

## СЕЛЕКЦИЯ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ *Ribes rubrum* L. НА УЛУЧШЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД

М.А. МАКАРКИНА, О.Д. ГОЛЯЕВА

Смородина красная *Ribes rubrum* L. характеризуется высокой урожайностью, зимостойкостью, устойчивостью к махровости и почковому клещу, неприхотлива, не требовательна к уходу. Ее ягоды служат ценным сырьем для переработки, обладают богатым химическим составом. В статье представлены результаты исследования генофонда смородины красной из коллекции Всероссийского НИИ селекции плодовых культур на содержание растворимых сухих веществ (РСВ), органических кислот, аскорбиновой кислоты (АК), Р-активных веществ (антоцианов, катехинов, лейкоантоцианов) в ягодах. Изучали возможность повышения качества плодов смородины красной при включении в селекцию дикорастущих форм смородины щетинистой, смородины темно-пурпуровой и смородины Мейера. В качестве второго родителя был взят сорт Йонкер ван Тетс — потомок крупноплодного подвида смородины обыкновенной. Анализировали гибридное потомство, полученное от скрещивания сортов, элитных, отборных сеянцев, выделенных на первом этапе исследований. Наибольший интерес как кандидаты в сорта представляют гибридные сеянцы 1360-19-88 (Устина × самоопыление) (содержание АК в ягодах до 122,3 мг/100 г, РСВ — 15,2 %); 1352-20-27 (Нива × самоопыление) (масса ягод 0,52 г, АК — 98,6 мг/100 г, РСВ — 13,0 %); сеянцы 1428-28-111, 1428-28-100, 1428-28-121 в семье Мармеладница × 44-5-78 (Чулковская × Миннесота) (АК — соответственно 76,6; 81,8; 105,9 мг/100 г, РСВ — 14,3; 12,0; 10,6 %, поражение мучнистой росой — 0-1 балл); 1661-31-29 (Нива × 261-65-19 [Йонкер ван Тетс × 312-209 (смородина темно-пурпуровая)]) (масса ягод 0,56 г, АК — 72,2 мг/100 г, поражение мучнистой росой — 0,5 балла); 1665-30-51 (Ася × Виксне) (содержание антоцианов — 339 мг/100 г, сумма витамина Р — 1147 мг/100 г, масса ягод 0,42 г, АК — 80,1 мг/100 г, РСВ — 12,6 %, устойчивость к мучнистой росе — 0,5 балла).

**Ключевые слова:** смородина красная, *Ribes rubrum* L., селекция, сорта, гибридные сеянцы, химический состав, растворимые сухие вещества, органические кислоты, аскорбиновая кислота, Р-активные вещества.

**Keywords:** red currant, *Ribes rubrum* L., breeding, varieties, hybrid seedlings, chemical composition, soluble dry substances, organic acids, ascorbic acid, P-active compounds.

В последние десятилетия в садоводстве России сохраняется устойчивая тенденция к снижению производства плодов и ягод, в первую очередь в общественном секторе. В связи с этим возрастает роль фермерских хозяйств и любительского садоводства (1), где большим спросом наряду с плодовыми (яблоня, вишня и др.) пользуются ягодные культуры, в частности смородина, которая занимает ведущее место в отечественном ягодоводстве (2, 3) и возделывается в самых разнообразных почвенно-климатических условиях. О смородине красной собрано значительно меньше сведений, чем о черной. Между тем она обладает высокой ежегодной урожайностью, достаточно высокой зимостойкостью, более долговечна и меньше страдает от махровости и почкового клеща, неприхотлива и не требовательна к уходу. Другие ценные качества — неосыпаемость и удобство съема кистями. Ягоды смородины красной служат ценным сырьем для переработки, обладают богатым химическим составом (4, 5). Как следствие, в последние годы интерес к культуре возрос. Тем не менее, сортимент смородины красной сравнительно малочисленен.

В настоящее время Всероссийский НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) — лидер по созданию сортов смородины красной в России. В 1992 году во ВНИИСПК в комплексную программу по селекции этой культуры включен новый раздел — получение сортов с улучшенным химическим составом ягод (6).

В нашей работе мы обобщили материал по изучению генофонда смородины красной из коллекции Всероссийского НИИ селекции пло-

вых культур на содержание питательных и биологически активных веществ в ягодах.

**Методика.** Химический состав ягод у сортов, элитных и отборных форм смородины красной оценивали в течение 21 года (1988-2008); у гибридных сеянцев — в несколько этапов: 1-й этап — 1992-1995 годы, 2-й — 2001-2005 годы, 3-й — 2006-2008 годы. Объектами исследований были 103 сортообразца, в том числе 52 сорта, 51 элитный и отборный сеянец, из которых 70 — селекции ВНИИСПК, и 356 гибридных сеянцев от 2 межсортных и 5 межвидовых комбинаций скрещиваний (1992-1995 годы), 135 гибридных сеянцев от 13 комбинаций скрещиваний (2001-2005 годы) и 215 гибридных сеянцев от 6 комбинаций скрещиваний (2006-2008 годы). Исследования проводили по общепринятым методикам (7, 8). В ягодах смородины красной определяли содержание растворимых сухих веществ (РСВ), органических кислот, аскорбиновой кислоты (АК), Р-активных веществ (антоцианов, катехинов, лейкоантоцианов).

