам, Метеор, к септориозу – Cowichan, Журавлик, 11-126-1, Мария, Бальзам. Даже в неблагоприятные сезоны степень их восприимчивости не превышала 1,0 балла.

Исследование генетической коллекции малины Кокинского опорного пункта ФНЦ Садоводства по признакам устойчивости к грибным болезням позволило выявить источники высокой полевой устойчивости к отдельным патогенам, но не выделено генотипов комплексной устойчивостью к ним. Создание таких генотипов остается актуальной задачей.

Анализ гибридного потомства по устойчивости к дидимелле показал доминирование худшей из родительских форм во всех комбинациях скрещиваний и даже проявление депрессии (таблица

3). Тем не менее в ряде семей выделялись сеянцы проявляющие большую устойчивость к *Didymella applanata*, чем лучшая родительская форма. Исключение составила гибридная комбинация 18-11-2 × 11-126-1, родительские формы которой отличались повышенной устойчивостью к этому патогену.

Во всех без исключения гибридных семьях большинство сеянцев проявляли среднюю степень устойчивости к патогену, однако в каждой из них выщеплялись устойчивые генотипы. Доля таких сеянцев составила от 9,4 % (Улыбка × Вольница) до 46,8 % (8-6-3 × Cowichan). Поэтому вести отбор высокоустойчивых сеянцев можно даже из семей с участием восприимчивых родительских форм. Причем по выходу таких генотипов эти семьи не уступают комбинациям с участием устойчивых родителей.

Таблица 2
Степень устойчивости исходных форм малины к основным заболеваниям, балл (2019–2021)

Сорт, форма	<i>Didymella applanata</i> Sass.				<i>Gloeosporium venetum</i> Speg				<i>Septoria rubi</i> West.			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Ср.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Ср.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Ср.
Cascade Delight	3,5	3,5	3,0	3,33	3,5	3,0	3,0	3,17	3,5	3,5	3,0	3,33
Журавлик	3,0	3,5	3,5	3,33	4,0	4,5	4,0	4,17	4,0	4,0	4,2	4,07
Улыбка	4,5	3,0	3,0	3,50	3,5	3,5	3,5	3,50	3,0	3,0	3,5	3,17
Lazcka	4,0	3,5	3,0	3,50	4,0	3,5	3,3	3,60	3,5	3,5	3,5	3,50
Солнышко	4,0	3,5	3,0	3,50	3,8	4,0	3,8	3,87	4,3	4,0	3,8	4,03
1-188-1	3,7	3,7	3,3	3,57	3,0	4,0	2,5	3,17	3,5	3,3	3,0	3,27
Метеор	4,0	3,5	3,5	3,67	4,5	4,5	4,3	4,43	3,7	3,0	3,5	3,40
Саня	4,0	4,0	3,0	3,67	4,0	3,5	3,3	3,60	4,0	3,5	3,5	3,67
Вольница	3,5	4,0	3,5	3,67	4,5	4,0	3,5	4,00	4,5	4,0	3,7	4,07
Мария	3,5	4,0	3,5	3,67	4,5	4,0	4,0	4,17	4,5	4,0	4,0	4,17
8-6-3	4,0	3,8	3,3	3,70	4,0	4,5	3,7	4,07	3,7	4,0	3,5	3,73
6-125-4	4,0	3,7	3,5	3,73	4,0	4,5	3,5	4,00	4,0	4,0	3,0	3,67
Cowichan	4,0	3,8	3,5	3,77	4,0	4,0	3,5	3,83	4,0	4,0	4,0	4,00
Лазаревская	3,7	4,3	3,5	3,83	3,5	3,3	3,5	3,43	3,5	3,5	3,5	3,50
Феномен	4,0	4,0	3,5	3,83	4,5	3,5	4,0	4,00	4,0	4,0	3,3	3,77
Пересвет	4,5	3,5	3,5	3,83	4,0	4,0	3,5	3,83	4,0	4,0	3,8	3,93
Бальзам	4,5	3,5	3,5	3,83	4,5	4,5	4,0	4,33	4,5	4,5	3,5	4,17
2-90-3	4,0	4,0	3,7	3,90	4,3	4,0	3,8	4,03	3,8	3,5	3,5	3,60
Glen Ample	4,0	4,5	3,5	4,00	4,0	4,0	4,0	4,00	3,7	4,0	3,0	3,57
Иван Купала	4,0	4,0	4,0	4,00	3,5	3,5	3,0	3,33	4,0	3,5	3,5	3,67
Гусар	4,5	4,0	3,5	4,00	4,5	3,5	4,0	4,00	4,0	3,7	3,5	4,00
Скромница	4,5	4,0	3,8	4,10	4,0	3,5	3,0	3,50	4,0	3,5	3,5	3,67
Лавина	4,5	4,0	4,0	4,17	3,7	3,5	3,5	3,57	3,5	4,0	3,5	3,67
Патриция	4,0	4,5	4,0	4,17	4,2	4,0	3,7	3,97	4,0	3,5	3,5	3,67
Спутница	4,0	4,5	4,0	4,17	3,5	4,0	3,5	3,67	4,0	3,5	4,0	3,83
Бригантина	4,5	4,0	4,0	4,17	4,0	4,0	3,7	3,90	4,0	4,0	3,8	3,93
Newburg	4,5	4,5	4,0	4,33	3,5	3,5	3,0	3,33	3,0	3,5	2,7	3,07
11-126-1	4,5	4,5	4,0	4,33	4,0	4,0	3,5	3,83	4,0	4,3	4,0	4,10
8-10x-1	4,5	4,3	4,3	4,37	4,0	4,0	3,5	3,83	4,0	4,0	3,5	3,83
18-11-2	4,5	4,5	4,3	4,43	4,5	4,0	3,8	4,10	3,7	3,5	3,5	3,57
НСР ₀₅	0,36	0,32	0,48	–	0,38	0,44	0,46	–	0,40	0,41	0,43	–

