

УДК 634.723.1

Селекционные перспективы повышения продуктивности и качества урожая смородины чёрной в аридной зоне Енисейской Сибири

Г.А. Муравьев¹, Т.М. Барыбкина¹ 

¹Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 660041, пр. Свободный, 66, Красноярск, Россия, minusinskoye.oph@ksc.krasn.ru

Аннотация

Смородина чёрная занимает наибольшие площади среди ягодных культур сибирского сада, но её потенциал продуктивности не реализован из-за возрастания рисков природного характера, особенно усиления засушливости (аридности) территории, ухудшения фитосанитарного состояния садоценозов, увеличения антропогенной нагрузки на окружающую среду. В этих условиях постоянное совершенствование сортимента может быть решено созданием адаптивного селекционного материала. Цель исследований – оценка гибридного фонда смородины чёрной в условиях засушливых степей юга Красноярского края по продуктивности, скороплодности, крупноплодности, вкусовым качествам, длиннокистности, одновременности созревания с выделением ценных источников, результативных направлений и схем скрещиваний. Работа выполнена в Минусинском отделе плодово-ягодных культур Красноярского НИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН с 2018 по 2024 гг. Объекты исследований – 1935 сеянцев из 27 семей селекции отдела от гибридизации 2018, 2019 гг. с привлечением исходных образцов минусинского, алтайского, скандинавского, северо-американского и западноевропейского происхождения. Оценка гибридного материала проводилась по общепринятым методикам. Наибольшее количество высокопродуктивных гибридов в комбинациях скрещиваний с участием материнских форм Минусинская степная – 8,5%, Отрадная – 6,1%, 12-76-9 – 5,8%, Достойная – 4,5%. Лучшие гибридные семьи по скороплодности сеянцев: Отрадная × 3-75-1+3-75-3 (83,2%), Минусинская степная × Саянский сувенир (78,1%), Достойная × 3-75-1+3-75-3 (76,1%). Лучший выход образцов с крупными ягодами в семьях с участием сортов Отрадная, Достойная, элит 5-63-3, 5-63-1, 12-76-9. Посредственный и плохой вкус ягод преобладает в потомстве (средний показатель – 80,9%, при варьировании от 42,8 до 87,1%). Хороший вкус ягод отмечен у 18,4% сеянцев, выделено только 14 гибридов с отличным вкусом (0,7%). Среди гибридов длиннокистных (с наличием более 8 ягод) – 1,7%, среднекистных (5...7 ягод) – 85,1%, с короткой кистью – 13,2%. Гибридных растений с одновременным созреванием ягод – 36,7%. Лучшие по выходу таких гибридов сорт Отрадная (до 39,1%) и семьи с его участием (30,8...54,2%). За период исследований из гибридного фонда выделены 18 перспективных форм с комплексным сочетанием продуктивности и качества урожая повышенных уровней при сохранении зимовыносливости, устойчивости к засухе, жаре, основным патогенам. Самые результативные комбинации скрещиваний: Отрадная × 3-75-1+3-75-3, Минусинская степная × Саянский сувенир, Достойная × 3-75-1 + 3-75-3, Отрадная × 12-76-9, Отрадная × Сеянец Голубки, 12-76-9 × Отрадная, 12-76-9 × Достойная.

Ключевые слова: *Ribes nigrum* L., Восточная Сибирь, аридная зона, селекция, продуктивность, скороплодность, крупноплодность, вкусовые качества

Breeding prospects for improving yield productivity and quality of black currant in the arid zone of Yenisei Siberia

G.A. Muravyev¹, T.M. Barybkina¹ 

¹Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture "Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", 660041, Svobodny Avenue, 66, Krasnoyarsk, Russia, minusinskoye.oph@ksc.krasn.ru

Abstract

Black currant occupies the largest cultivated area among berry crops in Siberian orchards. However, its productivity potential is not provided due to increasing environmental risks, particularly the growing aridity of the region, deteriorating phytosanitary conditions in orchard ecosystems (orchard phytocoenosis), and rising human impact on the environment. Under these circumstances, the continuous improvement of the cultivar assortment can be achieved through the development of adaptive breeding material. The objective of the research was to evaluate the black currant hybrid collection under arid steppe conditions of the southern Krasnoyarsk region for productivity, early maturation, large fruit size, taste qualities, long fruiting cluster, and uniform ripening berry period, with identification of valuable genetic sources, effective breeding approaches, and optimal crossing schemes. The study was conducted at the Minusinsk Department of Fruit and Berry Crops, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture «Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», (2018—2024). The objects of the study were 1935 seedlings from 27 breeding families generated in 2018—2019 through hybridization, using original samples of Minusinsk, Altai, Scandinavian, North American, and West European origin. The hybrid material was evaluated according to standard methodologies. The highest proportion of high-yielding hybrids was obtained in crosses involving the following maternal parents: Minusinskaya Stepnaya (8.5%), Otradnaya (6.1%), 12-76-9 (5.8%), and Dostoynaya (4.5%). The best hybrid families for early maturity were: Otradnaya × (3-75-1 + 3-75-3) (83.2%), Minusinskaya Stepnaya × Sayansky Souvenir (78.1%), and Dostoynaya × (3-75-1 + 3-75-3). The highest yield of large-berried specimens was observed in the families involving cultivars Otradnaya, Dostoynaya, and elite selections 5-63-3, 5-63-1, and 12-76-9. Mediocre and poor berry taste predominated in the progeny (average 80.9%, ranging from 42.8% to 87.1%). Good berry taste was observed in 18.4% of seedlings, with only 14 hybrids (0.7%) exhibiting excellent taste. Among the hybrids, long-clustered types (with more than 8 berries per cluster) accounted for merely 1.7%, medium-clustered (5—7 berries) predominated at 85.1%, while short-clustered types constituted 13.2%. Hybrid plants with uniform berry ripening represented 36.7% of the population. The cultivar Otradnaya demonstrated the highest yield of such hybrids (up to 39.1%), with its hybrid families showing 30.8-54.2% uniformity. Over the study period, 18 promising forms were selected from the hybrid collection, combining enhanced productivity and superior fruit quality while maintaining winter hardiness, drought and heat tolerance, and resistance to major pathogens. The most effective combinations of crosses were: Otradnaya × (3-75-1 + 3-75-3), Minusinskaya Stepnaya × Sayansky Souvenir, Dostoynaya × (3-75-1 + 3-75-3), Otradnaya × 12-76-9, Otradnaya × Syanets Golubki, 12-76-9 × Otradnaya, and 12-76-9 × Dostoynaya.

