

DOI: 10.31676/0235-2591-2025-1-13-20

Селекционная оценка смородины черной по устойчивости к *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt.

¹Ф. Ф. Сазонов, ²К. Ю. Неброй

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

²Брянский государственный аграрный университет, Брянская область, Россия

ORCID: Сазонов Ф.Ф. – 0000-0002-1760-5992,

Неброй К. Ю. – 0000-0002-7069-6723

Резюме. Растения смородины черной подвержены негативному воздействию целого ряда грибных болезней. Среди них выделяется американская мучнистая роса, которая уже более века сопровождает культуру. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt. Сильное поражение патогеном способно привести к потере урожая на 50-80 %, сократить прирост в 2-3 раза и даже спровоцировать гибель растений. Целью работы было изучение образцов коллекционного и гибридного фондов смородины черной по устойчивости к мучнистой росе, поиск лучших комбинаций скрещиваний по выходу устойчивого потомства и отбор перспективных форм. Исследования проведены в 2021-2023 гг. на базе ЦКП «Генетическая биоресурсная коллекция растений ФГБНУ ФНЦ Садоводства» и гибридном участке смородины черной Кокинского ОП ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Изучено 70 сортов и 14 отборных форм, потомство 12 комбинаций скрещивания, 4 – от свободного опыления, всего изучено 1045 семян. В изучении находился гибридный фонд, полученный от гибридизации 2017 г. и высаженный на селекционный участок весной 2019 г. Проведенные исследования в сезоны с различными погодными условиями и степенью распространения мучнистой росы позволили дифференцировать образцы генетической коллекции по уровню устойчивости к патогену. По выходу сферотекоустойчивых гибридов выделены перспективные комбинации скрещиваний: 'Ven Tigra'×'Кипиана', 41-03-5×'Ven Hope', 'Ven Hope'×'Дар Смольяниновой', 'Подарок Ветеранам'×'Мрия', 'Диамант'×'Литвиновская'. Положительные результаты получены при посеве семян от свободного опыления сортов 'Чернавка', 'Дар Смольяниновой' и формы 41-03-5, где отобраны гибриды, совмещающие устойчивость к мучнистой росе с другими хозяйственно-полезными признаками (устойчивость к смородинному почковому клещу и листовым пятнистостям, крупноплодность, многокистность, отвечающие требованиям пригодности к машинной уборке плодов и др.). Дальнейшая стратегия совершенствования сортимента смородины черной может базироваться на использовании в скрещиваниях выявленных источников устойчивости к мучнистой росе с привлечением созданного нами нового адаптированного селекционного материала.

Ключевые слова: смородина черная, селекция, устойчивость, сорт, американская мучнистая роса.

Благодарности: Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием ФГБНУ ФНЦ Садоводства по теме «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» (FGUW-2021-0001).

Breeding Evaluation of Black Currant for Resistance to *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt.

¹F. F. Sazonov, ²K. Yu. Nebroi

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

²Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Russia

ORCID: Sazonov F. F – 0000-0002-1760-5992,

Nebroi K. Yu. – 0000-0002-7069-6723

Адрес для переписки:

Сазонов Федор Федорович

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, ул. Загорьевская, 4, г. Москва, 115598, Россия

sazon-f@yandex.ru

Address for correspondence:

Fedor F. Sazonov

Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, 4, Zagoryevskaya str., Moscow, 115598, Russia

sazon-f@yandex.ru

Образец цитирования:

Сазонов Ф. Ф., Неброй К. Ю. Селекционная оценка смородины черной по устойчивости к *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt. Садоводство и виноградарство. 2025;1:13-20 doi: 10.31676/0235-2591-2025-1-13-20

© Сазонов Ф. Ф., Неброй К. Ю., 2025.

For citation:

Sazonov F. F., Nebroi K. Yu. Breeding Evaluation of Black Currant for Resistance to *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2025;1:13-20

doi: 10.31676/0235-2591-2025-1-13-20

Abstract. Black currant (*Ribes nigrum*) plants are susceptible to a range of fungal diseases. Especially noticeable among them is American powdery mildew, that has affected this crop for over a century. The disease is caused by the ascomycete fungus *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt. Severe infection by the pathogen can result in a 50-80 % yield loss, a two- to threefold reduction in shoot growth, and, in extreme cases, plant mortality. The objective of this study was to assess black currant accessions from both the collection and hybrid pools for resistance to powdery mildew, to identify the most promising crossing combinations for generating resistant progeny, and to select prospective breeding forms. The research was conducted between 2021 and 2023 at the Core Research Facility "Genetic Bioresource Collection of Plants" of the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery and at the black currant crossing site of the Kokino Experimental Station (Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery). The study encompassed 70 cultivars, 14 selected seedlings, progeny from 12 crossing combinations, and 4 open-pollinated progenies, totaling 1,045 seedlings. The hybrid pool under examination originated from crosses made in 2017 and was planted in the selection breeding plots in the spring of 2019. Research conducted across seasons with varying weather conditions and degrees of powdery mildew infestation enabled differentiation of the genetic collection samples based on their resistance to the pathogen. Several promising crossing combinations were identified for their production of *Sphaerotheca*-resistant hybrids: 'Ben Tirran' × 'Kipiana', 41-03-5 × 'Ben Hope', 'Ben Hope' × 'Dar Smolyaninovoy', 'Podarok Veteranam' × 'Mriya', and 'Diamant' × 'Litvinovskaya'. Positive results were also obtained from open-pollinated progenies of the cultivars 'Chernavka' and 'Dar Smolyaninovoy' as well as the breeding line 41-03-5, where hybrid selections combined powdery mildew resistance with other desirable agronomic traits, such as resistance to the black currant gall mite and leaf spots, large berry size, multiple racemes per bud. All of the above make berries suitable for mechanical harvest. The future strategy for improving the black currant assortment may be based on incorporating the identified sources of powdery mildew resistance into breeding programs, utilizing newly developed, well-adapted breeding stock.