Table 2
The degree of resistance of the initial forms of raspberries to major diseases, score (2019–2021)

Variety, forms	<i>Didymella applanata</i> Sass.				<i>Gloeosporium venetum</i> Speg				<i>Septoria rubi</i> West.			
	2019	2020	2021	Average	2019	2020	2021	Average	2019	2020	2021	Average
Cascade Delight	3.5	3.5	3.0	3.33	3.5	3.0	3.0	3.17	3.5	3.5	3.0	3.33
Zhuravlik	3.0	3.5	3.5	3.33	4.0	4.5	4.0	4.17	4.0	4.0	4.2	4.07
Ulybka	4.5	3.0	3.0	3.50	3.5	3.5	3.5	3.50	3.0	3.0	3.5	3.17
Lazcka	4.0	3.5	3.0	3.50	4.0	3.5	3.3	3.60	3.5	3.5	3.5	3.50
Solnyshko	4.0	3.5	3.0	3.50	3.8	4.0	3.8	3.87	4.3	4.0	3.8	4.03
I-188-1	3.7	3.7	3.3	3.57	3.0	4.0	2.5	3.17	3.5	3.3	3.0	3.27
Meteor	4.0	3.5	3.5	3.67	4.5	4.5	4.3	4.43	3.7	3.0	3.5	3.40
Sanya	4.0	4.0	3.0	3.67	4.0	3.5	3.3	3.60	4.0	3.5	3.5	3.67
Vol'nitsa	3.5	4.0	3.5	3.67	4.5	4.0	3.5	4.00	4.5	4.0	3.7	4.07
Mariya	3.5	4.0	3.5	3.67	4.5	4.0	4.0	4.17	4.5	4.0	4.0	4.17
8-6-3	4.0	3.8	3.3	3.70	4.0	4.5	3.7	4.07	3.7	4.0	3.5	3.73
6-125-4	4.0	3.7	3.5	3.73	4.0	4.5	3.5	4.00	4.0	4.0	3.0	3.67
Cowichan	4.0	3.8	3.5	3.77	4.0	4.0	3.5	3.83	4.0	4.0	4.0	4.00
Lazarevskaya	3.7	4.3	3.5	3.83	3.5	3.3	3.5	3.43	3.5	3.5	3.5	3.50
Fenomen	4.0	4.0	3.5	3.83	4.5	3.5	4.0	4.00	4.0	4.0	3.3	3.77
Peresvet	4.5	3.5	3.5	3.83	4.0	4.0	3.5	3.83	4.0	4.0	3.8	3.93
Bal'zam	4.5	3.5	3.5	3.83	4.5	4.5	4.0	4.33	4.5	4.5	3.5	4.17
2-90-3	4.0	4.0	3.7	3.90	4.3	4.0	3.8	4.03	3.8	3.5	3.5	3.60
Glen Ample	4.0	4.5	3.5	4.00	4.0	4.0	4.0	4.00	3.7	4.0	3.0	3.57
Ivan Kupala	4.0	4.0	4.0	4.00	3.5	3.5	3.0	3.33	4.0	3.5	3.5	3.67
Gusar	4.5	4.0	3.5	4.00	4.5	3.5	4.0	4.00	4.0	3.7	3.5	4.00
Skromnitsa	4.5	4.0	3.8	4.10	4.0	3.5	3.0	3.50	4.0	3.5	3.5	3.67
Lavina	4.5	4.0	4.0	4.17	3.7	3.5	3.5	3.57	3.5	4.0	3.5	3.67
Patritsiya	4.0	4.5	4.0	4.17	4.2	4.0	3.7	3.97	4.0	3.5	3.5	3.67
Sputnitsa	4.0	4.5	4.0	4.17	3.5	4.0	3.5	3.67	4.0	3.5	4.0	3.83
Brigantina	4.5	4.0	4.0	4.17	4.0	4.0	3.7	3.90	4.0	4.0	3.8	3.93
Newburg	4.5	4.5	4.0	4.33	3.5	3.5	3.0	3.33	3.0	3.5	2.7	3.07
11-126-1	4.5	4.5	4.0	4.33	4.0	4.0	3.5	3.83	4.0	4.3	4.0	4.10
8-10x-1	4.5	4.3	4.3	4.37	4.0	4.0	3.5	3.83	4.0	4.0	3.5	3.83
18-11-2	4.5	4.5	4.3	4.43	4.5	4.0	3.8	4.10	3.7	3.5	3.5	3.57
LSD ₀₅	0.36	0.32	0.48	–	0.38	0.44	0.46	–	0.40	0.41	0.43	–

Таблица 3
Расщепление гибридного потомства малины по устойчивости к *Didymella applanata* Sass. (2019–2021 гг.)