Key words: *Ribes nigrum* L., Eastern Siberia, arid zone, breeding, productivity, early maturation, large fruit size, taste qualities

Введение

Смородина чёрная (*Ribes nigrum* L.) – ведущая ягодная культура Сибири. Она пользуется заслуженным успехом у садоводов-любителей и производителей. К её достоинствам относятся скороплодность, зимостойкость, урожайность, высокое содержание в ягодах

витаминов и других биологически активных веществ. Это самый дешёвый источник витамина С, который в сочетании с Р-активными соединениями обеспечивает лечебное действие на организм человека (Ершова, 2019). Смородина способна давать ежегодные обильные урожаи, быстро окупать затраты, а производство ягод приносить дополнительную выгоду (Жидехина и др., 2019; Куликов и др., 2021).

Но одновременно получение ежегодного высокого урожая вызывает наибольшие трудности: морозы и оттепели зимой, жара и засуха летом, заморозки и суховеи весной, продолжительные затяжные дожди во время цветения и созревания, нашествия вредителей и болезней, ранние морозы осенью могут привести к резкому снижению урожайности и качества продукции. С меньшими потерями выходят из всех неблагоприятных природных ситуаций сорта с высоким уровнем адаптации, но пока нет сортов, которые способны комплексно преодолеть все эти трудности (Северин, 1988; Огольцова, 1992; Астахов, 2007).

Поэтому основное направление развития современного ягодоводства – постоянное сортообновление через внедрение новых высокоадаптированных образцов местной селекции, которые с первых этапов своего развития отобраны в условиях региона, для которого они создаются, с жёсткой браковкой нежизнестойких особей, сочетанием естественного и искусственного отборов (Шагина, 2005; Князев и др., 2016; Салтыкова и др., 2020; Назарюк, 2021; Гусева, 2021).

В Южно-Минусинской котловине Восточной Сибири встречается много дикорастущих растений смородины. Еще в конце XIX века лучшие образцы из местных боров и таёжных угодий переносились на приусадебные участки, они составили исходный фонд культуры.

Планомерную работу со смородиной на юге Средней Сибири начала вести Ю.Г. Леонова с 1934 года. На первоначальном этапе от посева семян отборных форм сибирского подвида смородины чёрной из дикорастущей флоры получены первые местные сорта Минусинка, Хакаска, Хасановец, Тагарская, Дипломная. Но эти сорта широкого распространения не получили из-за недостаточной самоплодности, что явилось причиной их низкой урожайности и резкого колебания продуктивности по годам. Некоторые из них представляли интерес как исходный материал в дальнейшей селекции на зимостойкость, засухоустойчивость и жаровыносливость.

Позже проводились скрещивания лучших местных сортов и форм между собой и с европейскими сортами, отдаленная гибридизация с крыжовником, посев семян от свободного опыления. Наилучшие результаты получены при скрещивании сортов, различных по своему происхождению. Успешным было вовлечение в селекционный процесс сорта Приморский чемпион, унаследовавшего ценные свойства смородины дикуши. В итоге, созданы сорта Дружная, Синяя, Ночка, Дымка, Сизовка, Песчанка, Туба. Скрещивания местных сортов с европейскими оказались неэффективными ввиду недостаточной зимостойкости гибридов. В дальнейшем главное внимание уделялось гибридизации местных сортов с алтайскими при широком использовании смеси пыльцы, из этого гибридного фонда выделены сорта Отрадная, Достойная, Удачная, Верная, Добрая (Куминов, 1983).

Новым направлением в селекции стало получение сферотекоустойчивого гибридного материала на основе использования смородины канадской, сортов скандинавского подвида. Из этой группы отобраны Минусинская сладкая, Дочь Дружной, Минусинская степная, Саянский сувенир, Черкашинская, Васса, Светланка.

На ближайшую перспективу, по нашему мнению, новый сорт смородины чёрной в сухостепных (аридных) условиях Средней Сибири должен обладать: урожайностью около 10,0 т/га (2,1 кг/куста), скороплодностью – с урожаем на третий год после посадки более 5,0 т/га (1,1 кг/куста), комплексом зимостойкости, элементами засухоустойчивости и

жаростойкости, устойчивостью к почковому клещу (поражение не более 1 балла), к сферотеке (не более 1 балла), к антракнозу и септориозу (до 1 балла), к рябухе (в молодом возрасте до 2 баллов), самоплодностью (более 40%), хорошими качественными признаками ягод (средняя масса 1,2...1,4 г, оценка вкуса более 4,5 баллов, одномерность не менее 50%, одновременность созревания не менее 60%, содержание сахаров более 6%, аскорбиновой кислоты более 150 мг/100 г). Кроме того, необходимы сорта с поздними сроками созревания (первая половина августа).

В период исследований у сортов собственной селекции и видовых источников в годы с благоприятным сочетанием климатических и агротехнических факторов отмечены максимальные уровни: урожайности – 16,1 т/га (3,4 кг/куста) у Достойной, скороплодности – 5,7 т/га (1,2 кг/куста) на третий год после посадки у Отрадной, массы ягоды – 3,5 г у Минусинской степной, самоплодности – 52% у Черкашинской, вкуса – 5,0 баллов у Достойной, Минусинской сладкой, Черкашинской, до 16 ягод в кисти у смородины черешчатой.

У нового сорта Тепсей (патент 13548, 19.04.2024 г.) показатели ниже: продуктивность – 8,7...12,9 т/га (1,8...2,7 кг/куста), скороплодность – 4,2 т/га (0,9 кг/куста) на третий год после посадки, масса ягоды – 1,5...3,3 г, самоплодность – 35%, вкус – 4,6 б, до 7 ягод в кисти.