Keywords: black currant, breeding, resistance, cultivar, American powdery mildew.

Acknowledgements: The research was carried out within the state order of FSBSO ARHCBAN for the topic «Genetic and biotechnological approaches to selection process management and improvement of existing selection methods for creating new genetic modifications of fruit, berry, vegetable, and field crops meeting modern requirements for agricultural production» (FGUW-2021-0001).

Введение

Смородина черная (*Ribes nigrum* L.) занимает одно из ведущих мест среди ягодных культур в садовых хозяйствах разных категорий. Ее плоды употребляют не только в свежем виде, чаще их используют в перерабатывающей промышленности, кондитерском производстве и фармацевтике [1, 2]. Несмотря на то, что она способна произрастать в разных климатических зонах, существует ряд факторов, сдерживающих ареал ее распространения (зимние оттепели, грибные болезни, вредители и т.д.) [3].

Растения смородины черной подвержены негативному воздействию целого ряда грибных болезней. Среди них выделяется американская мучнистая роса, или сферотека, которая уже более века сопровождает культуру. Возбудителем болезни является грибок *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt., развивающийся в виде отдельных пятен на нижней стороне листа, где кутикулярный слой менее развит, затем он распространяется на верхушечные листья, черешки, молодые побеги. В годы эпифитотий гибнут молодые листья, площадь листовой поверхности сокращается в 2-3 раза. При благоприятных условиях грибок поражает молодую завязь, большинство из которой осыпается. Фитопатоген является облигатным паразитом и обладает резкой специализацией, поражая только представителей родов *Ribes* и *Glossularia* [4]. Сильное поражение грибом *S. mors-uvae* способно привести к потере урожая на 50-80 %, преждевременному листопаду, остановке роста молодых

побегов, снижению прироста в 2-3 раза, деформации куста и даже может спровоцировать отмирание растения [5, 6].

Известно, что широкому распространению патогена на загущенных посадках смородины способствует теплая, дождливая погода [4, 7]. Оптимальными условиями для роста грибницы и спорообразования являются высокая влажность воздуха – 90-100 % и температура +17...+28 °С. При температуре +30 °С развитие грибницы приостанавливается, а при +32 °С она чаще гибнет. В течение вегетации грибок дает 10-12 поколений конидиального спороношения. Массовое рассеивание конидиоспор совпадает с началом цветения и плодоношения смородины. Зимует грибок клейстотециями на пораженных растительных остатках (ягодах, листьях), на концах пораженных побегов или мицелием в почках [4, 8].

Внедрение в сельскохозяйственное производство сортов, устойчивых к патогенам, является одним из условий повышения его эффективности. Вопреки тому, что разработка иммунных сортов является дорогостоящим и долговременным процессом, это более эффективная и экономически обоснованная стратегия в сравнении с использованием химических средств защиты растений и, что очень важно, позволяет получить экологически чистую продукцию [9].

Несмотря на то, что к настоящему времени уже установлены гены, отвечающие за устойчивость смородины черной к мучнистой росе [10], в создании иммунных генотипов существует ряд сложностей.

Исследователи отмечают, что механизм устойчивости к сферотеке у разных видов смородины контролируется различными генами [11, 12]. Даже зная, что носителями генов устойчивости являются смородина клейкая, канадская, Янчевского, черешчатая, ароматная и скандинавский подвид [13], их использование в селекции не гарантирует получение иммунных форм. К тому же невосприимчивые генотипы со временем теряют устойчивость к патогену, как это было отмечено на ранее устойчивых к болезни сортах 'Черный Жемчуг', 'Багира', 'Созвездие', 'Венера', 'Зеленая Дымка', 'Жемчужина', 'Ядреная', 'Воспоминание', 'Изюмная'. Все они являются производными сорта 'Brödtopp', устойчивость к сферотеке у которого была быстро преодолена [14, 15]. Это подтверждает утверждение о том, что механизм устойчивости, в основу которого входит только один донор, не является долговременным и не может гарантировать абсолютную невосприимчивость к патогену [16].

В результате включения в селекцию производных смородины клейкой (с геном устойчивости Sph_3) и представителя скандинавского экотипа – шведского сорта 'Sunderbyn II' (донора гена R) в ФГБНУ ВНИИСПК Т. П. Огольцовой и С. Д. Князевым были созданы гомозиготные доноры №3007-2-154 и №762-5-82, что позволило выделить сферотекоустойчивые сорта 'Креолка', 'Арапка', 'Нарианна', 'Ариадна', 'Черноокая', 'Ассоль', 'Оазис' и др. [17]. В настоящее время созданы сорта, имеющие в генотипе два гена олигогенной устойчивости к болезни – Ms и Sph_2 , такие как 'Рахиль', 'Марьюшка' и 'Глариоза' [12]. Знание генетического родства исходных форм повышает вероятность успешного подбора родительских пар для скрещиваний, создавая генетически разнообразные формы, которые, как следствие, будут отличаться более высокой адаптивностью [11].

Вопросы поиска и создания доноров устойчивости к сферотеке, выявления механизмов устойчивости и селекция на иммунитет к этому патогену включены в отечественные и зарубежные селекционные программы [18]. Поскольку установлена неаллельность генов R , Sph_2 и Sph_3 [11], существует реальная возможность вести селекцию смородины черной на совмещении их в одном генотипе для обеспечения более длительного сохранения сферотекоустойчивости. Целью наших исследований была селекционная оценка коллекционного и гибридного фондов смородины черной по устойчивости к мучнистой росе, поиск лучших комбинаций скрещиваний по выходу устойчивого потомства и отбор перспективных форм.