Комбинации скрещивания		Число сеянцев, шт.	Средний балл устойчивости по семье	Доля сеянцев с баллом устойчивости, %			Тч*, %	Нр**
♀	♂			< 3,0	3,1–4,0	> 4,0		
Улыбка	8-6-3	59	3,43	35,6	54,2	10,2	33,9	-1,7
	Вольница	64	3,53	37,5	53,1	9,4	24,0	-0,75
Гусар	Вольница	59	3,52	35,6	54,2	10,2	6,0	-1,4
	8-6-3	76	3,77	14,5	69,7	15,8	15,8	-0,53
Бригантина	Лавина	76	3,84	13,2	61,8	25,0	25,0	0
8-6-3	Cowichan	47	3,68	25,5	55,3	19,2	46,8	-2,06
Скромница	Феномен	53	3,73	15,1	66,0	18,9	18,9	-1,06
18-11-2	11-126-1	62	3,74	20,9	59,7	19,4	0	-2,04

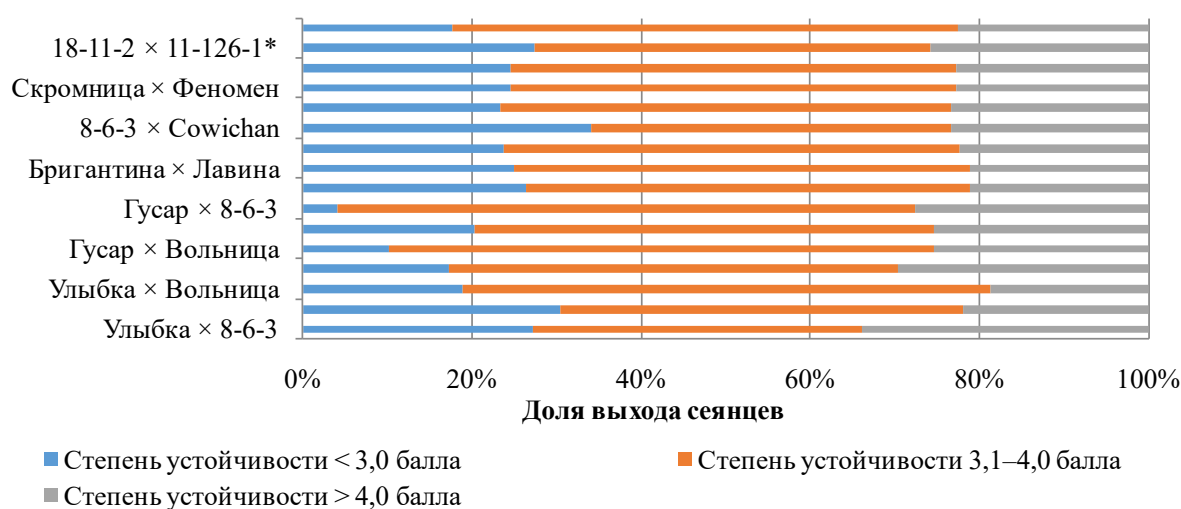
Примечание. * Частота выщепления трансгрессивных (гетерозисных) сеянцев; ** коэффициент наследования или степень доминантности лучшей (+) или худшей (-) по изучаемому показателю родительской формы.

Table 3

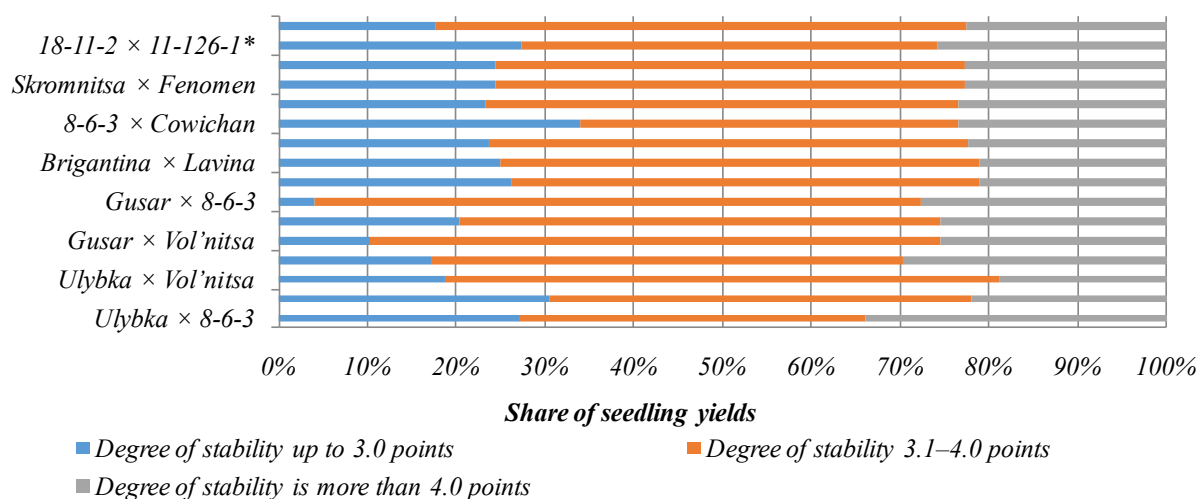
Splitting of raspberry hybrid offspring by resistance to *Didymella applanata* Sacc. (2019–2021)