В производственных насаждениях опытного хозяйства «Минусинское» урожайность не превышает 5,5 т/га.

Поэтому актуальна задача по реализации потенциальных возможностей культуры в регионе путем создания адаптированных к местным условиям современных сортов.

Цель исследований – на основе изучения генофонда смородины чёрной в аридных условиях юга Красноярского края выделить ценные источники, результативные направления и комбинации скрещиваний в селекции по созданию новых генотипов с комплексным сочетанием высокой продуктивности и улучшенного качества ягод.

Материалы и методы

Исследования проводились в Минусинском отделе плодово-ягодных культур Красноярского НИИСХ в типичных природно-климатических условиях сухостепной зоны Южно-Минусинской котловины Восточной Сибири.

Объекты исследований – 1935 сеянцев от меж- и внутривидовой гибридизации из 27 селекционных семей, полученных от скрещиваний 2018, 2019 гг. В скрещивания вовлечены формы со сложной генетической основой, производные-рекомбинанты в третьем – пятом поколениях смородины чёрной европейского (*R. nigrum* L., ssp. *europaecum* (Jancz.)Pavl.), сибирского (*R. nigrum* L., ssp. *sibiricum* (Egb.Wolf.)Pavl.), скандинавского (*R. nigrum* L., ssp. *scandinavicum* Hed) подвидов, дикуши (*R. dikuscha* Fisch), черешчатой (*R. petiolare*, Dougl.), канадской (*R. hudsonianum*, ssp. *canadense* Jancz.), различных экотипов и ареалов. Основная решаемая задача – получение зимостойкого патогеноустойчивого гибридного фонда с последующим насыщением генотипов признаками высокой продуктивности и качества урожая от сортов – доноров (Сорокопудов, Мелькумова, 2003; Князев, Бахотская, 2018).

Более результативным методом является сложноступенчатая селекция, связанная с созданием сложных комплексов разных видов путем постепенного присоединения признаков новых исходных форм к уже полученным наиболее жизнеспособным и продуктивным межвидовым и межсортовым гибридам. Преимуществом поэтапной селекции является создание сортов на разнообразной генетической основе при высокой степени выраженности признака.

Перспективны скрещивания лучших отборных форм местной селекции между собой. В подобных скрещиваниях создается возможность совмещения генов, дающих редкие сочетания, возможные при родственных скрещиваниях, т.к. часто исходные формы являются результатом географически и систематически отдаленных скрещиваний и возврат к одной из родственных форм не вызывает отрицательных последствий (Огольцова, 1992).

Посев осенний в год гибридизации нестратифицированными семенами, выращивание в пленочной теплице на солнечном обогреве, к осени более 80% однолетних сеянцев пригодны для высадки в селекционный сад. В сентябре на естественном инфекционном фоне проводили выбраковку сеянцев, пораженных американской мучнистой росой (*Sphaerotheca mors-uvae* (Schw) Berk et Gurt) более 1 балла и слаборослых (высотой менее 20 см), как потенциально не скороплодных, в среднем 34% от количества выращенного материала. Посадка весенняя 2020, 2021 гг., машинная, однолетними сеянцами по схеме 3,0 × 0,7 м, через каждые 200 гибридов высажены по 5 саженцев сорта Минусинская степная в качестве контроля, на фоне которого проводили сравнительную оценку селекционного материала и отбор перспективных образцов.

Экспериментальные участки расположены на орошаемых землях, рельеф равнинный, почвы – черноземы обыкновенный и южный, легкосуглинистые, малогумусные (2...4%), маломощные (12...15 см), с нейтральной реакцией среды, с повышенным содержанием соединений фосфора и средним калия (по данным станции агрохимслужбы «Минусинская», 2014 г.).

Климат – резко континентальный. Годовая амплитуда колебаний средних температур воздуха достигает 40°C. Среднегодовая температура воздуха +0,4°C, самого холодного месяца (января) -20,8°C, самого теплого (июля)+19,8°C, абсолютные максимум+39°C, минимум -52,4°C. Сумма температур выше 0°C – 2380, выше 10°C – 1980, ниже 0°C – 2320. Сумма осадков за год 320 мм, за вегетационный период – 223 мм. В первой четверти текущего столетия увеличились среднегодовая температура в два раза до +0,8°C, количество осадков только на 11% до 360 мм, засушливость (аридность) территории усиливается (Бопп, 2017).

В период исследований растения смородины подверглись критическим температурам воздуха: -41,2°C в январе 2023 г., +35,1°C в июне 2024 г., в наиболее холодную зиму 2022/2023 гг. сумма отрицательных температур составила 2140°C и в течение 29 дней наблюдалась морозная погода с температурой ниже -30°C. Высота снежного покрова около 15 см. В декабре 2022 г. и январе 2024 г. наблюдались оттепели до +2...+3°C, в мае 2022 г. в период цветения заморозок до -3,2°C. Губительны ежегодные засухи различной интенсивности, особенно в конце весны и в первой половине лета, вызывающие пыльные бури и дефляцию почв.

Технология выращивания обычная для засушливых степей с обязательным орошением. За вегетацию проводится 3...4 полива дождеванием по 300 м³/га.

Учеты и наблюдения проводились по программам и методикам селекции и сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Огольцова, Куминов, 1995; Князев, Баянова, 1999). В условиях орошаемого сада оценку засухоустойчивости и жаростойкости проводили в ежегодный самый засушливый период (середина июля) с продолжительностью 20...25 дней, совпадающий с созреванием ягод, при этом полив осуществлялся в конце июня – начале июля и после сбора урожая (конец июля). Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение

Успех любой селекционной программы в значительной степени определяется наличием и выбором нужного исходного материала. На предыдущих этапах изучения местных и интродуцированных сортов и элитных форм выделены источники важнейших хозяйственно-биологических признаков (Муравьева, Муравьев, 2007). Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Источники адаптивно-значимых признаков смородины чёрной

Признак	Источник
Комплексная устойчивость к зимним повреждениям	Отрадная, Дружная, Дочь Дружной, Минусинская сладкая, Сеянец Голубки, 12-76-9
Устойчивость к почковому клещу	Дружная, Дочь Дружной, элиты 7-74-8, 62-2-158
к американской мучнистой росе	Сеянец Голубки, Отрадная, Память Шукшина, Triton, Карельская (клон Brödtorp), Фестиваль, Fertodi, Odjebin, Пушистая, смородина канадская, черешчатая, Sunderbyun-2, Leraan Musta, Kayane Musta
к рябухе	Ая, Алтайская десертная, Минусинская сладкая, Дочь Дружной, Сеянец Голубки, элита 62-4-159, Brödtorp
к септориозу и антракнозу	Дружная, Дочь Дружной, Диковинка, Отрадная, Достойная, элита 62-2-158
Высокая продуктивность	Сеянец Голубки, Отрадная, Достойная, Минусинская сладкая, элиты 12-76-9, 3-75-3, 3-75-1, Алтайская ранняя
Наибольшая отдача продукции с единицы объема куста	Элиты 12-76-9, 62-4-159, 12-74-4
Оптимальный габитус куста, одновременность созревания ягод	Минусинская сладкая, Отрадная, Алтайская ранняя, элиты 3-75-1, 3-75-3
Крупноплодность	Дружная, Отрадная, Достойная, Память Шукшина, Алтайская ранняя, Ядреная, Минусинская сладкая, Памяти Потапенко, Перепел, Куминка, элиты 12-74-6, 9-76-2
Высокие вкусовые качества ягод	Достойная, Дружная, Дочь Дружной, Алтайская десертная, Минусинская сладкая, Калиновка, Памяти Потапенко, Шадриха, Куминка, элиты 62-2-158, 62-6-79, 62-4-159
Высокое содержание аскорбиновой кислоты	Отрадная, Татьяна, Черная Гроздь, Достойная, Минусинская сладкая, Дочь Дружной

Селекция смородины чёрной на повышение продуктивности – работа по совмещению в генотипах наиболее высоких уровней по признакам – компонентам урожайности (Князев и др., 2014).

При изучении гибридного потомства выявлено значительное влияние родительских высокоурожайных форм на получение гибридов со степенью плодоношения 4...5 баллов с наличием высокой положительной корреляционной связи ($r = 0,86$), существенной при 5% уровне значимости. При этом общее количество высокопродуктивных сеянцев незначительно (5,0%). Лучшими являются скрещивания по схеме: высокоурожайные × высокоурожайные, высокоурожайные × урожайные, но даже в этих комбинациях выщепляется не более 11,4% растений с высокой продуктивностью (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние комбинаций скрещиваний на расщепление признака продуктивности в гибридном потомстве смородины чёрной (4-ый год после посадки)

Комбинации скрещиваний	Изучено сеянцев, шт.	Из них со степенью плодоношения в баллах, %				
		4...5	3	2	1	0
Высокоурожайные × высокоурожайные	405	11,4	25,7	48,4	14,5	0,0
Высокоурожайные × урожайные	118	7,6	23,6	43,2	18,0	7,6
Высокоурожайные × среднеурожайные	797	3,6	18,3	40,6	27,1	10,4
Урожайные × высокоурожайные	72	2,8	16,7	28,8	46,2	5,5
Урожайные × среднеурожайные	242	1,9	15,8	32,2	37,8	12,3
Среднеурожайные × высокоурожайные	110	1,8	13,6	55,4	20,1	9,1
Среднеурожайные × урожайные	191	1,6	13,0	31,9	36,3	17,2
Среднее	-	5,0	19,1	40,7	26,5	8,7

В таблице 3 приведены данные по урожайности гибридных сеянцев семи комплексов семей. Они показывают существенное генотипическое разнообразие родительских форм и большие возможности в селекции на урожайность.

Таблица 3 – Продуктивность гибридных сеянцев в зависимости от родительских форм

Материнская форма	Отцовская форма	Изучено сеянцев, шт.	Продуктивность (после посадки)					
			на 3-й год			на 4-й год		
			растений, вступив- ших в плодоно- шение, %	средняя степень плодоно- шения, балл	с плодоно- шением 4...5 баллов, %	растений, вступив- ших в плодоно- шение, %	средняя степень плодоно- шения, балл	с плодоно- шением 4...5 баллов, %
Отрадная	3-75-1 + 3-75-3	48	83,2	1,3	6,3	100	2,0	18,8
	12-76-9	54	74,2	1,2	3,7	100	1,8	14,8
	Сеянец Голубки	56	73,3	1,4	5,4	100	2,1	14,3
	Пушистая	39	25,5	0,3	0	84,6	1,6	5,1
	Карельская	101	0	0	0	76,2	1,2	2,0
	Фестиваль	117	47,8	0,7	0	91,5	1,4	1,7
	Fertodi	95	56,8	0,6	0	92,7	1,5	0
Достойная	3-75-1 + 3-75-3	25	76,1	1,0	8,3	100	2,6	36,0
	Brödrtorp	62	51,6	0,6	0	91,9	1,5	3,2
	Odjebin	79	39,4	0,8	0	96,2	1,4	2,5
	Triton	77	46,8	0,7	0	94,8	1,3	1,3
	Fertodi	24	0	0	0	79,2	0,9	0
	смородина канадская	46	37,0	0,4	0	84,8	1,2	0
Пушистая	Отрадная	72	68,1	0,8	1,4	93,1	1,9	4,2
	Фестиваль	98	43,8	0,5	0	87,8	1,5	3,1
	Карельская	124	31,5	0,6	0	89,7	1,4	0
Фестиваль	Отрадная	64	48,4	0,6	1,7	96,9	2,0	6,3
	Пушистая	89	28,1	0,3	0	93,3	1,7	0
Карельская	Отрадная	66	31,9	0,3	1,2	87,9	1,8	6,1
	Пушистая	102	0	0	0	74,5	1,2	0
12-76-9	Дружная	79	63,3	0,8	6,3	100	1,9	12,7
	Достойная	94	70,2	1,1	7,4	100	2,6	8,5
	Отрадная	82	73,1	0,9	2,4	100	2,1	4,9
	Карельская	65	35,4	0,4	0	84,5	1,6	0
	Фестиваль	59	39,0	0,5	0	89,1	1,4	0
Минусинская степная	Саянский сувенир	46	78,1	1,1	6,5	100	2,4	17,4
	смородина черешчатая	72	52,8	0,6	0	94,4	1,8	2,8
Среднее			45,4	0,65	1,9	91,3	1,67	5,0

Скороплодность сортов смородины чёрной в сибирском регионе постоянно в поле внимания селекционера. Местные сорта обладают достаточным уровнем скороплодности и поэтому активно используются в качестве материнских форм.

На третий год после посадки в плодоношение вступили 45,4% сеянцев из 24 семей, из них в 12 семьях со степенью плодоношения 0,7...1,3 балла при среднем показателе 0,65 балла. Количество плодоносящих растений варьировало от 25,5 до 83,2%. Лучшие гибридные семьи по скороплодности: Отрадная × 3-75-1+3-75-3 (83,2%), Минусинская степная × Саянский сувенир (78,1%), Достойная × 3-75-1+3-75-3 (76,1%), Отрадная × 12-76-9 (74,2%), Отрадная × Сеянец Голубки (73,3%), 12-76-9 × Отрадная (73,1%), 12-76-9 × Достойная (70,2%). При межвидовых скрещиваниях с интродуцированными сортами Пушистая, Карельская, Фестиваль, Fertodi, Brödtorp, Odjebin и смородиной канадской в гибридном потомстве наблюдается снижение скороплодности. Не вступили в плодоношение гибриды из семей Отрадная × Карельская, Достойная × Fertodi и Карельская × Пушистая, еще в 9 комбинациях скрещиваний с их участием доля заплодоносивших сеянцев ниже среднего показателя (45,4%).

На четвертый год после посадки плодоношение отмечено у 91,3% сеянцев из всех семей. Высокий выход плодоносящих гибридов (100%) в комбинациях с участием родительских форм Отрадная, Достойная, Минусинская степная, Саянский сувенир, Сеянец Голубки, элит 3-75-1, 3-75-3, 12-76-9. Степень плодоношения у гибридных сеянцев – 1,67 балла при варьировании от 0,9 до 2,6 балла. Максимальный уровень продуктивности (2,1...2,6 балла) отмечен в семьях Достойная × 3-75-1+3-75-3, 12-76-9 × Достойная, Минусинская степная × Саянский сувенир, Отрадная × Сеянец Голубки, 12-76-9 × Отрадная.

Наибольшее количество высокопродуктивных гибридов в семьях Достойная × 3-75-1+3-75-3 (36,0%), Отрадная × 3-75-1+3-75-3 (18,8%), Минусинская степная × Саянский сувенир (17,4%). Таких растений в комбинациях скрещиваний с участием материнских форм Минусинская степная – 8,5%, Отрадная – 6,1%, 12-76-9 – 5,8%, Достойная – 4,5%, Фестиваль – 2,6%, Карельская – 2,4%, Пушистая – 2,1%.

Причиной пониженной продуктивности большинства гибридных семей является наличие бесплодных растений (8,7%). Вовлечение в селекцию патогеноустойчивых форм с умеренной продуктивностью увеличило в 20 семьях количество гибридов бесплодных (максимальные уровни: 25,5% в семье Карельская × Пушистая, 23,8% – Отрадная × Карельская, 20,8% – Достойная × Fertodi) и с низкой урожайностью (менее 2 баллов) до 76,9% гибридного фонда. В селекционных семьях, полученных от гибридизации материнского образца Карельская с другими формами, бесплодных гибридов 20,4%, в потомстве сорта Пушистая – 10,2%, Отрадная – 9,1%, Достойная – 7,7%, Фестиваль – 5,3 %, 12-76-9 – 4,1%, Минусинская степная – 3,4%. Совсем не отмечено бесплодных сеянцев только в восьми семьях (29,6%).

Крупноплодность – ведущая составляющая повышенной урожайности. Допущенные к использованию сорта на юге Красноярского края имеют среднюю массу ягоды около 1,2...1,3г, в некоторые годы до 1,5 г, максимально до 3,6 г, что указывает на возможность увеличить в новых генотипах способность давать больше крупных ягод. В отделе бракуются растения с массой ягоды менее 0,8 г, поэтому в каждой комбинации скрещиваний при оценке её перспективности рассматривается доля сеянцев со средней массой ягоды 0,9 и более граммов, средний выход таких гибридов по всем семьям 26,9% с варьированием от 16,4 до 57,9%. Крупноплодные (с ягодами массой более 1,2 г) гибридные растения выщепляются почти во всех семьях, но в небольшом количестве – 10,8% (в пределах от 2,0% до 30,4% в зависимости от исходных форм). Лучший выход образцов с крупными ягодами в семьях с участием сортов Отрадная, Достойная, Минусинская степная, Саянский сувенир, Сеянец

Голубки, Дружная, элитных сеянцев 5-63-3, 5-63-1, 12-76-9 (20,3...30,4%). В гибридном потомстве доля очень крупноплодных (более 1,5 г) сеянцев не превышает 0,8%, такие сеянцы получены только в 5 селекционных семьях из 27 (таблица 4).

Таблица 4 – Характеристика гибридных сеянцев по качеству урожая (4-ый год после посадки)

Материнская форма	Отцовская форма	Изучено сеянцев, шт.	Средняя масса, г	Крупноплодных %	Оценка вкуса, балл	Со вкусом более 4 баллов, %	Одновременно созревающих, %
Отрадная	3-75-1 + 3-75-3	48	1,2	29,2	3,8	45,8	54,2
	12-76-9	54	1,1	26,1	3,8	33,3	44,4
	Сеянец Голубки	56	1,0	23,2	3,4	26,8	32,1
	Пушистая	39	0,8	15,4	3,5	20,5	30,8
	Карельская	101	0,7	3,9	3,0	7,9	31,7
	Фестиваль	117	0,7	4,3	3,2	12,0	35,9
	Fertodi	95	0,7	3,1	3,2	12,6	40,1
Достойная	3-75-1 + 3-75-3	25	1,2	24,0	3,9	52,1	36,1
	Fertodi	24	0,9	8,3	3,6	29,1	24,9
	Brödtorp	62	0,8	8,1	3,1	4,8	29,0
	Odjebin	79	0,8	6,3	3,1	5,1	29,1
	Triton	77	0,8	7,8	3,0	3,9	31,1
	смородина канадская	46	0,6	4,3	3,0	8,7	17,4
Пушистая	Отрадная	72	0,8	12,5	3,6	25,1	42,7
	Фестиваль	98	0,7	6,1	3,0	10,9	28,6
	Карельская	124	0,7	4,8	3,2	11,3	39,8
Фестиваль	Отрадная	64	0,9	8,0	3,4	18,8	42,2
	Пушистая	89	0,7	5,6	3,2	4,5	30,3
Карельская	Отрадная	66	0,8	9,1	3,4	21,2	40,9
	Пушистая	102	0,7	2,0	3,0	2,9	26,5
12-76-9	Отрадная	82	1,1	23,2	3,5	17,1	47,6
	Достойная	94	1,1	23,4	3,8	34,0	38,2
	Дружная	79	1,0	20,3	3,7	32,9	31,6
	Карельская	65	0,7	4,6	3,2	10,8	36,9
	Фестиваль	59	0,7	14,8	3,3	13,6	37,3
Минусинская степная	Саянский сувенир	46	1,2	30,4	3,9	45,7	39,1
	смородина черешчатая	72	0,7	5,6	3,0	2,8	24,8
Среднее			0,8	10,8	3,3	19,1	36,7
НСР ₀₅			0,18	-	-	-	-

При проведении отборов в селекционном саду вкусовым достоинствам ягод гибридных растений смородины чёрной уделяется первостепенное внимание. Посредственный и плохой вкус ягод преобладает в потомстве при различных комбинациях скрещиваний (средний показатель – 80,9%, при варьировании от 42,8 до 87,1%). Хороший вкус ягод отмечен у 18,4% сеянцев, выделено только 14 гибридов с отличным вкусом (0,7%). Максимальное число сеянцев со вкусом более 4,0 баллов выявлено в семьях Достойная × 3-75-1+3-75-3 (52,1%), Отрадная × 3-75-1+3-75-3 (45,8%), Минусинская степная × Саянский сувенир (45,7%). Исходные формы с недостаточным вкусом ягод устойчиво передают гибриднему потомству этот отрицательный признак, хотя в отдельных семьях выщепляется до 29,1% сеянцев с хорошим вкусом (Достойная × Fertodi, Пушистая × Отрадная, Карельская × Отрадная, Отрадная × Пушистая). Требуется тщательный подбор материнских и отцовских форм с высоким уровнем признака вкуса. Необходимо отметить, что проявление вкуса зависит от погодных условий в год проведения отбора.

Большинство родительских форм имеют короткую и среднюю кисть (длиной 5...8 см, с наличием до 7 ягод). Это отразилось на расщеплении сеянцев по длине кисти:

длиннокистных (с наличием более 8 ягод) только 1,7%, среднекистных (5...7 ягод) – 85,1%, с короткой кистью – 13,2%. Лучшие результаты по выходу длиннокистных сеянцев в семьях Минусинская степная × смородина черешчатая (8,3%), Достойная × 3-75-1 + 3-75-3 (4,3%), Отрадная × Карельская (3,8%), Пушистая × Карельская (3,6%), Отрадная × Фестиваль (3,2%), Карельская × Пушистая (2,4%). Выращивание сеянцев на возвышенностях, более подверженных почвенной и воздушной засухам, снижает выход гибридов с длинной кистью в 2 раза по сравнению с участками благоприятного микроклимата.

Проведенные исследования убеждают, что в Минусинской сухостепной зоне гибриды с одновременно созревающими ягодами с успехом можно получить при любых комбинациях скрещиваний. Из 1935 изученных гибридных растений 36,7% с одновременным созреванием ягод. Лучшие по выходу таких гибридов сорт Отрадная (до 39,1% сеянцев) и семьи с его участием (30,8...54,2%).

За период исследований из гибридного фонда выделены 18 перспективных форм, из них 6 с комплексным сочетанием продуктивности и качества урожая повышенных уровней при сохранении устойчивости к природным аномалиям и наиболее вредоносным патогенам с перспективой отбора в сорта и 12 форм для дальнейшей селекции в качестве источников отдельных или нескольких ценных признаков, из семей Отрадная × 3-75-1+3-75-3 (6 форм), Достойная × 3-75-1+3-75-3 (4), Минусинская степная × Саянский сувенир (3) и по одной форме из 12-76-9 × Достойная, 12-76-9 × Отрадная, 12-76-9 × Дружная, Отрадная × Сеянец Голубки (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика лучших перспективных образцов смородины чёрной по продуктивности и качеству ягод (среднее за 2023...2024 гг.)

Форма	Происхождение	Урожайность, кг/куста		Срок созревания	Масса ягоды, г		Оценка вкуса, балл	Среднее количество ягод в кисти, шт.	Одно-временность созревания, %
		на 3-й год после посадки	на 4-й год после посадки		средняя	максим			
58-4-83	Отрадная × 3-75-1+3-75-3	1,3	2,1	17.07	1,2	3,1	4,4	7	52
58-5-237	Отрадная × 3-75-1+3-75-3	1,2	2,0	17.07	1,3	3,3	4,5	6	57
58-9-316	Отрадная × 3-75-1+3-75-3	1,4	2,3	19.07	1,2	3,0	4,4	6	54
58-12-106	Достойная × 3-75-1+3-75-3	1,5	2,5	22.07	1,3	3,5	4,8	8	48
58-12-184	12-76-9 × Достойная	1,3	2,2	22.07	1,4	3,4	4,7	8	52
58-12-297	Минусинская степная × Саянский сувенир	1,4	2,5	20.07	1,3	3,6	4,7	7	45

Заключение

Результативные комбинации скрещиваний с наибольшим выходом высокопродуктивных и с повышенным качеством ягод гибридных сеянцев: Отрадная × 3-75-1+3-75-3, Достойная × 3-75-1+3-75-3, Минусинская степная × Саянский сувенир, 12-76-9 × Достойная, 12-76-9 × Отрадная, 12-76-9 × Дружная, Отрадная × Сеянец Голубки.

Родительские скороплодные, высокоурожайные, крупноплодные формы оказывают значительное влияние на получение гибридов с быстрым вступлением в плодоношение, высокопродуктивных (со степенью плодоношения 4...5 баллов) и с крупными ягодами. Но, одновременно, получение очень крупноплодных (с массой ягод более 1,5 г) сеянцев – сложная и трудоемкая задача, их доля в селекционных семьях не превышает 0,8 % даже при скрещиваниях крупноплодных родительских форм.

Посредственный и плохой вкус ягод преобладает в потомстве (средний показатель – 80,9%, при варьировании от 42,8 до 87,1%). Хороший вкус ягод отмечен у 18,4% сеянцев, выделено только 14 гибридов с отличным вкусом (0,7%).

Родительские образцы с короткой и средней кистью устойчиво передают этот признак гибридному потомству (до 98,3%).

В Минусинской сухостепной зоне гибриды с одновременно созревающими ягодами с успехом можно получить при любых комбинациях скрещиваний (в среднем 36,7%).

Создание устойчивого к американской мучнистой росе селекционного материала предусматривает привлечение исходных форм с пониженной продуктивностью и недостаточными вкусовыми качествами, что отразилось на ухудшении этих признаков у гибридного потомства, этот фактор предполагает проведение возвратных скрещиваний с источниками высокой урожайности и качества ягод при сохранении устойчивости к аномалиям природного характера.

Для дальнейшего изучения отобраны 18 перспективных форм с комплексным сочетанием продуктивности и качества урожая повышенных уровней при сохранении устойчивости к климатическим стрессам и основным патогенам.

Благодарности

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Финансирование

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания по направлению 4.1.6 Агрономия, селекция и защита растений. Раздел 4.1.2.3 Управление селекционным процессом создания новых генотипов культурных растений с высокоценными признаками продуктивности и качества, устойчивости к био- и абиострессорам; методы и способы реализации генетического потенциала новых генотипов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур. По теме «Создание сортов нового поколения зерновых, зернобобовых, масличных, плодово-ягодных культур с повышенной адаптацией и стрессоустойчивостью, их первичное и промышленное семеноводство для условий Средней Сибири» (FWES-2024-0033).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Астахов А.И. Смородина чёрная – состояние и перспективы селекции // Современное состояние культуры смородины и крыжовника. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 2007. 21-31. <https://elibrary.ru/wbxmpb>
2. Бопп В.Л. Садоводство // Система земледелия на ландшафтной основе: науч.-практ. рекоменд. / под. ред. С.В. Брылева. Красноярск: Поликор, 2017. 134-187.
3. Гусева Н.К. Оценка новых сортов смородины чёрной в сухостепной зоне Бурятии // Адаптивный сортимент и эффективные агротехнологии возделывания садовых культур в Сибири. Красноярск: ФИЦ КНЦ СО РАН, 2021. 153-157.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351.
5. Ершова И.В. Сорта смородины чёрной как источники высокого содержания биологически активных соединений // Достижения науки и техники АПК. 2019. 33, 11. 60-62. <https://elibrary.ru/iyqonw>
6. Жидехина Т.В., Родюкова О.С., Гурьева И.В., Хромов Н.В., Брыксин Д.М. Современные тенденции в обновлении промышленного сортимента ягодных и нетрадиционных садовых культур // Достижения науки и техники АПК. 2019. 33, 2. 22-26. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10206>

7. Князев С.Д., Бахотская А.Ю. Генетическое разнообразие смородины чёрной сортов селекции ВНИИСПК // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. 54. 47-51. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2018-54-47-51>
8. Князев С.Д., Баянова Л.В. Смородина, крыжовник и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 351-373. <https://elibrary.ru/yhappx>
9. Князев С.Д., Левгерова Н.С., Пикунова А.В., Салина Е.С., Чекалин Е.И., Янчук Т.В., Шавыркина М.А. Селекция чёрной смородины: методы, достижения, направления. Орёл: ВНИИСПК. 2016. 328. <https://elibrary.ru/vwpjyb>
10. Князев С.Д., Пикунова А.В., Бахотская А.Ю., Шавыркина М.А., Чекалин Е.И. Инновационные направления селекционных исследований смородины чёрной // Селекция и сорторазведение садовых культур. Орёл: ВНИИСПК, 2014. 192-211. <https://elibrary.ru/uqezep>
11. Куликов И.М., Евдокименко С.Н., Тумаева Т.А., Келина А.В., Сазонов Ф.Ф., Андропова Н.В., Подгаецкий М.А. Научное обеспечение ягодоводства России и перспективы его развития // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. 25, 4. 414-419. <https://doi.org/10.18699/VJ21.046>
12. Куминов Е.П. Чёрная смородина в Восточной Сибири. Красноярск, 1983. 88.
13. Муравьева Л.П., Муравьев Г.А. Генофонд и проблемы селекции смородины и крыжовника на юге Средней Сибири // Современное состояние культур смородины и крыжовника. Мичуринск: ВНИИС, 2007. 127-131. <https://elibrary.ru/wdpcwz>
14. Назарюк Н.И. Некоторые результаты работы по селекции смородины чёрной в условиях Алтайского края // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы конференции. Брянск: Брянский ГАУ, 2021. 142-147. <https://elibrary.ru/nenzyq>
15. Огольцова Т.П. Селекция чёрной смородины: прошлое, настоящее, будущее. Тула: Приокское книжное издательство, 1992. 384.
16. Огольцова Т.П., Куминов Е.П. Селекция чёрной смородины // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. 314-340. <https://elibrary.ru/rcflzd>
17. Салтыкова Т.И., Вахрушева Н.С., Софронов А.П. Оценка гибридного материала смородины чёрной селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока по комплексу хозяйственно-ценных признаков. // Садоводство и виноградарство. 2020. 4. 5-11 <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-4-5-11>
18. Северин В.Ф. Чёрная смородина в Сибири.: технология выращивания, заготовка и переработка. М.: Росагропромиздат, 1988. 93.
19. Сорокопудов В.Н., Мелькумова Е.А. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции. Новосибирск: РАСХН, 2003. 296. <https://elibrary.ru/umaqoh>
20. Шагина Т.В. Итоги селекции чёрной смородины // Перспективы северного садоводства на современном этапе. Екатеринбург: Свердловская CCC, 2005. 166-171. <https://elibrary.ru/ovpdqf>

References

1. Astakhov, A.I. (2007). Black currant – state and prospects of selection. In *Current state of currant and gooseberry culture* (pp. 21-31). VNIIS. <https://elibrary.ru/wbxmpb>. (In Russian).
2. Bopp, V.L. (2017). Horticulture. In S.V. Brylev (Ed.) *Landscape-Based Farming System: scientific-practical recommendations*. (pp. 134-187). Polikor. (In Russian).

3. Guseva, N.K. (2021). Evaluation of new black currant cultivars in the dry-steppe zone of Buryatia. In *Adaptive Cultivar Assortment and Efficient Agrotechnologies for Horticultural Crops in Siberia*. (pp. 153-157). FRC KSC SB RAS. (In Russian).
4. Dospekhov, B.A. (1985). *Methods of Field Experiment: (With the Basics of Statistical Processing of Research Results)*. Agropromizdat. (In Russian).
5. Ershova, I.V. (2019). Varieties of blackcurrant as sources of a high content of biologically active compounds. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 33(11), 60-62. <https://elibrary.ru/iyqonw>. (In Russian, English abstract).
6. Zhidekhina, T.V., Rodiukova, O.S., Gurieva, I.V., Khromov, N.V., & Bryksin, D.M. (2019). Modern trends in commercial assortment upgrading of berry and non-traditional horticultural crops. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 33(2), 22-26. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10206>. (In Russian, English abstract).
7. Knyazev, S.D., & Bakhotskaya, A.Yu. (2018). Genetic diversity of black currant varieties breeding of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 54, 47-51. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2018-54-47-51>. (In Russian, English abstract).
8. Knyazev, S.D., & Bayanova, L.V. (1999). Currants, gooseberries and their hybrids. In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and Methods of Variety Investigation of Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 351-373). VNIISPK. <https://elibrary.ru/yhappx>. (In Russian).
9. Knyazev, S.D., Levgerova, N.S., Pikunova, A.V., Salina, E.S., Checkalin, E.I., Yanchuk, T.V., & Shavyrkina, M.A. (2016). *Black Currant Breeding: Methods, Achievements, Trends*. VNIISPK. <https://elibrary.ru/vwpjyb>. (In Russian).
10. Knyazev, S.D., Pikunova, A.V., Bakhotskaya, A.Yu., Shavyrkina, M.A., & Chekalin, E.I. (2014). Innovative directions of black currant breeding research. In *Breeding and Variety Cultivation of Fruit and Berry Crops* (pp. 192-211). VNIISPK. <https://elibrary.ru/uqezep>. (In Russian, English abstract).
11. Kulikov, I.M., Evdokimenko, S.N., Tumaeva, T.A., Kelina, A.V., Sazonov, F.F., Andronova, N.V., & Podgaetskiy, M.A. (2021). Scientific support of small fruit growing in Russia and prospects for its development. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 25(4), 414-419. <https://doi.org/10.18699/VJ21.046>. (In Russian, English abstract).
12. Kuminov, E.P. (1983). *Black Currant in Eastern Siberia*. Krasnoyarsk. (In Russian).
13. Muravieva, L.P., & Muraviev, G.A. (2007). Genofond and breeding problems of currants and gooseberries in southern Central Siberia. In *The Current State of Currant and Gooseberry Crops* (pp. 127-131). VNIIS. <https://elibrary.ru/wdpcwz>. (In Russian).
14. Nazaryuk, N.I. (2021). Some results of the work on the selection of black currant in the conditions of the Altai Territory. In *Agroecological Aspects of the Sustainable Development of Agriculture: conference proceedings* (pp. 142-147). Bryansk SAU. <https://elibrary.ru/nenzyq>. (In Russian, English abstract).
15. Ogoltsova, T.P. (1992). *Black Currant Breeding: Past, Present, Future*. Priokskoe knizhnoe izdatelstvo. (In Russian).
16. Ogoltsova, T.P., & Kuminov, E.P. (1995). Black currant breeding. In E.N. Sedov (Ed.) *Program and Methods of Breeding Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 314-340). VNIISPK. <https://elibrary.ru/rcflzd>. (In Russian).
17. Saltykova, T.I., Vakhrusheva, N.S., & Sofronov, A.P. (2020). The assessment of hybrid material of black currant of Federal Agrarian Scientific Center of the North-East breeding according to the complex of economically valuable features. *Horticulture and Viticulture*, 4, 5-11. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-4-5-11>. (In Russian, English abstract).

18. Severin, V.F. (1988). *Black Currant in Siberia: Cultivation Technology, Harvesting and Processing*. Rosagropromizdat. (In Russian).
19. Sorokopudov, V.N., & Melkumova, E.A. (2003). *Biological Features of Currants and Gooseberries During Introduction*. RAAS. <https://elibrary.ru/umaqoh>. (In Russian).
20. Shagina, T.V. (2005). Results of black currant selection. In *Prospects for Northern Gardening at the Present Stage* (pp. 166-171). Sverdlovsk SSS. <https://elibrary.ru/ovpdqf>. (In Russian).

Авторы:

Георгий Афанасьевич Муравьев, старший научный сотрудник, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», minusinskoye.opf@ksc.krasn.ru
SPIN 3036-6609

Татьяна Михайловна Барыбкина, научный сотрудник, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», barybkina@sh.krasn.ru
ORCID: 0009-0001-9574-2327
SPIN: 6228-6018

Authors:

Georgy A. Muravyev, senior researcher in Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture «Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», minusinskoye.opf@ksc.krasn.ru
SPIN: 3036-6609

Tatiana M. Barybkina, researcher in Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture «Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», barybkina@sh.krasn.ru
ORCID: 0009-0001-9574-2327
SPIN: 6228-6018

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.