Материалы и методика исследования

Исследования проведены в 2021-2023 гг. на базе ЦКП «Генетическая биоресурсная коллекция растений ФГБНУ ФНЦ Садоводства» и гибридном участке смородины черной Кокинского ОП ФГБНУ ФНЦ Садоводства (Брянская обл.). Объектами исследований

были 70 сортов и 14 отборов, потомство 12 комбинаций скрещивания, 4 – от свободного опыления, всего изучено 1045 семян. В изучении находились гибриды, полученные в результате гибридизации 2017 г., высеянные и распикированные в школе семян в 2018 г. и высаженные на селекционный участок весной 2019 г.

Сортоизучение и селекционную работу выполняли с учетом соответствующих методик [10, 19]. Оценку уровня проявления мучнистой росы проводили поделочно визуально. Степень поражения оценивалась по 5-балльной шкале, где 0 баллов – поражения нет, 5 – очень сильное: поражено >70 % листьев и >20 % завязи. Статистическую обработку экспериментальных результатов выполняли в программе CXSTAT с помощью программного обеспечения «Microsoft Office Excel».

Агротехника при выращивании смородины черной – общепринятая в Нечерноземной зоне России. Предшественник – занятый сидеральный пар, сидеральные культуры бобово-злаковая смесь. Схема посадки растений однорядная, расстояние между рядами 3 м, между растениями – 0,8 м.

Результаты и их обсуждение

Оценка результатов исследований свидетельствует о неравномерности протекания эпифитотийного процесса мучнистой росы по сезонам и зависимости степени его проявления от гидротермического режима в период вегетации. Во многом уровень вирулентности патогена зависел от суммы осадков и теплового режима, т. е. условий тепловлагообеспеченности в весенне-летний период. По данным метеостанции Брянского ГАУ, расположенной в непосредственной близости от селекционного участка (координаты: 53°26'N 34°08'E), уровень увлажнения в 2021 г. был избыточным – ГТК_{май-сентябрь} = 2,11, а сезон 2023 г. характеризовался как засушливый – ГТК_{май-сентябрь} = 0,97 (рис. 1).

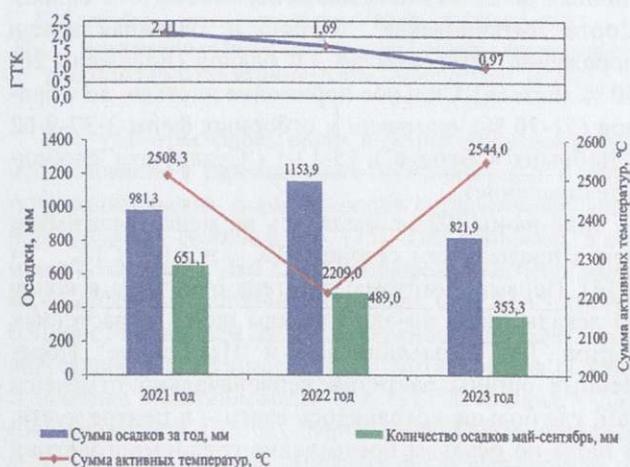


Рис. 1. Погодные условия периода исследований
Fig. 1. Weather conditions during the study period

Полевая оценка интенсивности развития американской мучнистой росы на растениях показала, что наиболее благоприятными для ее развития оказались метеорологические условия 2021 и 2022 гг. с избыточным увлажнением в период вегетации. Несмотря на обилие осадков в мае 2021 г. ($ГТК_{\text{май}} = 3,95$), вопреки ожиданиям, массовой эпифитотии американской мучнистой росы в весенний период не наблюдалось, что связано с недостатком тепла. Только за I декаду мая выпало 69,9 мм осадков, что в 3,5 раза превышает климатическую норму (20,1 мм), при среднесуточной температуре воздуха +12,1 °C. Однако уже во II декаде мая отмечены симптомы болезни, когда температура в среднем достигала до +17,7 °C, а днем воздух прогревался до +28 °C. За декаду выпало 56,5 мм осадков при влажности 74,5 %. В сложившихся условиях первые признаки патогена обнаружили у сортов 'Литвиновская', 'Чародей', 'Изюмная'. Далее увлажнение усиливалось, в июне выпало 105,6 мм осадков, что составило 134,5 % от среднегодовое значений (78,5 мм), при среднемесячной температуре воздуха +22,7 °C ($ГТК_{\text{июнь}} = 2,57$), что привело к переувлажнению почвы на участке.

Дальнейшее повышение среднесуточной температуры в I декаде июля до +25,6 °C и во II декаде до +27,6 °C, 102,2 мм осадков при относительной влажности воздуха 72,0 % привели к массовому распространению патогена. На проявление сезонной динамики эпифитотийного процесса повлияла также сортовая устойчивость культуры к болезни. На растениях сортов 'Аннади', 'Багира', 'Белорусочка', 'Вера', 'Гамаюн', 'Гулливер', 'Дар Смольяниновой', 'Деликатес', 'Добрыня', 'Исток', 'Купалинка', 'Лукоморье', 'Миф', 'Мрия', 'Орловия', 'Партизанка Брянская', 'Стрелец', 'Софійська', 'Triton', 'Услада', 'Чародей', 'Этюд', 'Ben Gairn', 'Лентяй', 'Нара', 'Сластена', 'Севчанка', 'Сенсей', 'Селеченская 2', 'Селеченская', 'Чародей', 'Black Magic' и 'Tiben' отмечены симптомы поражения болезнью от единичных до 25 % листовой поверхности (1-2 балла). Сорта 'Литвиновская', 'Мрия-5' и 'Изюмная' имели поражение патогеном до 3,0 баллов (поражено 26-50 % листьев). Сильное поражение листьев, до 4 баллов (51-70 %), отмечено у отборных форм 3-37-9/02 ('Добрыня'×'Венера'), 15-13-1 ('Сударушка' свободное опыление).