Crossing combinations		Number of seedlings, pcs.	Average resilience score by family	The proportion of seedlings with a resistance score, %			Th*, %	Ic**
♀	♂			< 3.0	3.1–4.0	> 4.0		
Ulybka	8-6-3	59	3.43	35.6	54.2	10.2	33.9	-1.7
	Vol'nitsa	64	3.53	37.5	53.1	9.4	24.0	-0.75
Gusar	Vol'nitsa	59	3.52	35.6	54.2	10.2	6.0	-1.4
	8-6-3	76	3.77	14.5	69.7	15.8	15.8	-0.53
Brigantina	Lavina	76	3.84	13.2	61.8	25.0	25.0	0
8-6-3	Cowichan	47	3.68	25.5	55.3	19.2	46.8	-2.06
Skromnitsa	Fenomen	53	3.73	15.1	66.0	18.9	18.9	-1.06
18-11-2	11-126-1	62	3.74	20.9	59.7	19.4	0	-2.04

Note. * Frequency of cleavage of transgressive (heterotic) seedlings; ** the coefficient of inheritance or the degree of dominance of the best (+) or worst (-) in the studied indicator of the parental form.



* В каждой комбинации скрещивания верхняя шкала – распределение семян по устойчивости к *Gloeosporium venetum* Speg, нижняя к *Septoria rubi* West.

Рис. 2. Распределение семян малины по устойчивости к *Gloeosporium venetum* Speg и *Septoria rubi* West (2019–2021 гг.)

* In each crossing combination, the upper scale is the distribution of seedlings by resistance to *Gloeosporium venetum* Speg, the lower one to *Septoria rubi* West.

Fig. 2. Distribution of raspberry seedlings by resistance to *Gloeosporium venetum* Speg and *Septoria rubi* West (2019–2021)

Таблица 4

Оценка гибридного потомства малины по устойчивости к антракнозу и септориозу (2019–2021 гг.)

Биология и биотехнологии

Комбинации скрещивания		Число сеянцев, шт.	Gloeosporium venetum Speg			Septoria rubi West.		
♀	♂		Средний балл устойчивости по семье	Частота трансгрессии, %	Коэффициент доминирования	Средний балл устойчивости по семье	Частота трансгрессии, %	Коэффициент доминирования
Улыбка	8-6-3	59	3,80	33,9	+0,36	3,63	42,4	+0,64
	Вольница	64	3,74	18,8	-0,04	3,79	29,7	-0,38
Гусар	Вольница	59	3,83	25,4	0	3,72	25,4	-1,05
	8-6-3	76	3,93	27,6	-3,0	3,65	32,9	0
Бригантина	Лавина	76	3,68	44,7	-0,38	3,70	50,0	-0,77
8-6-3	Cowichan	47	3,67	23,4	-2,3	3,69	23,4	-1,38
Скромница	Феномен	53	3,71	22,7	-0,16	3,71	54,7	-2,0
18-11-2	11-126-1	62	3,69	25,8	-2,0	3,78	22,6	-0,88

Table 4

Evaluation of raspberry hybrid progeny for resistance to anthracnose and septoria spot (2019–2021)

Crossing combinations		Number of seedlings, pieces.	Gloeosporium venetum Speg			Septoria rubi West.		
♀	♂		Average resilience score by family	Frequency of cleavage of transgressive (heterotic) seedlings, %	Inheritance coefficient	Average resilience score by family	Frequency of cleavage of transgressive (heterotic) seedlings, %	Inheritance coefficient
Ulybka	8-6-3	59	3.80	33.9	+0.36	3.63	42.4	+0.64
	Vol'nitsa	64	3.74	18.8	-0.04	3.79	29.7	-0.38
Gusar	Vol'nitsa	59	3.83	25.4	0	3.72	25.4	-1.05
	8-6-3	76	3.93	27.6	-3.0	3.65	32.9	0
Brigantina	Lavina	76	3.68	44.7	-0.38	3.70	50.0	-0.77
8-6-3	Cowichan	47	3.67	23.4	-2.3	3.69	23.4	-1.38
Skromnitsa	Fenomen	53	3.71	22.7	-0.16	3.71	54.7	-2.0
18-11-2	11-126-1	62	3.69	25.8	-2.0	3.78	22.6	-0.88

Гибридологический анализ потомства малины по устойчивости к антракнозу позволил разделить сеянцы на три группы (рис. 2). Первую группу составили генотипы со слабой устойчивостью. Число таких сеянцев колебалось от 4,0 % (Гусар × 8-6-3) до 34,0 % (8-6-3 × Cowichan). Вторую, наиболее многочисленную группу составили сеянцы, проявляющие среднюю степень устойчивости с баллом устойчивости от 3,1 до 4,0. Третью группу составили генотипы, проявляющие высокую степень устойчивости (выше 4,0 балла). Наибольшее количество таких сеянцев (выше 25 %) выделено в комбинациях наиболее устойчивых родителей: Бригантина × Лавина, Улыбка × 8-6-3, Гусар × 8-6-3, Гусар × Вольница, 18-11-2 × 11-126-1. Однако следует отметить, что ни в одной из них не выделено форм без признаков поражения.