Изучали возможности повышения количества питательных и биологически активных веществ в ягодах у смородины красной при включении в селекцию дикорастущих форм смородины щетинистой [*R. hispidualum* (Jancz.) Rojark.], смородины темно-пурпуровой (*R. atropurpureum* С.А. Меу.), смородины Мейера (*R. meyeri* Maxim.). В качестве второго родителя был взят сорт Йонкер ван Тетс — потомок крупноплодного подвита смородины обыкновенной. Следующий этап исследования заключался в анализе гибридного потомства, полученного от скрещивания сортов, элитных, отборных сеянцев, выделенных на первом этапе (9, 10).

Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами (11, 12) и с использованием пакета программ Microsoft Excel.

**Результаты.** Растворимые сухие вещества — косвенный показатель содержания сахаров в плодах. По накоплению РСВ в ягодах лучшими сортами (РСВ — 11,5 % и более) были Дар Орла (11,5 %), Огонек (11,5 %), Голландская красная (11,6 %), Газель (11,7 %), Татьяна (11,7 %), Устина (11,7 %), Подарок лета (11,8 %), Роте Шпетлезе (11,8 %), Дана (12,0 %), Львовянка (12,1 %), Нива (12,1 %), Орловчанка (12,4 %), Ровада (12,7 %), Ролан (12,7 %), Селяночка (12,9 %), Чародейка (13,4 %), Светлица (13,6 %). Среди элитных и отборных 31 сеянец, или 58,5 %, имели в ягодах более 11,5 % РСВ, в том числе 20 сеянцев — более 12,0 %. Из них по анализируемому признаку (РСВ 13,0 % и более) выделялись ЭЛС 79-1-87 (13,0 %), ЭЛС 82-4-106 (13,0 %), 164-22-88 (13,0 %), 79-1-89 (13,1 %), 816-84-33 (13,3 %), ЭЛС 77-1-47 (13,4 %), ЭЛС 105-11-27 (13,7 %), 1123-25-127 (14,0 %), 1708-30-157 (16,2 %).

Сравнив содержание РСВ в ягодах у сеянцев и их родительских форм и оценив степень трансгрессии, обнаружили, что 23 элитные и отборные формы из 41 изученной превосходили лучшего из родителей, то есть наблюдалась положительная трансгрессия, у 16 отмечали промежуточное проявление признака и лишь у 2 — отрицательную трансгрессию.

О гомеостатичности признака свидетельствуют коэффициенты вариации ( $C_v$ , %). Среднее значение  $C_v$  по всем изученным сортообразцам составляло 10,6 %, что указывает на незначительное влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление РСВ в ягодах у смородины красной (11,9 % — у сортов, 9,5 % — у элитных и отборных сеянцев). От остальных высокой стабильностью признака ( $C_v \leq 10$  %) отличались сорта Альфа, Ася, Белка, Виктория, Газель, Голландская белая, Йонкер ван Тетс, Красный крест, Лакстон Перфекшн, Мармеладница, Осиповская, Ровада, Роза, Уайлдер и 28 элитных и отборных сеянцев.

Для селекции представляют интерес образцы, сочетающие повышенное содержание РСВ в ягодах с высокой стабильностью признака, такие как сорта Газель, Ровада, элитные сеянцы 41-2-101, 43-2-140, 44-5-30, 47-3-94, 77-1-47, 143-24-55, 162-17-76 и отборные формы 41-2-78, 54-3-62, 79-1-79, 82-4-96, 164-22-36, 816-84-33, 1123-25-137. Так, по данным 3-летних испытаний выделялся сеянец 1708-30-157, у которого содержание РСВ равнялось 16,2 % с варьированием от 14,6 до 18,0 % и коэффициентом вариации 10,5 %.

За 1992-1995 годы среднее содержание РСВ у 356 изученных сеянцев составило 11,0 % (пределы варьирования от 7,8 до 15,1 %,  $S_v$  от 6,6 до 9,9 %). Повышенным содержанием РСВ в ягодах выделялись растения, полученные от комбинаций скрещиваний Роте Шпетлезе × Ред Лейк (11,9 %), Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс (11,3 %), 312-209 (смородина темно-пурпуровая) × Йонкер ван Тетс (11,3 %). Лучшими по выходу сеянцев (содержание РСВ более 12,0 %) были семьи Роте Шпетлезе × Ред Лейк и Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс — соответственно 49,1 и 25,9 %. Среднее содержание РСВ по сеянцам, изученным в 2001-2008 годах, составило 11,9 (2001-2005 годы) и 11,1 % (2006-2008 годы) с варьированием по семьям от 10,8 % у 271-58-17 [258-12 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс] × 82-4-96 (Роте Шпетлезе × Чулковская) до 14,1 % в комбинации Устина × самоопыление и коэффициентами вариации от 7,0 до 18,4 %, свидетельствующими о значительном разнообразии гибридных сеянцев по указанному признаку и большим возможностям селекционного отбора.

Были выделены семьи со средним содержанием РСВ более 12,0 %: Нива × Виксне (12,3 %), Нива × самоопыление (12,4 %), Баяна × Мармеладница (12,9 %), Мармеладница × 271-56-46 [258-12 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс] (13,3 %), 82-4-96 (Роте Шпетлезе × Чулковская) × 271-56-46 [258-12 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс] (13,4 %), Устина × самоопыление (14,1 %). В них же отмечался наибольший выход сеянцев с высоким содержанием РСВ в ягодах (более 12,0 %) — от 50,0 (Нива × самоопыление) до 90,0 % (Баяна × Мармеладница).