Май-июнь 2022 г. выдалась не менее влажными, чем в предыдущем сезоне ($ГТК_{\text{май}} = 3,07$; $ГТК_{\text{июнь}} = 1,16$). Первые симптомы патогена отмечены в конце III декады мая – начале I декады июня на растениях сортов 'Дар Смольяниновой' и 'Искушение'. Пораженные органы растений первоначально отмечены там, где больше сохранялось влаги – в центре куста. В июле по осадкам превышение среднегодовое значений составило 63,7 %, на отдельных участках отмечено кратковременное подтопление растений. Только в I декаде выпало 155,2 мм осадков при средней температуре воздуха +18,0 °C. В период массовой эпифитотии (II и III декады июля) интенсивность

поражения листьев восприимчивых генотипов достигала 50 % (3 балла), как это отмечено у крупноплодных отборных форм 11-90-07 ('Triton'×'Дар Смольяниновой'), 8-4-1 ('Ядреная'×'Экзотика') и сортов 'Фортуна', 'Мрия-3'. С поражением листьев до 25 % (2 балла) оказались сорта 'Машенька', 'Дар Смольяниновой', 'Аметист', 'Памяти Равкина', 'Чародей' и 'Искушение'.

Несмотря на ощутимый дефицит влаги в III декаде мая 2023 г. на растениях сортов 'Сенсей', 'Багира', 'Бармалей', 'Селеченская 2', 'Партизанка Брянская', 'Нимфа' отмечены симптомы поражения листьев мучнистой росой до 1 балла. Сорта 'Литвиновская' и 'Купалинка' имели поражение сферотеккой до 2 баллов. Во II-III декадах июля, в период массового развития болезни, при $ГТК_{\text{июль}} = 1,43$, средняя степень поражения патогеном (3 балла) отмечена у сортов 'Мрия', 'Мрия-3', 'Чародей' и отборов 5-82-01 ('Tiben'×'Литвиновская'), 8-4-1 ('Ядреная'×'Экзотика'), 11-90-07 ('Triton'×'Дар Смольяниновой'), 12-21-03 ('Мрия-3' св. оп.), 20-69-1 ('Нара' I₁), 19-59-1 ('Миф' св. оп.), 19-65-1 ('Литвиновская' св. оп.), где симптомы на листьях в виде белого налета достигали 50 %, что обусловлено восприимчивостью родительских форм. Слабое поражение (до 2 баллов) отмечено у сортов 'Аметист', 'Гамаюн', 'Деликатес', 'Купалинка', 'Миф', 'Мрия-5', 'Татьянин День', 'Литвиновская', 'Tiben' и форм 5-57-03 ('Стрелец'×'Мрия'), 9-101-01 ('Tiben'×'Селеченская 2'). В целом за вегетационный период вирулентность мучнистой росы была ниже, чем в сезоны 2021 и 2022 гг.

По итогам изучения степени поражения мучнистой росой в 2021-2023 гг. выделены устойчивые сорта без симптомов болезни (0 баллов – поражения нет): 'Рита', 'Диамант', 'Брянский Агат', 'Нежданчик', 'Загляденье', 'Black Magic Carbon', 'Вернисаж', 'Дебрянск', 'Big Ben', 'Орловская Серенада', 'Каскад', 'Надина', 'Подарок Астахова', 'Ben Tirran', 'Подарок Ветеранам', 'Ben Hope', 'Прима', 'Ben Alder', 'Кудесник', 'Трилена', 'Витава', 'Кипиана', 'Шалунья', 'Ben Sarek', 'Сударушка', 'Тамерлан', 'Фаворит', 'Черешнева', 'Чернавка', 'Ядреная', 'Вона', 'Tisel' и элитные формы 3-37-12/02 ('Добрыня'×'Венера'), 4-5-2 (СК-7×'Экзотика'), 4-18-02 (10-141-2×'Партизанка Брянская'), 5-30-95 ('Орловская Серенада' I₁).

В результате расчета многофакторного дисперсионного анализа по факторам А (генотип) и В (год) в условиях Брянской области за 2021-2023 гг. установлены достоверные различия между восприимчивыми сортами смородины черной по изучаемому признаку для 5 % уровня вероятности. Рассмотренные в опыте факторы А (влияние генотипа) и В (условия периода вегетации) оказали на уровень проявления симптомов болезни существенное влияние, а именно 78,95 %, т.к. фактическое значение критерия Фишера ($F_{\text{факт.}}$) значительно превосходит табличное ($16,5 > 1,9$; $9,8 > 3,1$) (табл. 1).

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа по факторам А (генотип) и В (год)

Table 1. Analysis of variance results for factors A (genotype) and B (year)

Источник вариации	Сумма квадратов отклонений (С)	Число степеней свободы (ν)	Дисперсия (σ ²)	Отношение дисперсий (F)		Влияние, %
				фактическое	табличное (P=0,95)	
результаты анализа в однофакторной интерпретации						
Общее	136,99	125				100
Повторений	20,029	2				14,620
Вариантов	108,159	41	2,638	24,566	1,5	78,953
Случайное	8,806	82	0,107			6,428
результаты двухфакторного дисперсионного анализа						
Фактор А	23,048	13	1,773	16,510	1,9	16,824
Фактор В	2,111	2	1,056	9,830	3,1	1,541
Взаимодействие АВ	83,0	26	3,192	29,728	1,6	60,587

Согласно расчетам, условия вегетации в меньшей степени оказывали влияние на распространение мучнистой росы, устойчивость к патогену в большей степени зависела от сортовых особенностей: влияние фактора А=16,8 %, фактора В=1,5 %. При уровне значимости P=0,95 взаимодействие между факторами «генотип»-«год» составило 60,58 %. Влияние случайных факторов (рельеф участка, чрезмерная обрезка, загущенные посадки, избыточная обеспеченность почвы азотом и др.) на распространение мучнистой росы составило 6,4 %.

В селекционной практике широко используется привлечение вновь созданных сортов, особенно географически отдаленных, в качестве исходного материала для скрещиваний. Несмотря на заведомое ограничение пределов изменчивости, создается возможность объединить достигнутые в лучших сортах высокие уровни выраженности селекционных признаков и дополнить недостающие или слабо выраженные качества в последующих поколениях без существенной перестройки установившегося комплекса адаптационных и хозяйственно-полезных показателей [20].

Гибридологический анализ устойчивости к мучнистой росе в эпифитотийные сезоны установил широкий размах варьирования восприимчивости к патогену, выщеплялись сеянцы с поражением от 0 до 4,0 балла, что характерно для полигенного типа наследования [21]. Столь широкий диапазон расщепления потомства по устойчивости к болезням наблюдается также на примере других ягодных культур [9].

Степень поражения мучнистой росой гибридов смородины черной определяли на протяжении всего периода исследований. В 2021 г., когда сложились оптимальные условия для распространения болезни, проведенные учеты четырехлетних сеянцев показали, что все потомство в семьях 9-28-1/02 ('Толубичка' × 'Жемчужина') × 'Брянский Агат', 41-03-5 × 'Веп Норе', популяциях от свободного опыления сорта 'Чернавка' и формы 41-03-5 ('Монисто' × 'Бармалей') было без признаков поражения сферотекой (рис. 2). Это связано с тем, что в представленных комбинациях скрещивания исходные формы отличались высокой

полевой устойчивостью к мучнистой росе. Однако подобное утверждение не является абсолютным. При использовании в гибридизации устойчивых родителей (сорта 'Ben Titan' и 'Кипиана') выделено 6,1 % гибридов с поражением болезнью до 1 балла. В последующий сезон 2022 г. доля восприимчивого потомства в этой семье возросла до 13,4 %.

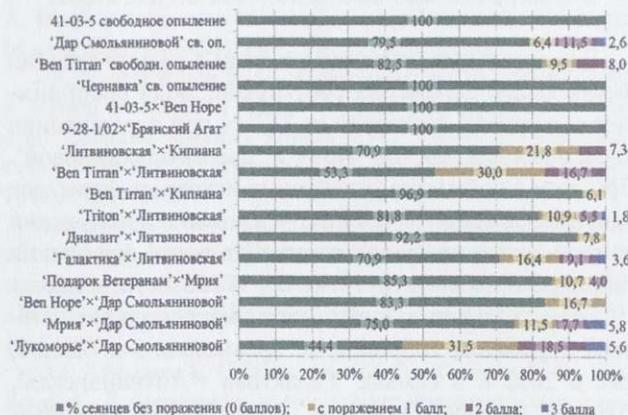


Рис. 2. Расщепление гибридного потомства смородины черной по устойчивости к

Sphaerotheca mors-uvae (Schw.) Berk. et Gurt. в 2021 г.

Fig. 2. Segregation of black currant hybrid progeny for resistance to *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt. in 2021

Как уже отмечалось ранее в наших исследованиях, использование в скрещиваниях восприимчивых к патогену родительских форм приводит к увеличению доли неустойчивых гибридов в F₁ [15]. Так, например, в семье 'Лукоморье' × 'Дар Смольяниновой' отмечено лишь 44,4 % сферотекоустойчивых сеянцев. От 1,8 до 5,8 % гибридов с поражением до 50 % поверхности листьев (3 балла) установлено в семьях 'Тритон' × 'Литвиновская' (1,8 %), 'Галактика' × 'Литвиновская' (3,6 %), 'Лукоморье' × 'Дар Смольяниновой' (5,6 %), 'Мрия' × 'Дар Смольяниновой' (5,8 %), где поражение исходных форм варьировало от 1 до 3 баллов.

Симптомы мучнистой росы на гибридах смородины черной в вегетационный период 2022 г. проявились в большей степени, чему благоприятствовали погодные условия (ГТК=1,69) и накопительный эффект болезни.

Из 1045 изученных гибридов у 364 семян в разной степени отмечены признаки поражения черешков листа, листьев и завязи. Лишь в семье 41-03-5×‘Ven Hope’ и популяции от свободного опыления формы 41-03-5, как и в предыдущий сезон, все гибриды отличались резистентностью к патогену (рис. 3).

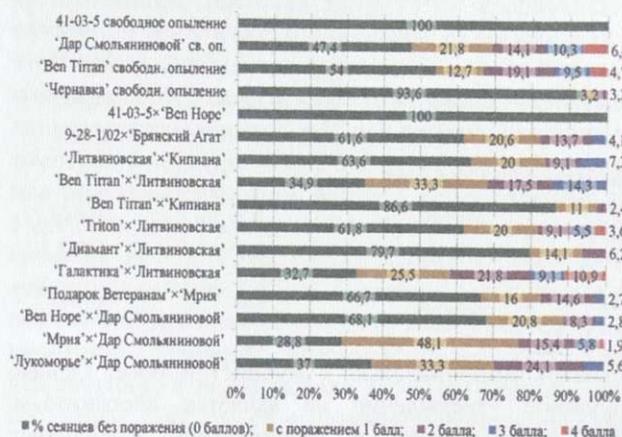


Рис. 3. Расщепление гибридного потомства смородины черной по устойчивости к *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt. в 2022 г.
Fig. 3. Segregation of black currant hybrid progeny for resistance to *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Gurt. in 2022

Все остальные изученные семена в разной степени имели следы поражения сферотекой. Доля восприимчивых растений составила от 71,2 % при скрещивании восприимчивых сортов ‘Мрия’ и ‘Дар Смольяниновой’. При этом в потомстве устойчивых исходных форм, как например, в семье ‘Ven Titan’×‘Кипиана’ и популяции от свободного опыления сорта ‘Чернавка’ доля таких гибридов снижалась до 13,4 и 6,4 % соответственно.

Если в предыдущий сезон максимальная степень поражения гибридов не превышала 3-х баллов, уже в 2022 г. в семьях ‘Галактика’×‘Литвиновская’, ‘Triton’×‘Литвиновская’ и ‘Мрия’×‘Дар Смольяниновой’ установлено от 1,9 до 5,4 % семян с сильным уровнем поражения листьев (4 балла). У большинства изученных семей отмечено увеличение доли неустойчивого потомства с поражением 3-4 балла: ‘Галактика’×‘Литвиновская’ – 9,0 %, ‘Triton’×‘Литвиновская’ – 9,1 %, ‘Мрия’×‘Дар Смольяниновой’ – 7,7 %, ‘Литвиновская’×‘Кипиана’ – 7,3 %.

При посеве семян от свободного опыления устойчивого к сферотеке сорта ‘Ven Titan’ в 2022 г. только 54,0 % семян не имели признаков поражения болезнью, до 14,2 % были с поражением в 3-4 балла. При посеве семян от свободного опыления восприимчивого сорта ‘Дар Смольяниновой’ доля сферотекоустойчивого потомства составила 47,4 %, с поражением 3-4 балла – 16,7 %.

Несмотря на то, что преобладающая часть изученных семян была устойчива к сферотеке (65,2 %), для дальнейшего изучения отобрана незначительная их доля. Зачастую это связано с низкой продуктивностью большинства гибридов, даже устойчивых к мучнистой росе, восприимчивостью их к почковому клещу, листовым пятнистостям и другим сопутствующим факторам.

Однако из изученного гибридного фонда отобран ряд перспективных генотипов. Так, например, в семье ‘Ven Titan’×‘Кипиана’, где задействованы устойчивые к болезни родительские формы, выделен многокистный отбор 3-63-01, отличающийся устойчивостью к мучнистой росе и листовым пятнистостям.

При скрещивании восприимчивых и устойчивых исходных форм в F_1 также выщеплялись перспективные семена. Из семьи ‘Triton’×‘Литвиновская’ выделены формы 3-26-01 и 3-26-02, которые наряду с устойчивостью к сферотеке формировали дружно созревающие плоды десертного вкуса. Позднеспелая форма 6-92-3 (‘Диамант’×‘Литвиновская’) характеризуется устойчивостью к грибным болезням и дружным созреванием плодов. Перспективный отбор 4-49-03 (‘Ven Titan’×‘Литвиновская’) наряду с устойчивостью к мучнистой росе и почковому клещу формирует в среднем 10 ягод в кисти. В комбинации скрещиваний ‘Ven Hope’×‘Дар Смольяниновой’ выделены устойчивые к сферотеке, листовым пятнистостям и почковому клещу отборы 7-28-01, 7-28-4 с прямостоячим габитусом куста и дружно созревающими одномерными ягодами. При использовании сорта ‘Дар Смольяниновой’ для посева семян от свободного опыления отобраны высокопродуктивные сферотекоустойчивые семена 14-14-1 и 2-21-2, формирующие ягоды средней массой 1,5 г позднего срока созревания. Форма 3-69-01 (‘Чернавка’ свободное опыление) отличается устойчивостью к мучнистой росе, длиннокистностью (10 ягод в кисти) и прочностью плодов более 7 Н. Крупноплодный отбор 6-3-5 (41-03-5 св. оп.) формирует полураскидистый куст, прочные ягоды (7,3 Н) средней массой 1,7 г, пригоден к машинной уборке урожая.

Заключение

1. Проведенные исследования в сезоны с различными погодными условиями и степенью распространения мучнистой росы позволили дифференцировать образцы генетической коллекции смородины черной по уровню устойчивости к патогену.

2. По выходу сферотекоустойчивых гибридов выделены перспективные комбинации скрещиваний: ‘Ven Titan’×‘Кипиана’, 41-03-5×‘Ven Hope’, ‘Ven Hope’×‘Дар Смольяниновой’, ‘Подарок Ветеранам’×‘Мрия’, ‘Диамант’×‘Литвиновская’.

3. Положительные результаты получены при посеве семян от свободного опыления сортов ‘Чернавка’, ‘Дар Смольяниновой’ и формы 41-03-5, где отобраны гибриды, совмещающие устойчивость к мучнистой росе с другими хозяйственно-полезными признаками (устойчивость к смородинному почковому клещу и листовым пятнистостям, крупноплодность, многокистность, отвечающие требованиям пригодности к машинной уборке плодов и др.).

4. Дальнейшая стратегия совершенствования сорта смородины черной может базироваться на использовании в скрещиваниях установленных источников устойчивости к мучнистой росе с привлечением созданного нами качественно нового адаптированного селекционного материала.

Конфликт интересов. Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованной литературы / References

1. Аджиахметова С. Л., Червонная Н. М., Поздняков Д. И., Оганесян Э. Т. Изучение суммарного содержания антиоксидантов, полисахаридов, элементного состава и аминокислот растительного сырья смородины черной. *Химия растительного сырья*. 2021;3:265-274. DOI: 10.14258/jcprm.2021037774.
- Adzhiakhmetova S. L., Chervonnaya N. M., Pozdnyakov D. I., Oganesyanyan E. T. Study of the total content of antioxidants, polysaccharides, element composition and amino acids of vegetable raw material, *Chemistry of plant raw material*. 2021;3:265-274. DOI: 10.14258/jcprm.2021037774. (in Russ.).
2. Сазонова И. Д. Биохимическая оценка плодов малины и смородины в условиях юго-западной части Нечерноземья России. *Вестник Брянской ГСХА*. 2021;5(87):36-44. DOI: 10.52691/2500-2651-2021-87-5-36-44.
- Sazonova I. D. Biochemical evaluation of raspberry and black currant fruits in the southwestern part of the Non-Black Soil Zone of Russia, *Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy*. 2021;5(87):36-44. DOI: 10.52691/2500-2651-2021-87-5-36-44. (in Russ.).
3. 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: 10.1051/e3sconf/202125401029.
4. Зейналов А. С. Атлас-справочник основных вредителей и болезней ягодных культур и мер борьбы с ними. Монография, Современное сельское хозяйство России. М.: ООО «Агролига», 2016, 232.
- Zeynalov A. S. Atlas-directory of the main pests and diseases of berry crops and measures to combat them. *Monografiya, Sovremennoe sel'skoe hozyajstvo Rossii*. М.: ООО «Агролига», 2016, 232. (in Russ.).
5. Мишина М. Н., Ямщикова Е. И. Американская мучнистая роса на смородине черной: вредоносность, причины и признаки появления. *Наука и образование*. 2021;4(2):413.
- Mishina M. N., Yamshchikova E. I. American powdery mildew on black currant: harmfulness, causes and signs of occurrence, *Science and education*. 2021;4(2):413. (in Russ.).
6. Гасымов Ф. М., Кутенева И. Е. Устойчивость сортов смородины черной к болезням в условиях Южного Урала, Современное садоводство. 2022;2:1-10. DOI: 10.52415/23126701_2022_0201.
- Gasimov F. M., Koteneva I. E. Resistance of black currant varieties to diseases in the Southern Urals, *Modern gardening*. 2022;2:1-10. DOI: 10.52415/23126701_2022_0201. (in Russ.).
7. Бахотская А. Ю., Князев С. Д. Предварительная оценка нового гибридного материала смородины черной на устойчивость к биотическим факторам. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021;6:37-39. DOI: 10.30850/vrsn/2021/6/37-39.
- Bakhotskaya A. Yu., Knyazev S. D. Preliminary assessment of a black currant new hybrid material for resistance to biotic factors, *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2021;6:37-39. DOI: 10.30850/vrsn/2021/6/37-39. (in Russ.).
8. Жидехина Т. В., Гурьева И. В. Создание высокоустойчивого к сферотеке гибридного фонда черной смородины с использованием сортообразцов орловской селекции. *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2020;7(1-2):73-79. DOI: 10.24411/2500-0454-2020-11219.
- Zhidekhina T. V., Gur'yeva I. V. Creation of a hybrid fund of black currant highly resistant to spheroteka using cultivars of Oryol selection, *Breeding and cultivar breeding of horticultural crops*. 2020;7(1-2):73-79. DOI: 10.24411/2500-0454-2020-11219. (in Russ.).
9. Подгаецкий М. А., Евдокименко С. Н. Селекция малины на устойчивость к грибным болезням. *Аграрный вестник Урала*. 2022;11(226):58-69. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-58-69.
- Podgaetskiy M. A., Evdokimenko S. N. The potential of the initial forms of raspberries in breeding to increase resistance to fungal diseases, *Agrarnyj vestnik Urala* 2022;11 (226):58-69. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-58-69. (in Russ.).
10. Огольцова Т. П., Куминов Е. П. Селекция черной смородины. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1995, 314-340.
- Ogol'tsova T. P., Kuminov E. P. Selection of black currant. *Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur*. Орел: VNIISPК, 1995, 314-340. (in Russ.).
11. Князев С. Д., Левгерова Н. С., Макаркина М. А., Пикунова А. В., Салина Е. С., Чекалин Е. И., Янчук Т. В., Шавыркина М. А. Селекция черной смородины: методы, достижения, направления. Монография. Орел: ВНИИСПК, 2016, 328.
- Knyazev S. D., Levgerova N. S., Makarkina M. A., Pikunova A. V., Salina E. S., Chekalin E. I., Yanchuk T. V., Shavyrkinina M. A. Black currant selection: methods, achievements, directions. *Monografiya*. Орел: VNIISPК, 2016, 328 p. (in Russ.).
12. Сорокопудов В. Н. Мониторинг устойчивости видов и сортов смородины черной к фитопатогенам. *Плодоводство: сборник научных трудов. РУП «Институт плодородства»*. Минск: РУП «Издательский дом «Белорусская наука». 2018;30:284-288.
- Sorokopudov V. N. Monitoring stability of species and varieties of black currant to phytopathogens, *Plodovodstvo: sbornik nauchnyh trudov. RUP «Institut plodovodstva»*. Minsk: RUP «Izdatel'skij dom «Belorusskaya nauka». 2018;30:284-288. (in Russ.).
13. Акуленко Е. Г., Каньшина М. В., Юхачева Е. Я., Яговенко Г. Л. Источники и доноры устойчивости смородины черной к болезням и почковому клещу. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021;4:44-47. DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/44-47.
- Akulenko E. G., Kan'shina M. V., Yuxacheva E. Ya., Yagovenko G. L. Sources and donors of black currant resistance to diseases and bud mites, *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*. DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/44-47. (in Russ.).
14. Родюкова О. С. Результаты сортоизучения смородины черной в условиях ЦЧЗ. *Сборник научных трудов: «Современное состояние культур смородины и крыжовника»*. Мичуринск, 2007, 149-163.
- Rodyukova O. S. The results of the varietal study of black currant in the conditions of the Central Forest, *Sbornik nauchnyh trudov: «Sovremennoe sostoyanie kul'tur smorodiny i kryzhovnika»*. Michurinsk, 2007, 149-163. (in Russ.).
15. Сазонов Ф. Ф. Селекция смородины черной в условиях юго-западной части Нечерноземной зоны России. Монография. М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2018, 304.
- Sazonov F. F. Breeding of Black Currant in the South-Western Part of the Non-Black Soil Zone of Russia. *Monografiya*. М.: FGBNU VSTISP, (in Russ.).

16. Астахов А. И., Маркелова Н. В. Создание комплексных доноров черной смородины, Садоводство и виноградарство. 2007;2:6-8.

Astakhov A. I., Markelova N. V. Creation of complex donors of black currant, Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2007;2:6-8. (in Russ.)

17. Калинина О. В., Князев С. Д., Голяева О. Д., Панфилова О. В., Бахотская А. Ю. Оценка сортов смородины черной и красной селекции ВНИИСПК по устойчивости к мучнистой росе. Плодоводство и ягодоводство России. 2020;60:19-27. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-60-19-27.

Kalinina O. V., Knyazev S. D., Golyaeva O. D., Panfilova O. V., Bakhotskaya A. Y. Estimation of black and red currant varieties of VNIISPK breeding for resistance to powdery mildew, Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2020;60:19-27. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-60-19-27. (in Russ.)

18. Сазонов Ф. Ф. Модель промышленного сорта смородины черной для условий средней полосы России, Садоводство и виноградарство. 2024;4:13-20. DOI: 10.31676/0235-2591-2024-4-13-20.

Sazonov F. F. Model of an industrial black currant variety for Central Russia. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2024;4:13-20. DOI: 10.31676/0235-2591-2024-4-13-20. (in Russ.)

19. Князев С. Д., Баянова Л. В. Смородина, крыжовник и их гибриды. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999, 360-361.

Knyazev S. D., Bayanova L. V. Currant, gooseberry and their hybrids. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. Orel: VNIISPK, 1999, 360-361. (in Russ.)

20. Равкин А. С. Черная смородина (исходный материал, селекция, сорта). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987, 216.

Ravkin A. S. Black currant (initial material, selection, cultivars). M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1987, 216. (in Russ.)

21. Астахов А. И. Селекция плодовых и ягодных растений с использованием биометрических методов. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде научного доклада. Брянск, 1995, 55.

Astakhov A. I. Breeding of fruit and berry plants using biometric methods. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora sel'skohozyajstvennyh nauk v vide nauchnogo doklada. Bryansk, 1995, 55. (in Russ.)

Автор:

Сазонов Ф. Ф. – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

Неброй К. Ю. – аспирант, Брянский государственный аграрный университет, Брянская область, Россия

Author:

Sazonov F. F., Dr. Sci. (Agric.), Leading Researcher, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

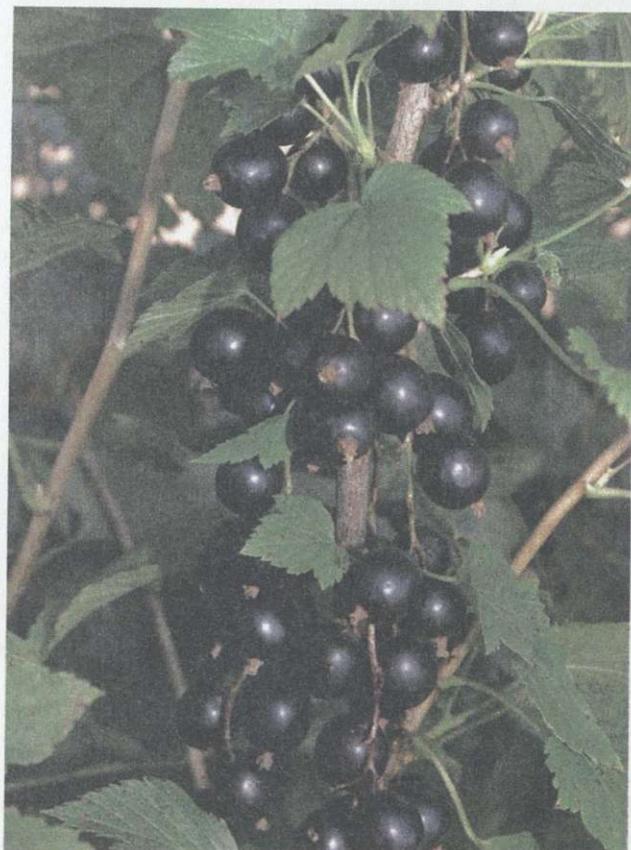
Nebroi K. Yu., Graduate Student, Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Russia

Поступила: 16.01.2025

Принята к печати: 07.02.2025

Received: 16.01.2025

Accepted: 07.02.2025



Сорт смородины черной ПОДАРОК ВЕТЕРАНАМ