Выщепление сеянцев, превышающих уровень устойчивости лучшей из родительских форм, отмечалось во всех комбинациях (таблица 4). Большинство из них относится к сеянцам третьей группы с баллом устойчивости выше 4,0. В семье Бригантина × Лавина, где обе родительские формы проявляют среднюю степень устойчивости, доля таких сеянцев составила 44,7 %.

Анализ степени доминирования по устойчивости к антракнозу выявил уклонение большинства сеянцев гибридных семей в сторону худшей родительской формы, а в семьях Гусар × 8-6-3, 8-6-3 × Cowichan и 18-11-2 × 11-126-1, проявление депрессии. Исключение составила семья Улыбка × 8-6-3, где отмечается положительная трансгрессия.

Устойчивости к основным грибным болезням у генотипов, выделенных по результатам изучения гибридного фонда малины, балл

Отборная форма	Происхождение	<i>Didymella applanata</i> Sass.	<i>Gloeosporium venetum</i> Speg	<i>Septoria rubi</i> West.
2-58-1	18-11-2 × 11-126-1	4,3	3,5	4,0
2-58-2		4,0	3,0	4,0
2-58-3		4,5	4,0	3,5
2-60-1	8-6-3 × Cowichan	3,5	4,0	4,0
2-60-2		3,5	3,5	4,0
2-61-2	Гусар × 8-6-3	3,7	4,3	4,0

Table 5
Resistance to the main fungal diseases in genotypes isolated from the results of the study of the raspberry hybrid fund, score

Selection form	Origin	<i>Didymella applanata</i> Sass.	<i>Gloeosporium venetum</i> Speg	<i>Septoria rubi</i> West.
2-58-1	18-11-2 × 11-126-1	4.3	3.5	4.0
2-58-2		4.0	3.0	4.0
2-58-3		4.5	4.0	3.5
2-60-1	8-6-3 × Cowichan	3.5	4.0	4.0
2-60-2		3.5	3.5	4.0
2-61-2	Gusar × 8-6-3	3.7	4.3	4.0

Похожие результаты дает анализ гибридных сеянцев по септориозу. По степени устойчивости генотипы разделены на три группы, крупнейшую из которых составили сеянцы со средним уровнем устойчивости. Во всех комбинациях скрещивания отмечена довольно высокая доля выхода трансгрессивных сеянцев, однако по степени доминирования большинство из них уклонялось в сторону худшего родителя. Лишь в семье Улыбка × 8-6-3 тоже отмечена положительная трансгрессия.

Известно, что в селекции на повышение уровня устойчивости к грибным болезням наибольший интерес представляют семьи с участием высокоустойчивых родительских форм. Однако в наших исследованиях в таких комбинациях выщепление трансгрессивных сеянцев наблюдалось гораздо реже, чем у родителей с меньшей устойчивостью, но выделенные в таких семьях генотип обладают высоким уровнем признаков и представляют качественно новый материал для селекции на устойчивость к основным патогенам и их комплексу.

В гибридном потомстве изученных комбинаций скрещивания нами не выделены генотипы, иммунные или высокоустойчивые одновременно ко всем трем болезням, при этом отобраны сеянцы с устойчивостью к *Gloeosporium venetum* Speg и *Septoria rubi* West.: 2-60-1 (семья 8-6-3 × Cowichan) и 2-61-2 (семья Гусар × 8-6-3) (таблица 5).

Наиболее результативной оказалась семья 18-11-2 × 11-126-1, где нами выделены формы 2-58-1, 2-58-2 совмещают высокую устойчивость к дидимелле и септориозу, 2-58-3 – к дидимелле и к антракнозу. У этих генотипов отмечены лишь еди-

ничные пятна антракноза и септориоза на листовой поверхности в основном на нижнем ярусе побегов и незначительные проявления дидимеллы на побегах. Выделенные генотипы являются ценным материалом для селекции малины на устойчивость к основным грибным болезням.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В ходе многолетнего изучения при разнообразных погодных условиях генотипов, иммунных к основным грибным болезням или проявляющих высокую степень устойчивости к комплексу патогенов, не выявлено, установлена сильная зависимость восприимчивости генотипов от погодных условий. Тем не менее выделены генотипы, проявляющие высокую степень устойчивости к одному или двум из них даже в годы с максимальным развитием болезней. Так, высокую степень устойчивости к дидимелле проявляли сорта Иван Купала, Лавина, Патриция, Спутница, Бригантина, Newburgh и отборные формы 11-126-1, 8-10х-1 и 18-11-2, к антракнозу – Журавлик, Метеор, Мария, 6-125-4, Бальзам, Glen Ample, к септориозу – Журавлик, Мария, Cowichan, 11-126-1.