Кислотность плодов и ягод оказывает большее влияние на вкус, чем сахара. Ягоды смородины красной обладают специфическим резким кислым вкусом, поэтому чем ниже количество титруемых кислот, тем мягче вкус ягод. Перед селекционерами стоит задача создания сортов смородины красной с содержанием титруемых кислот в ягодах не более 2,5 % (8). Среднее количество органических кислот у изученных нами сортообразцов смородины красной составляло  $2,31 \pm 0,04$  % с размахом варьирования от 0,87 (1708-30-157) до 3,48 % (сорт Варшевича). У большинства сортов, элитных и отборных форм содержание титруемых кислот приближалось к значению 2,5 %. Исключение составляли сорт Варшевича (3,48 %), элитный сеянец 77-1-47 (3,08 %), отборные сеянцы 79-1-89 (3,08 %) и 1123-25-137 (3,12 %). Коэффициент вариации по всем изученным сортообразцам был равен 17,1 %, что указывает на среднюю сортовую изменчивость этого признака.

Менее 2,0 % органических кислот накапливали сорта Розе Чайр (1,96 %), ЭЛС 43-2-140 (1,96 %), Перфекшн (1,94 %), Эрстлинг аус Фирлянден (1,94 %), Осиповская (1,93 %), ЭЛС 129-21-49 (1,88 %), Баяна (1,82 %), Натали (1,78 %), Ред Лейк (1,78 %), Уайлдер (1,76 %), ЭЛС 143-23-21 (1,72 %), Лакстон Перфекшн (1,70 %), Миннесота (1,68 %), Ранняя сладкая (1,60 %), Роза (1,54 %), Татьяна (1,50 %), отборный сеянец 1708-30-157 (0,87 %).

При сравнении содержания титруемых кислот в ягодах у элитных,

отборных форм (51 сортообразец) и их родителей установили, что большая часть (23 сортообразца) имели положительную степень трансгрессии, 6 — отрицательную и у 13 отмечалось промежуточное наследование признака. Отрицательная трансгрессия предполагает получение новых генотипов с меньшим содержанием титруемых кислот в ягодах, чем у родителей. У четырех отборных форм из шести одним из родителей был сорт Чулковская, что позволяет рекомендовать его для использования в селекции на снижение содержания титруемых кислот в ягодах у смородины красной (13).

Условия вегетационного периода оказывали среднее влияние на накопление титруемых кислот ( $Cv = 12,2\%$ ). Наибольшей стабильностью признака ( $Cv \leq 10,0\%$ ) обладали сорта Альфа, Асора, Белка, Варшевича, Виктория, Газель, Голландская красная, Виксне, Красный крест, Лакстон Перфекшн, Мармеладница, Маарсес Проминент, Нива, Орловчанка, Осиповская, Устина, элитные сеянцы 41-2-101, 44-5-2, 55-3-102, 79-1-63, 68-3-134, 88-5-89, 105-11-27, 110-42-158, 111-19-81, 129-21-49, 129-21-54, 143-23-25, 150-21-13, 162-17-76, 164-16-1, 164-16-91, 164-18-2, 176-39-40 и отборные формы 77-1-56, 816-84-33.

Среднее содержание органических кислот в ягодах (1992-1995 годы) составило 2,56 % с размахом варьирования от 1,29 до 4,08 %. Их наименьшее количество отмечали в семьях от межсортовых скрещиваний Роте Шпетлезе × Ред Лейк (2,24 %) и Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс (2,25 %). Среди семей от скрещиваний с дикорастущими формами выделились 479-107 (смородина шетинистая) × Йонкер ван Тетс (2,39 %), 258-112 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс (2,53 %). У остальных семей содержание органических кислот было выше среднего значения.

Наблюдались как отрицательные, так и положительные трансгрессии. Рассчитанные нами значения степени доминантности (-1,4 и +0,6) характеризовали наследование титруемой кислотности по семье Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс как отрицательное сверхдоминирование (отрицательный гетерозис), по семье Роте Шпетлезе × Ред Лейк — как положительное доминирование. Выявление отрицательных трансгрессий означает, что возможно создание низкокислотных сортов смородины красной с хорошим вкусом ягод.

У смородины красной из коллекционных насаждений ВНИИСПК, исследованных ранее (14-16), содержание АК в ягодах в среднем составляло 39,5-40,8, а максимальное не превысило 51,5-53,0 мг/100 г (сорт Уайт Грейп). У большинства сортов смородины красной количество АК в ягодах невысокое, поэтому перед селекционерами и биохимиками стоит задача создать формы с соответствующим показателем не менее 60 мг/100 г (17). Для 103 полученных нами сортообразцов его среднее значение равнялось  $50,7 \pm 1,3$  мг/100 г при пределах варьирования от 29,6 (сорт Ролан) до 96,3 мг/100 г (сорт Устина) и коэффициенте вариации 26,3 %.

Если сравнить две группы — интродуцированные сорта и формы селекции ВНИИСПК, то между ними можно отметить существенную разницу по содержанию АК. Среднее количество АК в ягодах у растений из первой группы составляло  $43,0 \pm 1,2$  мг/100 г при размахе варьирования от 29,6 (Ролан) до 55,2 мг/100 г (Эрстлинг аус Фирлянден) ( $Cv = 16,1\%$ ), из второй —  $55,9 \pm 3,3$  мг/100 г по сортам и  $54,9 \pm 2,1$  мг/100 г по элитным и отборным сеянцам с пределами варьирования соответственно от 38,5 (Баяна) до 96,3 мг/100 г (Устина) ( $Cv = 25,4\%$ ) и от 33,2 (1708-30-157) до 83,0 мг/100 г (54-3-62) ( $Cv = 26,3\%$ ).

В группе интродуцированных не выявили ни одного сорта, у которого содержания АК в ягодах было бы выше 60 мг/100 г. Показатель более

50 мг/100 г имели сорта Эрстлинг аус Фирлянден (55,2 мг/100 г), Уайт Грейп (53,4 мг/100 г), Чулковская (53,1 мг/100 г), Шедрая (52,8 мг/100 г), Йонкер ван Тетс (52,2 мг/100 г), Ровада (51,9 мг/100 г), Ранняя сладкая (50,4 мг/100 г). Повышенным содержанием АК (60-70 мг/100 г) характеризовались сорта селекции ВНИИСПК Ася (60,6 мг/100 г) и Селяночка (62,9 мг/100 г), элитные сеянцы 164-16-1 (69,0 мг/100 г), 143-24-55 (69,9 мг/100 г), а также отборные сеянцы 44-5-24 (65,6 мг/100 г), 44-5-78 (66,9 мг/100 г). Более 70 мг/100 г накапливали сорта Нива (71,5 мг/100 г), Мармеладница (81,6 мг/100 г), Устина (96,3 мг/100 г), элитные сеянцы 43-2-140 (70,4 мг/100 г), 44-5-79 (70,4 мг/100 г), 129-21-54 (73,6 мг/100 г), 41-2-101 (74,5 мг/100 г), 164-22-97 (76,3 мг/100 г), 78-2-100 (76,7 мг/100 г) и отборные формы 44-5-2 (71,4 мг/100 г), 79-1-89 (75,8 мг/100 г), 41-2-79 (78,3 мг/100 г), 54-3-62 (83,0 мг/100 г).

Многие элитные и отборные формы по содержанию АК в ягодах значительно превосходили лучшую родительскую, о чем свидетельствовали высокие значения степени трансгрессии — более 30,0 %. Это элитные сеянцы 41-2-101 ( $T_c = +40,3$  %), 43-2-140 (+32,5 %), 44-5-79 (+32,6 %), 78-2-100 (+58,8 %), 129-21-54 (+38,6 %), 143-24-55 (+31,6 %), 164-16-1 (+32,2 %), 164-22-97 (+46,2 %) и отборные формы 41-2-79 (+47,5 %), 44-5-2 (+34,5 %), 79-1-89 (+56,9 %). У 24 из 41 изученной элитной и отборной формы отмечалась положительная степень трансгрессии, у 15 — отрицательная, у 2 — промежуточное проявление признака. Комбинации скрещивания, обеспечивающие положительную трансгрессию, представляют наибольший интерес для селекционеров, поскольку от низковитаминных родителей можно получить высоковитаминное потомство. У 7 из 12 вышперечисленных форм одним из родителей был сорт Чулковская. От сорта Роте Шпетлезе, накапливающего в ягодах АК в количестве 48,3 мг/100 г, получены элитные сеянцы, имеющие показатели значительно выше таковых не только у родительских сортов, но и в среднем по всем изученным сеянцам (53,8 мг/100 г), — 78-2-100 (76,7 мг/100 г) и 164-22-97 (76,3 мг/100 г) со степенью трансгрессии соответственно +58,8 и +46,2 %.

На накопление АК в ягодах значительное влияние оказывал генотип сорта ( $C_v$  по культуре 27,0 %), а также погодные условия вегетационного периода: среднесортовой коэффициент вариации 18,9, наименьший — 4,8 (сорт Селяночка), максимальный — 51,1 % (сорт Альфа).

Высокой гомеостатичностью ( $C_v \leq 10$  %) исследованного признака среди интродуцированных сортов характеризовались Виктория ( $C_v = 6,9$  %) и Перфекшн (7,8 %), из сортов, элитных и отборных форм селекции ВНИИСПК — Селяночка (4,8 %), Орловчанка (4,9 %), 166-23-43 (5,8 %), 82-4-96, ЭЛС 79-1-63 (7,5 %), ЭЛС 55-3-102 (7,7 %), Мармеладница (7,8 %), 54-3-62 (8,0 %), ЭЛС 150-21-13 (8,4 %), Нива (9,0 %), ЭЛС 68-3-134 (9,0 %), Устина (9,2 %), Огонек (9,4 %), ЭЛС 78-2-100 (10,0 %). Среди них наиболее ценные — сорта Мармеладница (варьирование АК от 74,8 до 89,8 мг/100 г), Нива (63,4-82,7 мг/100 г), Устина (88,0-110,0 мг/100 г), ЭЛС 78-2-100 (66,0-86,2 мг/100 г) и отборная форма 54-3-62 (73,9-89,8 мг/100 г), у которых стабильность целевого признака сочеталась с высокими значениями соответствующего биохимического показателя.

В 1992-1995 годах проявилась высокая изменчивость количества АК в ягодах у гибридных сеянцев смородины красной. Среднее содержание АК у них составляло 54,8 мг/100 г (от 28,6 до 94,6 мг/100 г) при коэффициенте вариации в пределах семьи от 13,8 до 20,8 %. Лучшими (АК — более 60 мг/100 г) были семьи Роте Шпетлезе × Ред Лейк (61,3 мг/100 г), 479-107 (смородина щетинистая) × Йонкер ван Тетс (60,5 мг/100 г). Вы-

ше 50 мг/100 г имели семьи 258-112 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс (58,8 мг/100 г), Йонкер ван Тетс × 258-109 (смородина Мейера) (57,0 мг/100 г), Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс (55,3 мг/100 г). Наибольший выход семян с повышенным содержанием АК (> 60 мг/100 г) отмечался в семьях 479-107 (смородина щетинистая) × Йонкер ван Тетс (54,4 %), Роте Шпетлезе × Ред Лейк (47,3 %), Йонкер ван Тетс × 258-109 (смородина Мейера) (41,0 %), 258-112 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс (37,5 %), Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс (25,9 %). В семьях Роте Шпетлезе × Ред Лейк, 479-107 (смородина щетинистая) × Йонкер ван Тетс, 258-112 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс, Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс, Йонкер ван Тетс × 258-209 (смородина Мейера) у значительного числа семян (соответственно 25,4; 19,3; 15,7; 13,0; 7,8 %) содержание АК в ягодах превышало 70 мг/100 г.

При отборе на увеличенное содержание АК в плодах особое внимание следует уделять целенаправленным скрещиваниям (18). Для этого в качестве исходных форм выделили восемь семян с количеством АК более 70 мг/100 г (6), которые размножили и использовали при гибридизации с высоковитаминными сортами Ася, Мармеладница, Нива, Устина. В полученном потомстве содержание АК в ягодах варьировало в широких пределах: в 2001-2005 годах — от 24,3 до 122,3 мг/100 г при среднем показателе по всем изученным сеянцам  $55,2 \pm 1,5$  мг/100 г и коэффициенте вариации 31,2 %, в 2006-2008 годах — от 25,5 до 86,6 мг/100 г при средней величине  $49,2 \pm 0,7$  мг/100 г и коэффициенте вариации 21,1 %. Наибольшую ценность по выходу высоковитаминных семян представляли семьи Нива × самоопыление, Мармеладница × 44-5-78 (Чулковская × Миннесота), Нива × 261-65-19 [Йонкер ван Тетс × 312-209 (смородина темно-пурпуровая)] — соответственно 50,0, 58,1 и 43,5 %. В этих же семьях регистрировали максимальное среднее содержание АК в ягодах (75,6; 63,0 и 57,6 мг/100 г) при высоких коэффициентах вариации (34,0; 21,2 и 17,3 %), что создает широкие возможности для дальнейшего отбора.

Характер расщепления (наличие большого числа групп с несущественными различиями и постепенным переходом между ними) указывал на полигенный контроль рассматриваемого признака. Выщепление гибридов, как превосходящих по содержанию АК лучшего из родителей, так и уступающих худшему, свидетельствовало о наличии как отрицательных, так и положительных трансгрессий и перспективности отбора высоковитаминных гибридов в семьях, где родители имеют средние показатели (табл.).

**Степень трансгрессии ( $T_c$ , %), доминантности ( $h_p$ ) и частота трансгрессии ( $T_q$ , %) по содержанию аскорбиновой кислоты (АК, мг/100 г) в ягодах у гибридных семян смородины красной *Ribes rubrum* L. (Всероссийский НИИ селекции плодовых культур, Орловская обл., 2001-2008 годы)**

Происхождение гибридной семьи	Среднее содержание АК			$T_c$	$T_q$	$h_p$	Характер доминирования
	по семье	у родителей					
		♂	♀				
271-58-17 × 82-4-96	42,5	76,3	50,2	-38,5	0	-1,6	Отрицательное сверхдоминирование
271-56-46 × 82-4-96	51,4	45,6	50,2	+64,7	44,4	+1,5	Положительное сверхдоминирование
82-4-96 × 271-56-46	47,6	50,2	45,6	+24,5	53,8	-0,1	Промежуточное доминирование
Сорт Мармеладница × 44-5-78	63,0	81,6	66,9	+29,8	9,7	-1,5	Отрицательное сверхдоминирование
78-2-115 × 271-56-46	50,2	59,8	45,6	+11,9	13,6	-0,4	Промежуточное доминирование
Сорт Баяна × сорт Мармеладница	49,5	38,5	81,6	-14,5	0	-0,5	Промежуточное доминирование
Сорт Нива × 261-65-19	57,6	71,5	51,5	+4,6	17,4	-0,4	Промежуточное доминирование

							<i>Продолжение таблицы</i>
Сорт Нива × 1097-25-118	48,9	71,5	37,0	-11,9	0	-0,3	Промежуточное доминирование
Сорт Ася × сорт Виксне	49,3	60,6	47,0	+31,2	13,5	-0,7	Отрицательное доминирование
Сорт Ася × 1145-26-98	44,4	60,6	66,9	+29,4	5,3	-6,2	Отрицательное сверхдоминирование
Сорт Нива × сорт Виксне	50,0	71,5	47,0	-5,2	0	-0,8	Отрицательное доминирование
129-21-49 × сорт Нива	48,2	52,5	71,5	-10,6	3,7	-1,5	Отрицательное сверхдоминирование

Расчет коэффициентов корреляции ( $r$ ) между содержанием аскорбиновой кислоты и годом исследования по каждому гибриднему сеянцу из семи комбинаций скрещивания показал, что наблюдаемая связь характеризовалась в основном как средняя ( $r$  до 0,67; значения  $r$  достоверны с третьим порогом точности при вероятности 0,999). Степень корреляции изменялась в зависимости от погодных условий периода вегетации, однако сеянцы, отобранные как высоковитаминные, в неблагоприятные для накопления АК годы сохраняли свои свойства, несмотря на тенденцию к снижению количества витаминов. Следовательно, 2-3-летних данных достаточно для предварительного отбора по содержанию АК в ягодах. Наши результаты находят подтверждение и у других авторов (19, 20).

P-активные вещества в ягодах смородины красной представлены антоцианами, катехинами и лейкоантоцианами, которые накапливались в оптимальных количествах. У 103 изученных сортообразцов среднее содержание суммы P-активных веществ составило  $459,9 \pm 18,7$  мг/100 г с размахом варьирования от 167,4 (Уайт Грейп) до 1229,8 мг/100 г (1123-25-137) и коэффициентом вариации 41,3 %, в частности  $450,0 \pm 26,9$  мг/100 г — у сортов,  $469,7 \pm 26,3$  мг/100 г — у элитных и отборных сеянцев.

Высоким содержанием (более 500 мг/100 г) суммы P-активных веществ обладали следующие сеянцы и сорта (в расчете на 100 г): 1123-25-137 — 1229,8 мг; Виксне — 1007,2 мг; Варшевича — 980,5 мг; 1003-16-146 — 906,7 мг; Ранняя сладкая — 874,1 мг; 164-22-36 — 853,5 мг; Чулковская — 815,6 мг; Ненаглядная — 774,0 мг; ЭЛС 68-3-134 — 719,3 мг; Рачновская — 711,4 мг; ЭЛС 164-18-2 — 699,2 мг; 816-84-33 — 691,0 мг; Роте Шпетлезе — 656,9 мг; Селяночка — 642,9 мг; 44-5-2 — 629,1 мг; Львовянка — 643,7 мг; Лозан — 625,8 мг; 618-32-16 — 610,2 мг; ЭЛС 164-22-25 — 605,6 мг; ЭЛС 44-5-79 — 595,3 мг; 79-1-89 — 584,5 мг; Ролан — 581,2 мг; ЭЛС 164-22-97 — 575,9 мг; Ася — 564,5 мг; ЭЛС 143-23-21 — 558,8 мг; Натали — 549,0 мг; Щедрая — 539,1 мг; 166-23-43 — 535,3 мг; ЭЛС 78-2-100 — 521,2 мг; Татьяна — 513,7 мг; ЭЛС 143-23-25 — 507,2 мг.

Степень трансгрессии была рассчитана у 41 формы, причем у 18 она имела отрицательные значения, у 21 отмечали промежуточное проявление признака и лишь у отборных форм 164-22-36 (Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс) ( $T_c = +29,9$  %) и 1123-25-137 [77-1-47 (Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс) × Виксне] ( $T_c = +22,1$  %) — положительную трансгрессию.

В целом на накопление суммы P-активных веществ погодные условия оказывали меньшее влияние, чем на каждый признак в отдельности. Среднее значение коэффициента вариации составляло 27,3 %. Стабильностью признака ( $C_v \leq 10,0$  %) характеризовались сорта Голландская белая, Лозан, Ролан, элитные сеянцы 41-2-95, 143-22-21 и отборный сеянец 44-5-2. У 23 сортообразцов наблюдалась средняя изменчивость признака в зависимости от условий года ( $10,0$  % <  $C_v \leq 20,0$  %). Сильнее других реагировали на метеосостояния вегетационного периода сорта Мармеладница ( $C_v = 41,1$  %), Маарсес Проминент (41,1 %), Огонек (42,3 %), Перфекшн

(43,0 %), Рачновская (51,9 %), Уайлдер (46,8 %), 41-2-78 (40,2 %), ЭЛС 143-2-140 (46,3 %), 54-3-62 (48,1 %), ЭЛС 68-3-134 (55,0 %), ЭЛС 105-11-27 (50,8 %), ЭЛС 110-42-158 (40,9 %), ЭЛС 129-21-61 (52,1 %), ЭЛС 164-22-97 (43,9 %), 618-32-16 (53,5 %).

Наши исследования показали, что селекционную ценность представляют сорта Варшевича, Виксне, Лозан, Ролан, Селяночка; элитные сеянцы 78-2-100 (Роте Шпетлезе × Маарсес Проминент), 143-23-21 (Чулковская × Йонкер ван Тетс), 164-22-25 (Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс); отборные сеянцы 44-5-2 (Чулковская × Миннесота), 79-1-89 (Роте Шпетлезе × Миннесота), обладающие суммой Р-активных веществ в ягодах более 500,0 мг/100 г при высокой и средней стабильности признака.

Среднее содержание суммы Р-активных веществ по всем изученным в 1992-1995 годах сеянцам составило 1180 мг/100 г с размахом варьирования от 391 мг/100 г у номера 168-18-63 от скрещивания Роте Шпетлезе × Ред Лейк до 2337 мг/100 г у номера 271-56-52 в комбинации 258-112 (смородина Мейра) × Йонкер ван Тетс при коэффициентах вариации по семьям 16,5-41,1 %, свидетельствующих о значительной изменчивости признака внутри семьи. Наибольшее варьирование отмечали в семьях от межсортовых скрещиваний Роте Шпетлезе × Ред Лейк (41,1 %) и Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс (30,6 %). Лучшими по анализируемому показателю были семьи 258-112 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс и Йонкер ван Тетс × 258-109 (смородина Мейера) — соответственно 1717 и 1352 мг/100 г. В семье 258-112 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс у всех гибридов сумма Р-активных веществ оказалась выше 1000 мг/100 г, у 66,1 % сеянцев содержание фенольных соединений находилось в пределах 1500-2000 мг/100 г, у 10,7 % — превысило 2000 мг/100 г. Значительное число сеянцев с высоким (более 1000 мг/100 г) содержанием Р-активных веществ имели семьи Йонкер ван Тетс × 258-112 (смородина Мейера) — 89,7 % (в том числе 25,6 % — более 1500 мг/100 г); 312-209 (смородина темно-пурпуровая) × Йонкер ван Тетс — 62,5 %; 479-107 (смородина шетинистая) × Йонкер ван Тетс — 61,8 %; Роте Шпетлезе × Йонкер ван Тетс — 57,4 %.

Сумма Р-активных веществ в ягодах у сортообразцов, изучавшихся в 2001-2005 годах, равнялась  $551 \pm 32$  мг/100 г с пределами варьирования от 75 до 2226 мг/100 г и  $C_v = 64,7$  %. Лучшими стали гибридные семьи при скрещиваниях с сеянцами, полученными с участием смородины Мейера: от 488 мг/100 г в варианте 82-4-96 (Роте Шпетлезе × Чулковская) × 271-56-46 [258-12 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс] до 778 мг/100 г в комбинации Мармеладница × 271-56-46 [258-12 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс]. Среднее суммарное количество фенольных соединений выше 500 мг/100 г также было в семье Мармеладница × 44-5-78 (Чулковская × Миннесота). Среднее содержание суммы Р-активных веществ по группе сеянцев, изучавшихся в 2006-2008 годы, составляло  $589 \pm 22$  мг/100 г с варьированием от 271 до 1167 мг/100 г и коэффициентом вариации 38,0 %. Больше фенольных соединений накапливали сеянцы в семьях Нива × Виксне и Ася × Виксне, средние значения по семье — соответственно 673 и 652 мг/100 г. У них же отмечали и наибольший размах варьирования внутри семьи — 296-1029 ( $C_v = 31,9$  %) и 307-1167 мг/100 г ( $C_v = 40,5$  %).

По выходу высоковитаминных сеянцев (сумма Р-активных веществ более 500,0 мг/100 г) были выделены семьи 271-58-17 × 82-4-96 (88,9 %), Мармеладница × 271-56-46 (75,0 %), Нива × Виксне (72,4 %), 271-56-46 × 82-4-96 (66,7 %), Ася × Виксне (64,8 %), Мармеладница × 44-5-78 (57,7 %), 82-4-96 × 271-56-46 (42,9 %). В семьях с участием сорта Виксне и



сеянцев, полученных в комбинациях со смородиной Мейера, выделились гибриды с суммой Р-активных веществ в ягодах более 750,0 мг/100 г. В семье Мармеладница × 271-56-46 таких форм было 50,0 %, в варианте 271-56-46 × 82-4-96 — 44,5 %, Нива × Виксне — 41,4 %, Ася × Виксне — 32,4 %. В семьях Мармеладница × 271-56-46, 271-58-17 × 82-4-96, Ася × Виксне и 271-56-46 × 82-4-96 у большого числа сеянцев (соответственно 25,0; 22,2; 18,9 и 16,7 %) сумма фенольных соединений превышала 1000,0 мг/100 г.

В гибридном потомстве наблюдали как положительные, так и отрицательные трансгрессии по изучаемому признаку. Наследование содержания суммы Р-активных веществ в ягодах в трех семьях можно было охарактеризовать как отрицательное доминирование, в двух — как отрицательное сверхдоминирование, в трех отмечали промежуточное проявление признака, в одной (Мармеладница × 44-5-78) — положительное сверхдоминирование с положительным гетерозисом ( $h_p = +2,0$ ). Особый интерес для отбора высоковитаминных сеянцев представляют семьи с высокой частотой трансгрессии: 271-58-17 [258-12 (смородина Мейера) × Йонкер ван Тетс] × 82-4-96 (Роте Шпетлезе × Чулковская) ( $T_q = 22,2$  %), Нива × Виксне ( $T_q = 31,0$  %) и Мармеладница × 44-5-78 ( $T_q = 57,7$  %). Полученные результаты свидетельствуют о перспективности создания сортов смородины красной с высоким содержанием Р-активных веществ в ягодах.

Таким образом, в многолетних исследованиях изучены и выделены сорта, элитные и отборные сеянцы смородины красной, представляющие интерес для дальнейшего использования в селекции на улучшенный химический состав ягод. Создан и проанализирован большой гибридный фонд. Выявлены формы с улучшенным химическим составом ягод. Наибольший интерес в качестве кандидатов в сорта представляют следующие гибридные сеянцы: 1360-19-88 (Устина × самоопыление) с содержанием в ягодах аскорбиновой кислоты (АК) — до 122,3 мг/100 г, растворимых сухих веществ (РСВ) — 15,2 %; 1352-20-27 (Нива × самоопыление), имеющий длинную кисть, кисло-сладкие ягоды массой 0,52 г, показатель по АК — 98,6 мг/100 г, по РСВ — 13,0 %; 1428-28-111, 1428-28-100 и 1428-28-121 в семье Мармеладница × 44-5-78 (Чулковская × Миннесота) с темно-красной окраской ягод, количеством АК соответственно 76,6; 81,8 и 105,9 мг/100 г, РСВ — 14,3; 12,0 и 10,6 %, устойчивостью к мучнистой росе (поражение — 0-1 балл); 1661-31-29 из комбинации Нива × 261-65-19 [Йонкер ван Тетс × 312-209 (смородина темно-пурпуровая)], обладающий длинной кистью, ягодами вишневого цвета с массой 0,56 г, содержанием АК 72,2 мг/100 г, устойчивый к мучнистой росе (поражение — 0,5 балла); 1665-30-51 (Ася × Виксне) с кисло-сладкими ягодами вишневого цвета с массой 0,42 г, содержанием антоцианов 339 мг/100 г, АК — 80,1 мг/100 г, РСВ — 12,6 %, суммой веществ с Р-витаминной активностью 1147 мг/100 г и устойчивостью к мучнистой росе (поражение — 0,5 балла).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев О.Н. Садовод и закон. М., 2001.
2. Минаков И.А. Основные направления развития ягодоводства в России. Мат. Всерос. науч.-метод. конф. «Состояние и перспективы развития ягодоводства в России». Орел, 2006: 15-46.
3. Белых А.М., Наконечная О.А. Эффективность производства и переработки плодово-ягодной продукции Новосибирской области. Мат. Межд. науч. конф. «Роль отрасли плодоводства в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого экономического роста». Самохваловичи, 2011: 274-277.
4. Камзолова О.И., Гуменюк В.Т., Липская С.Л. Химический состав ягод красной смородины в условиях Беларуси. Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Итоги и перспективы ягодоводства». Минск, 1999: 49-51.

5. Ильин В.С. Смородина красная. В сб.: Смородина. Челябинск, 2007: 280-342.
6. Макаркина М.А. Биохимическая оценка сортов и гибридов красной смородины в связи с их использованием в селекции и производстве. Автореф. канд. дис. Брянск, 2000.
7. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений /Под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд. перераб. и доп. Л., 1987.
8. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Е.Н. Седова. Орел, 1995.
9. Макаркина М.А., Баянова Л.В. Содержание биологически активных веществ в ягодах красной смородины. В сб.: Физиология растений — основа рационального земледелия. М., 1999: 74-75.
10. Баянова Л.В., Макаркина М.А., Голяева О.Д. Хозяйственная характеристика новых сортов красной смородины селекции ВНИИСПК. В сб.: Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа. Орел, 2000: 27-28.
11. Плохинский Н.А. Биометрия. М., 1970.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985.
13. Макаркина М.А. Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов. Автореф. докт. дис. Брянск, 2009.
14. Огольцова Т.П., Седова З.А., Осипова З.Ф. Итоги сортоизучения красной смородины в условиях юга Нечерноземной зоны РСФСР. В сб.: Селекция, сортоизучение, агротехника плодовых и ягодных культур. Орел, 1982: 42-55.
15. Баянова Л.В., Седова З.А., Осипова З.Ф. Результаты сортоизучения красной смородины. В сб.: Селекция и сортоизучение садовых культур. Орел, 1992: 123-135.
16. Макаркина М.А., Седова З.А. Аскорбиновая кислота в ягодах красной смородины. Генетика и селекция растений: крат. тез. докл. к предстоящей науч. конф. Орел, 1999: 16-17.
17. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999.
18. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Серова З.М. Селекция яблони на улучшение биохимического состава плодов. Сельскохозяйственная биология, 2011, 1: 76-84.
19. Огольцова Т.П., Седова З.А., Логачева О.В. Перспективы селекции черной смородины на улучшение химического состава ягод. В сб.: Селекция, сортоизучение, агротехника плодовых и ягодных культур. Орел, 1978, т. VIII, ч. I: 25-40.
20. Седов Е.Н., Седова З.А. Селекция яблони на улучшение химического состава плодов. Орел, 1982.

ГНУ Всероссийский НИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии,  
302530 Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина,  
e-mail: info@vniispk.ru, makarkina.m@mail.ru

Поступила в редакцию  
13 февраля 2012 года

## BREEDING THE RED CURRANT *Ribes rubrum* L. ON IMPROVED CHEMICAL COMPOSITION OF BERRIES

*M.A. Makarkina, O.D. Golyaeva*

### S u m m a r y

The red currant is notable for high productivity, an unpretentiousness in nursing, a winter hardiness, a resistance to double-flowering infection and gemmaceous tick. Its berries are valuable feedstock, have rich chemical composition. This article presented the results of studying of genofond of red currant from collection of All-Russian Research Scientific Institute of Orchard Culture on a content of soluble dry substances (SDS), organic acids, ascorbic acid (AA), P-active matter (anthocyanins, catechines, leucoanthocyanins) in berries. The authors studied the possibility for an improving of quality of red currant berries with the use in breeding of wild currant forms: bristly currant, purple-stemmed currant and Meyeri's currant. As second parent, the Jonkheer Van Tets variety, being the progeny of large-fruited subspecies of garden currant, was taken. The authors analysed a hybrid progeny, obtained from crossing of varieties, elite, superior seedlings, isolated on the first stage of studying. The hybrid seedlings were selected, which are the most of interest as candidate to the variety: 1360-19-88 (Ustina × self-fertilization) (AA content in berries to 122.3 mg/100 g, SDS — 15.2 %); 1352-20-27 (Niva × self-fertilization) (berries mass is 0.52 g, AA — 98.6 mg/100 g, SDS — 13.0 %); seedlings 1428-28-111, 1428-28-100, 1428-28-121 in family Marmeladnitsa × 44-5-78 (Chulkovskaya × Minnesota) (AA — 76.6, 81.8; 105.9 mg/100 g, respectively, and SDS — 14.3; 12.0; 10.6 %, resistance to powdery mildew — 0-1 scoring); 1661-31-29 (Niva × 261-65-19 [Jonkheer Van Tets × 312-209 (purple-stemmed currant)]) (berries mass is 0.56 g, resistance to powdery mildew — 0.5 scoring, AA — 72.2 mg/100 g); 1665-30-51 (Asya × Viksne) (anthocyanins content — 339 mg/100 g, sum of P vitamin — 1147 mg/100 g, berries mass is 0.42 g, resistance to powdery mildew — 0.5 scoring, AA — 80.1 mg/100 g, SDS — 12.6 %).