Фитомониторинг гибридного фонда не позволил выделить иммунных или устойчивых к комплексу заболеваний генотипов, однако выявил возможность отбора высокоустойчивых сеянцев даже в тех комбинациях скрещивания, где родительские формы не отличаются устойчивостью. Известно, что наибольший интерес в селекции на повышение уровня устойчивости к грибным болезням представляют семьи с участием высокоустойчивых родительских форм, где выход трансгрессивных се-

янцев наблюдался реже, но генотипы, выделенные в них, представляют качественно новый материал для селекции на устойчивость к основным патогенам. Наибольший выход устойчивых к дидимелле сеянцев обеспечивают комбинации скрещиваний: Бригантина × Лавина, 8-6-3 × Cowichan, Скронница × Феномен, 18-11-2 × 11-126-1. По устойчивости к антракнозу лучшими семьями были Бригантина × Лавина, Улыбка × 8-6-3, Гусар × 8-6-3, Гусар × Вольница, 18-11-2 × 11-126-1. По устойчивости к септориозу более четверти сеянцев с повышенной устойчивостью обеспечили семьи Улыбка × Вольница и Гусар × Вольница, у которых даже в годы массового развития болезней степень поражения не превышала 1,0 балла.

Выделенные из изученного гибридного фонда генотипы: 2-60-1, 2-61-2, 2-58-1, 2-58-2 и 2-58-3, представляют интерес в селекции малины на повышение устойчивости к грибным болезням. Их необходимо привлекать в селекционный процесс с целью возможного объединения в одном генотипе комплексной устойчивости к патогенам.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания 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».

Библиографический список

1. Dale A. Next steps in breeding for yield in raspberries // *Acta Hort.* 2020. No. 1277. Pp. 11–16. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.2.
2. Ançay A., Carlen C., Christ B. Optimization of long-cane red raspberry production by the control of fruiting lateral number // *Acta Hort.* 2020. No. 1277. Pp. 191–194. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.27.
3. Лупин М. В. Оценка устойчивости малины красной к грибным болезням в условиях Орловской области // *Вестник аграрной науки.* 2020. № 6 (87). С. 184–188. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.6.184.
4. Сычева И. В., Сазонов Ф. Ф., Луцко В. П., Ермаков Р. И. Биологическая и хозяйственная эффективность применения фунгицидов при защите смородины чёрной от наиболее вредоносных болезней // *Плодоводство и ягодоводство России.* 2019. Т. 56. С. 169–175. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-56-169-175.
5. Евдокименко С. Н. Скрининг генетической коллекции малины ремонтантного типа по полевой устойчивости к болезням // *Плодоводство и ягодоводство России.* 2019. Т. 58. С. 138–143. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-58-138-143.
6. Богомолова Н. И., Митина Е. В., Лупин М. В. Адаптация малины красной к основным листовым пятнистостям при возделывании в условиях Центральной России [Электронный ресурс] // *Современное садоводство – Contemporary horticulture.* 2017. № 4 (24). С. 68–76. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-maliny-krasnoy-k-osnovnym-listovym-pyatnistostyam-pri-vozdelyvanii-v-usloviyah-tsentralnoy-rossii> (дата обращения: 17.05.2022)
7. Graham J., Brennan R. (ed.). *Raspberry: breeding, challenges and advances.* // Springer. 2018. DOI: 10.1007/978-3-319-99031-6.
8. Перекопский А. Н., Юнин В. А., Зыков А. В., Егорова К. И. Агротехническое обеспечение ведения маточных насаждений малины красной на основе адаптированных экологически безопасных приемов // *Известия Международной академии аграрного образования.* 2021. № 56. С. 28–33.
9. Asaturova A., Shternshis M., Tsvetkova V., Shpatova T., Maslennikova V., Zhevnova N. & Homyak A. Biological control of important fungal diseases of potato and raspberry by two *Bacillus velezensis* strains // *PeerJ.* 2021. Vol. 9. Article number e11578. DOI: 10.7717/peerj.11578.
10. Mitchell C., Hawes C., Iannetta P., Birch A. N. E., Begg G., & Karley A. J. An agroecological approach for weed, pest and disease management in *Rubus* plantations // *Raspberry.* 2018. Pp. 63–81. DOI: 10.1007/978-3-319-99031-6_5.
11. Dolan A., MacFarlane S., Jennings S. N. Pathogens in Raspberry and Other *Rubus* spp. // *Raspberry.* 2018. Pp. 41–61. DOI: 10.1007/978-3-319-99031-6_4.
12. Можар Н. В. Подбор устойчивых к основным болезням сортов груши, перспективных для возделывания на юге России [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России.* 2017. № 46 (4). URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/04/01.pdf> (дата обращения: 17.05.2022).
13. Родюкова О. С. Фитосанитарная оценка гибридных сеянцев смородины красной // *Селекция и сорто-разведение садовых культур.* 2018. Т. 5. № 1. С. 110–112.
14. Беляев А. А., Бакланова Г. И., Кузьмина А. А., Панина Е. Н. Устойчивость сортов малины к вредителям и болезням в лесостепи Приобья // *Плодоводство и ягодоводство России.* 2017. Т. 49. С. 48–51.

15. Богомолова Н. И., Лупин М. В. Уровень адаптивности малины красной к основным стеблевым и листовым пятнистостям в условиях юга Центрально-черноземного региона России // Вестник аграрной науки. 2021. № 5 (92). С. 21–25. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.5.21.

16. Сазонов Ф. Ф., Луцко В. П. Влияние сортовой устойчивости и погодных условий на развитие антракноза смородины черной в условиях Брянской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 49. С. 290–294.

17. 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. Орел, 1999. С. 184–185.

18. Кичина В. В. Селекция малины и ежевики // В книге: Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под ред. Е.Н. Седова. Орел, 1995. С. 368–386.

19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования. Москва, 1985. 351 с.

Об авторах:

Максим Александрович Подгаецкий¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела генетики и селекции плодовых и ягодных культур, ORCID 0000-0002-0289-1092, AuthorID 712472; +7 920 838-18-99, maxpodgai@yandex.ru

Сергей Николаевич Евдокименко¹, главный научный сотрудник отдела генетики и селекции плодовых и ягодных культур, ORCID 0000-0001-9187-7593, AuthorID 316772; +7 920 606-67-50, serge-evdokimenko@yandex.ru

¹ Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

Raspberry breeding for resistance to fungal diseases

M. A. Podgaetskiy¹✉, S. N. Evdokimenko¹

¹ Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

✉ E-mail: maxpodgai@yandex.ru

Abstract. The purpose search for the possibility of creating raspberry genotypes with complex resistance to major fungal diseases. **Scientific originality.** 30 varieties and forms of raspberries, as well as hybrid stock from 8 combinations of crosses were evaluated according to the degree of resistance to the main pathogens. **Methods.** The work was carried out on the collection and breeding plots of raspberry of the Kokino base of the Federal State Budgetary Research Center of Horticulture in 2019–2021, according to the main provisions of generally accepted methods of breeding and cultivar studies. The assessment was carried out on a natural infectious background on a five-point scale, where 5 points – high resistance, there are no defeats, 0 points – low resistance, more than 50 % of the leaf apparatus and stems were defeated. **Results.** The dependence of the susceptibility of genotypes to fungal diseases depending on climatic conditions has been established. Forms with high resistance to individual pathogens have been identified. Ivan Kupala, Patriitsiya, Lavina, Brigantina, Sputnitsa, Newburg and selections 11-126-1, 8-10x-1, 18-11-2 are attributed to the sources of resistance to didymella (resistance score 4.0-4.5 points); the cultivars Mariya, Glen Ample, Meteor, Zhuravlik were attributed to anthracnose; and the cultivars Cowichan, Mariya, Zhuravlik and Selection 11-126-1 – septoria spot. The degree of their defeat in the years with the maximum development of the disease did not exceed 1.0 point. The most promising combinations of crossing for resistance to didymella were combinations of crossing Brigantina × Lavina, 8-6-3 × Cowichan, Skromnitsa × Fenomen, 18-11-2 × 11-126-1; to anthracnose – Brigantina × Lavina, Ulybka × 8-6-3, Gusar × 8-6-3, Gusar × Vol'nitsa, 18-11-2 × 11-126-1; to septoria spot – Ulybka × Vol'nitsa and Gusar × Vol'nitsa. The forms are allocated from the hybrid fund 2-60-1, 2-61-2, 2-58-1, 2-58-2 and 2-58-3 were identified as valuable as a new initial material for further raspberry breeding to increase the level of resistance to major pathogens.

Keywords: raspberry, breeding, didymella, anthracnose, septoria spot, crossing combinations.

For citation: Podgaetskiy M. A., Evdokimenko S. N. Potentsial iskhodnykh form maliny v seleksii na povyshenie ustoychivosti k gribnym boleznyam [Potential of the initial raspberry forms in breeding to increase resistance to fungal diseases] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 11 (226). Pp. 58–69. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-58-69. (In Russian.)

Date of paper submission: 23.06.2022, *date of review:* 15.07.2022, *date of acceptance:* 01.08.2022.

References

1. Dale A. Next steps in breeding for yield in raspberries // *Acta Hort.* 2020. No. 1277. Pp. 11–16. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.2.
2. Ançay A., Carlen C., Christ B. Optimization of long-cane red raspberry production by the control of fruiting lateral number // *Acta Hort.* 2020. No. 1277. Pp. 191–194. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1277.27.
3. Lupin M. V. Otsenka ustoychivosti maliny krasnoy k gribnym boleznyam v usloviyakh Orlovskoy oblasti [Assessment of the red raspberries resistance to fungal diseases in the Orel region] // *Bulletin of agrarian science.* 2020. No. 6 (87). Pp. 184–188. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.6.184. (In Russian.)
4. Sycheva I. V., Sazonov F. F., Lushcheko V. P., Ermakov R. I. Biologicheskaya i khozyaystvennaya effektivnost' primeneniya fungitsidov pri zashchite smorodiny chernoy ot naibolee vredonosnykh bolezney [Biological and economic efficiency of fungicides use in black currant protection from the most harmful diseases] // *Pomiculture & Small fruits culture in Russia.* 2019. No. 56. Pp. 169–175. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-56-169-175. (In Russian.)
5. Evdokimenko S. N. Skringing geneticheskoy kolleksii maliny remontantnogo tipa po polevoy ustoychivosti k boleznyam [Screening of genetic primocane raspberry collection on field resistance to diseases] // *Pomiculture & Small fruits culture in Russia.* 2019. No. 58. Pp. 138–143. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-58-138-143. (In Russian.)
6. Bogomolova N. I., Mitina E. V., Lupin M. V. Adaptatsiya maliny krasnoy k osnovnym listovym pyatnistostyam pri vozdelevanii v usloviyakh Tsentral'noy Rossii [Raspberry adaptation to leaf spots in central Russia] [e-resource] // *Contemporary horticulture.* 2017. No. 4 (24). Pp. 68–76. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-maliny-krasnoy-k-osnovnym-listovym-pyatnistostyam-pri-vozdelevanii-v-usloviyah-tsentralnoy-rossii> (date of application 17.05.2022). (In Russian.)
7. Graham J., Brennan R. (ed.). *Raspberry: breeding, challenges and advances.* // Springer. 2018. DOI: 10.1007/978-3-319-99031-6.
8. Perekopskiy A. N., Yunin V. A., Zykov A. V., Egorova K. I. Agrotekhnicheskoe obespechenie vedeniya matochnykh nasazhdeniy maliny krasnoy na osnove adaptirovannykh ekologicheskimi bezopasnykh priemov [Element the system for monitoring thermal conditions in the biocenosis a garden under different soil content systems] // *Izvestia MAAO.* 2021. No. 56. Pp. 28–33. (In Russian.)
9. Asaturova A., Shternshis M., Tsvetkova V., Shpatova T., Maslennikova V., Zhevnova N. & Homyak A. Biological control of important fungal diseases of potato and raspberry by two *Bacillus velezensis* strains // *PeerJ.* 2021. Vol. 9. Article number e11578. DOI: 10.7717/peerj.11578.
10. Mitchell C., Hawes C., Iannetta P., Birch A. N. E., Begg G., & Karley A. J. An agroecological approach for weed, pest and disease management in *Rubus* plantations // *Raspberry.* 2018. Pp. 63–81. DOI: 10.1007/978-3-319-99031-6_5.
11. Dolan A., MacFarlane S., Jennings S. N. Pathogens in Raspberry and Other *Rubus* spp. // *Raspberry.* 2018. Pp. 41–61. DOI: 10.1007/978-3-319-99031-6_4.
12. Mozhar N. V. Podbor ustoychivykh k osnovnym boleznyam sortov grushi, perspektivnykh dlya vozdelevaniya na yuge Rossii [Selection of pear varieties resistant to main diseases promising for cultivation in the south of Russia] [e-resource] // *Fruit growing and viticulture of South Russia.* 2017. No. 46 (4). URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/04/01.pdf> (date of reference: 17.05.2022). (In Russian.)
13. Rodyukova O. S. Fitosanitarnaya otsenka gibridnykh seyantsev smorodiny krasnoy [Phytopathological evaluation of hybrid seedlings of red currant] // *Seleksiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur.* 2018. Vol. 5. No. 1. Pp. 110–112. (In Russian.)
14. Belyaev A. A., Baklanova G. I., Kuz'mina A. A., Panina E. N. Ustoychivost' sortov maliny k vreditelyam i boleznyam v lesostepi Priob'ya [Raspberry resistant varieties to pests and diseases in the forest-steppe of Ob region] // *Pomiculture & Small fruits culture in Russia.* 2017. No. 49. Pp. 48–51. (In Russian.)
15. Bogomolova N. I., Lupin M. V. Uroven' adaptivnosti maliny krasnoy k osnovnym stebel'nyim i listovym pyatnistostyam v usloviyakh yuga Tsentral'no-chernozemnogo regiona Rossii [The level of adaptability of red raspberries to the main stem and leaf spots in the conditions of the south of the central chernozem region of Russia] // *Bulletin of agrarian science.* 2021. No. 5 (92). Pp. 21–25. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.5.21. (In Russian.)
16. Sazonov F. F., Lushcheko V. P. Vliyaniye sortovoy ustoychivosti i pogodnykh usloviy na razvitiye antraknoza smorodiny chernoy v usloviyakh Bryanskoy oblasti [Influence of varietal resistance and weather environment on the development of black currant anthracnose in the conditions of the Bryansk region] // *Pomiculture & Small fruits culture in Russia.* 2017. No.49. Pp. 290–294. (In Russian.)

17. Kazakov I. V., Gryuner L. A., Kichina V. V. Malina, ezhevika i ikh gibridy [Raspberries, blackberries and their hybrids] // In: Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur ; under the editorship of E. N. Sedov, T. P. Ogol'tsova. Oryol, 1999. Pp. 184–185. (In Russian.)

18. Kichina V. V. Seleksiya maliny i ezheviki [Raspberries and blackberries breeding] // Programma i metodika seleksii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur ; under the editorship of E. N. Sedov. Oryol, 1995. Pp. 368–386. (In Russian.)

19. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results]. Moscow, 1985. 351 p. (In Russian.)

Authors' information:

Maksim A. Podgaetskiy¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of genetics and breeding of fruit and berry crops, ORCID 0000-0002-0289-1092, AuthorID 712472; +7 920 838-18-99, maxpodgai@yandex.ru

Sergey N. Evdokimenko¹, chief researcher of the department of genetics and breeding of fruit and small berry crops, ORCID 0000-0001-9187-7593, AuthorID 316772; +7 920 606-67-50, serge-evdokimenko@yandex.ru

¹Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia