

МЕЖВИДОВАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ КРАСНОЙ СМОРОДИНЫ В СИБИРИ

А.Б. Горбунов, Т.А. Кукушкина, Т.А. Недовесова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, Золотодолинская, 101, Россия, gab_2002ru@ngs.ru

В результате изучения морфологических и биохимических особенностей созданных в ЦСБС межвидовых гибридов красной смородины показана возможность эффективного использования в селекции дикорастущих в Сибири видов. При этом особого внимания заслуживают отборные формы *Ribes atropurpureum* селекции ЦСБС. По комплексу морфологических и биохимических признаков отобрано семь межвидовых гибридов, которые необходимо размножить для передачи на Госсортоиспытание. Искусственные гибриды характеризуются высокой урожайностью, крупноплодностью, высокой завязываемостью ягод и высоким содержанием аскорбиновой кислоты. Созданный в ЦСБС уникальный гибридный фонд является основой для дальнейших интродукционных и селекционных исследований.

Ключевые слова: межвидовая гибридизация, красная смородина, смородина темно-пурпуровая, Сибирь.

ВВЕДЕНИЕ

Из известных 18 спонтанных межвидовых гибридов красной смородины в Сибири естественно произрастают 9: *Ribes atropurpureum* С.А. Meyer × *R. altissimum* Turcz. ex Pojark., *R. altissimum* × *R. atropurpureum*, *R. altissimum* × *R. glabellum* (Trautv. et Meyer) Hedl., *R. altissimum* × *R. spicatum* Robson, *R. altissimum* × *R. rubrum* L., *R. spicatum* × *R. triste* Pallas, *R. glabellum* × *R. triste*, *R. atropurpureum* × *R. hispidulum* (= *R. spicatum*) и *R. atropurpureum* × *R. vulgare* Lam. (Куриленко, 2001; Коропачинский, Милютин, 2006; Горбунов и др., 2011).

Из дикорастущей в Сибири красной смородины наибольший интерес для интродукции и селекции представляет смородина темно-пурпуровая (*R. atropurpureum*) и ее гибриды со с. обыкновенной – *R. vulgare*, с. высочайшей – *R. altissimum* и с. щетинистой – *R. hispidulum* (Горбунов, 2018). Однако дикорастущие виды используются в селекции недостаточно. К настоящему времени на основе межвидовой гибридизации *R. atropurpureum* с *R. vulgare* создан всего лишь один сорт 'Обской за-

кат' (Данилина, 2005). Тем не менее долгосрочная селекционная программа Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (г. Орел) предусматривает использование *R. atropurpureum* в межвидовых скрещиваниях для получения длиннокистных, крупноплодных, с повышенным содержанием аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ сортов (Голяева, 2015). Наши исследования по межвидовой гибридизации красной смородины (Горбунов, Недовесова, 2019) свидетельствуют о том, что гибриды, полученные от скрещивания отборных форм *R. atropurpureum* с *R. vulgare*, характеризуются высокой урожайностью, крупноплодностью, длиннокистностью, высокой завязываемостью плодов, компактностью кустов, высокими вкусовыми качествами плодов и их ценным биохимическим составом.

Цель настоящего исследования – морфологическая и биохимическая оценка перспективных межвидовых гибридов селекции ЦСБС в сравнении с их исходными видами и естественными гибридами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект исследований – искусственные и естественные межвидовые гибриды красной смородины и их исходные виды. Дикорастущие виды и естественные гибриды собраны на Салаирском кряже и в Горном Алтае. Искусственные гибриды получены в лаборатории интродукции пищевых растений ЦСБС СО РАН в 2004–2010 гг. в результате реципрокных межвидовых скрещиваний перспективных для интродукции и селекции форм

R. atropurpureum, *R. hispidulum* и *R. vulgare*. Из созданных 183 гибридов отобрано 10, семь из которых (IV-1-1, IV-1-19, IV-1-20, IV-1-21, IV-1-22, IV-1-23, IV-1-26) получены в комбинации скрещивания *R. atropurpureum* × *R. vulgare*, два (IV-1-33, IV-2-26) – в комбинации *R. vulgare* × *R. atropurpureum* и один (IV-1-6) – в комбинации *R. atropurpureum* × *R. hispidulum*. Морфологические особенности вегетативной и генеративной сфер и урожайность ис-

кустственных гибридов изучались в лаборатории интродукции пищевых растений ЦСБС СО РАН традиционными методами.

Для исследования биохимического состава плодов масса пробы каждого образца составляла не менее 200 г. В пробах определяли содержание сухих веществ, аскорбиновой кислоты, сахаров, титруемой кислотности, антоцианов, катехинов, протопектинов и пектинов, повторность трехкратная. Все биохимические показатели рассчитаны на сырую массу сырья. Анализы выполнены в лаборатории фитохимии ЦСБС СО РАН.

Содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты и сахаров изучалось по общепринятым методикам (Ермаков и др., 1987). Содержание суммы кислот определяли путем титрования аликвоты водной вытяжки щелочью (Ермаков и др., 1987; Кривенцов, 1982). Экстракцию антоцианов проводили в солянокислой среде, растирая образец в ступке в присутствии 1%-й соляной кислоты, нагревали на водяной бане (40–50 °С) в течение 20 мин, охлаждали и доводили до метки 250 мл соляной кислотой, отфильтровывали и измеряли на СФ-56 при длине волны 510 нм. Пересчетный коэффициент рассчитывали по цианидин-3,5-дигликозиду (Муравьева, 1987). Количественное содержание катехинов определяли спектрофотометрическим методом, основанном на способности катехинов давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. В две мерные пробирки переносили по 0.8 мл этанольного извлечения, в одну из них прибавляли 4 мл 1%-го раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте. Объем обеих пробирок доводили до 5 мл концентрированной соляной кислотой. Вторая пробирка служила в качестве раствора сравнения. Оптическую плот-

ность раствора измеряли на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 502 нм. Пересчетный коэффициент устанавливали по (\pm)-катехину “Sigma” (Кукушкина и др., 2003). Пектины определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанном на получении специфического желто-оранжевого окрашивания уроновых кислот с тимолом в сернокислой среде. Для получения воспроизводимых результатов удаляли сахара из мелкоизмельченных проб (навеска 5–10 г) горячим этанолом (из расчета получения конечной концентрации 80–82 %) на водяной бане с обратным холодильником в течение 20–30 мин трижды. Отфильтрованную пробу высушивали при 50 °С до исчезновения запаха спирта. Сначала водой при температуре 45 °С извлекали из пробы пектины, затем гидролизовали протопектины 0.3 N раствором соляной кислоты и 1%-м раствором лимоннокислого аммония по 30 мин на кипящей водяной бане с обратным холодильником. После демеоксилирования полученных экстрактов 0.05 N раствором соляной кислоты (при комнатной температуре в течение 30 мин) и дальнейшей нейтрализации растворов брали аликвоту (0.5 мл) в пробирку и по каплям добавляли охлажденную концентрированную серную кислоту при температуре не выше 4 °С. Затем пробирки кипятили на водяной бане в течение 6 мин и после охлаждения добавляли 0.1 мл 0.2%-го раствора тимолола в этаноле. Плотность окрашенных растворов измеряли на спектрофотометре Agilent 8453 (США) при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 1 см. Количественное содержание пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте (Кривенцов, 1989).

Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета Statistica 5.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Четырехлетние исследования морфологических и трехлетние исследования биохимических показателей гибридов позволили выявить ряд особенностей. В зависимости от комбинации скрещивания признаки имели промежуточное значение либо уклонялись в сторону одного из родителей, либо характеризовались более высокими или более низкими значениями по сравнению с родительскими формами (табл. 1). Во всех комбинациях скрещивания высота куста искусственных гибридов (116–190 см) занимала промежуточное положение между исходными видами – смородиной щетинистой (70–100 см) и с. темно-пурпуровой (150–240 см). Высота кустов трех из них (IV-1-26, IV-1-19 и IV-1-6) была на уровне с. обык-

новенной и естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. vulgare*. Высота кустов остальных семи образцов приближалась к с. темно-пурпуровой. Кусты формировали компактную крону, что в дальнейшем значительно облегчит применение механизации при уходе за растениями и сборе ягод. По длине кисти (6.1 ± 0.2 – 8.1 ± 0.3 см) гибриды IV-1-1, IV-1-20, IV-1-26, IV-1-22, IV-1-23, IV-1-33, IV-2-26, IV-1-6 близки к смородине обыкновенной (6.2 ± 1.6 см), а IV-1-19 (5.0 ± 0.5 см) – к с. темно-пурпуровой (5.0 ± 0.1 см) и трем естественным гибридам. По числу цветков в кисти (10.6 ± 0.6 – 13.5 ± 2.0 шт.) образцы IV-1-23, IV-1-1, IV-1-19, IV-1-20, IV-1-26, IV-1-6 уклонились в сторону с. обыкновенной (14.0 ± 3.2 шт.) и естествен-

Таблица 1

Морфологическая характеристика видов и межвидовых гибридов красной смородины*

Morphological characteristics of red currant species and interspecific hybrids

| Происхождение образца | Годы изучения | Высота куста, см | Длина кисти, см | Число цветков в кисти, шт. | Плотность кисти | Число ягод в кисти, шт. | Завязываемость ягод, % | Длина ягоды, мм | Диаметр ягоды, мм | Масса 1 ягоды, г | Число семян в 1 ягоде, шт. | Урожайность, г/куст | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Салаирский кряж, Горный Алтай | 2003–2016 | 150–240 | 5.0 ± 0.1 | 15.3 ± 0.2 | 4.2 ± 0.1 | 5.5 ± 0.2 | 35.9 ± 0.8 | 8.8 ± 0.1 | 9.8 ± 0.3 | 0.7 ± 0.02 | 6.7 ± 0.2 | 726.0 ± 100.7 max = 3900.0 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | <i>Ribes atropurpureum</i> | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | <i>R. hispidulum</i> | | | | | | | | | | | |
| Салаирский кряж | 2003–2016 | 70–100 | 5.4 ± 0.2 | 10.9 ± 0.3 | 3.1 ± 0.1 | 5.1 ± 0.2 | 47.4 ± 1.6 | 6.9 ± 0.2 | 7.2 ± 0.1 | 0.4 ± 0.02 | 4.5 ± 0.3 | 638.9 ± 90.5 max = 2291.7 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | <i>R. vulgare</i> | | | | | | | | | | | |
| Сорт 'Красная Андрейченко' | 2003–2016 | 120–130 | 6.2 ± 1.6 | 14.0 ± 3.2 | 3.8 ± 0.4 | 8.6 ± 1.0 | 63.1 ± 7.3 | 8.5 ± 1.0 | 8.5 ± 1.0 | 0.6 ± 0.1 | 4.3 ± 0.3 | 1158.2 ± 678.0 max = 1836.2 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Естественные гибриды <i>R. atropurpureum</i> × <i>R. vulgare</i> | | | | | | | | | | | |
| Салаирский кряж | 2003–2016 | 120–130 | 4.6 ± 0.2 | 12.6 ± 0.4 | 4.2 ± 0.1 | 5.1 ± 0.3 | 42.4 ± 2.4 | 8.3 ± 0.1 | 8.5 ± 0.2 | 0.5 ± 0.02 | 5.5 ± 0.2 | 1745.4 ± 185.7 max = 5965.4 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | <i>R. atropurpureum</i> × <i>R. hispidulum</i> | | | | | | | | | | | |
| Салаирский кряж | 2003–2016 | 180–190 | 5.0 ± 0.2 | 13.0 ± 0.9 | 3.7 ± 0.3 | 4.7 ± 0.4 | 36.5 ± 2.7 | 7.6 ± 0.2 | 7.9 ± 0.2 | 0.4 ± 0.03 | 4.7 ± 0.5 | 697.3 ± 150.8 max = 3460.0 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | <i>R. atropurpureum</i> × <i>R. altissimum</i> | | | | | | | | | | | |
| Горный Алтай | 2003–2016 | 150–170 | 4.8 ± 0.3 | 17.9 ± 1.0 | 5.1 ± 0.2 | 5.8 ± 0.5 | 32.4 ± 1.8 | 8.4 ± 0.2 | 9.1 ± 0.3 | 0.6 ± 0.03 | 7.0 ± 0.5 | 600.9 ± 169.6 max = 3150.0 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Искусственные гибриды <i>R. atropurpureum</i> × <i>R. vulgare</i> | | | | | | | | | | | |
| IV-1-1 | 2018–2020 | 145 | 6.1 ± 0.2 | 10.7 ± 0.2 | 2.8 ± 0.1 | 5.7 ± 0.2 | 53.1 ± 2.4 | 9.6 ± 0.3 | 9.8 ± 0.3 | 0.8 ± 0.03 | 4.7 ± 0.1 | 1909.7 ± 985.5, max = 3800.0 | | | | | | | | | | | | |
| IV-1-19 | 2016–2020 | 128 | 5.0 ± 0.5 | 11.1 ± 1.2 | 3.4 ± 0.5 | 5.5 ± 0.8 | 53.0 ± 9.9 | 8.9 ± 0.2 | 8.9 ± 0.2 | 0.7 ± 0.05 | 5.3 ± 0.8 | 1580.0 ± 641.6, max = 3310.0 | | | | | | | | | | | | |
| IV-1-20 | 2016–2020 | 155 | 6.7 ± 0.9 | 11.2 ± 1.2 | 2.7 ± 0.3 | 6.4 ± 0. | 58.6 ± 7.3 | 9.8 ± 0.3 | 9.9 ± 0.2 | 0.8 ± 0.03 | 5.3 ± 0.6 | 1806.3 ± 354.9, max = 2710.7 | | | | | | | | | | | | |
| IV-1-21 | 2016 | 135 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 895.9 | | | | | | | | | | | | |
| IV-1-22 | 2020 | 145 | 5.9 ± 0.3 | 8.8 ± 0.6 | 2.3 ± 0.1 | 6.4 ± 0.6 | 72.4 ± 3.7 | 9.4 ± 0.3 | 9.5 ± 0.3 | 0.8 ± 0.1 | 5.9 ± 0.7 | 1267.2 | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-----|------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|--------------------------------|
| IV-1-23 | 2020 | 165 | 7.1 ± 0.2 | 10.6 ± 0.6 | 2.8 ± 0.2 | 8.4 ± 0.7 | 78.9 ± 3.9 | 9.2 ± 0.3 | 9.3 ± 0.3 | 0.8 ± 0.1 | 4.3 ± 0.5 | 2678.3 |
| IV-1-26 | 2018–2020 | 116 | 6.3 ± 0.6 | 13.5 ± 2.0 | 3.1 ± 0.3 | 7.4 ± 0.6 | 57.8 ± 5.8 | 9.5 ± 0.2 | 9.4 ± 0.2 | 0.8 ± 0.1 | 6.1 ± 0.4 | 889.7 ± 271.4, max = 1417.9 |
| | | | <i>R. vulgare</i> × <i>R. atropurpureum</i> | | | | | | | | | |
| IV-1-33 | 2020 | 190 | 7.7 ± 0.3 | 10.0 ± 0.6 | 2.1 ± 0.1 | 7.1 ± 0.4 | 71.9 ± 2.6 | 9.6 ± 0.3 | 9.7 ± 0.3 | 0.7 ± 0.05 | 3.9 ± 0.4 | 913.3 |
| IV-2-26 | 2020 | 150 | 6.4 ± 0.2 | 7.5 ± 0.5 | 1.9 ± 0.1 | 4.7 ± 0.3 | 64.6 ± 3.7 | 9.8 ± 0.2 | 10.0 ± 0.3 | 0.9 ± 0.1 | 5.3 ± 0.9 | 633.3 |
| | | | <i>R. atropurpureum</i> × <i>R. hispidulum</i> | | | | | | | | | |
| IV-1-6 | 2020 | 130 | 8.1 ± 0.3 | 11.5 ± 0.8 | 2.7 ± 0.7 | 7.5 ± 0.6 | 65.6 ± 3.4 | 9.1 ± 0.2 | 8.1 ± 0.2 | 0.4 ± 0.04 | 4.0 ± 0.8 | 500.0 |

* Данные по морфологической характеристике видов и естественных межвидовых гибридов (за исключением высоты куста и максимальной урожайности) взяты из статьи А.Б. Горбунова (2018).

* Data on the morphological characteristics of species and natural interspecific hybrids (with the exception of bush height and maximum yield) are taken from the article by А.В. Gorbunov (2018).

ных гибридов *R. atropurpureum* × *R. vulgare* (12.6 ± 0.4 шт.) и *R. atropurpureum* × *R. hispidulum* (13.0 ± 0.9 шт.), а у форм IV-1-22, IV-1-33 и IV-2-26 (7.5 ± 0.5 – 10.0 ± 0.6 шт.) этот показатель был ниже, чем у исходных видов – с. обыкновенной и с. темно-пурпуровой (15.3 ± 0.2 шт.). Больше всего цветков формировалось в кисти естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. altissimum*. Плотность кисти у пяти гибридов первой комбинации скрещивания близка к плотности умеренно рыхлой кисти с. обыкновенной (3.8 ± 0.4) и естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. hispidulum* (3.7 ± 0.3), а у образца IV-1-22 кисть более рыхлая (2.3 ± 0.1). Во второй комбинации скрещивания (образцы IV-1-33 и IV-2-26) кисти были наиболее рыхлые (1.9 ± 0.1 – 2.1 ± 0.1). Самая плотная кисть отмечена у естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. altissimum* (5.1 ± 0.2). По числу ягод в кисти гибриды IV-1-1 и IV-1-19, (5.7 ± 0.2 и 5.5 ± 0.8 шт.) близки к с. темно-пурпуровой (5.5 ± 0.2 шт.), с. щетинистой (5.1 ± 0.2 шт.) и естественным гибридам (4.7 ± 0.4 – 5.8 ± 0.5 шт.), а образцы IV-1-23, IV-1-26, IV-1-33, IV-1-6 (7.4 ± 0.6 – 8.4 ± 0.7 шт.) – к с. обыкновенной (8.6 ± 1.0 шт.). Гибриды IV-1-22, IV-1-20 (6.4 ± 0.6 шт.) заняли промежуточное положение. Завязываемость ягод у гибридов очень высокая (53.0 ± 9.9 – 78.9 ± 3.9 %) и близка или превышает этот показатель у с. обыкновенной (63.1 ± 7.3 %). По длине ягоды гибриды всех комбинаций скрещивания (8.9 ± 0.2 – 9.8 ± 0.2 мм) значительно превосходят самые крупные ягоды с. темно-пурпуровой (8.8 ± 0.1 мм). Наиболее длинные ягоды отмечены во второй комбинации скрещивания (9.6 ± 0.3 – 9.8 ± 0.2 мм). По диаметру ягоды гибриды первой (8.9 ± 0.2 – 9.9 ± 0.2 мм) и второй (9.7 ± 0.3 – 10.0 ± 0.3 мм) комбинаций скрещивания близки к с. темно-пурпуровой (9.8 ± 0.3 мм) и естественному гибриду *R. atropurpureum* × *R. altissimum* (9.1 ± 0.3 мм). У гибрида IV-1-6 был самый небольшой диаметр ягоды (8.1 ± 0.2 мм), уклоняющийся в сторону с. щетинистой (7.2 ± 0.1 мм). По массе одной ягоды гибриды первой и второй комбинаций (0.7 ± 0.05 – 0.9 ± 0.1 г) близки к с. темно-пурпуровой (0.7 ± 0.02 г), а форма IV-1-6 (0.4 ± 0.04 г) уклоняется в сторону с. щетинистой (0.4 ± 0.02 г). По числу семян в одной ягоде гибриды IV-1-22 и IV-1-26 (5.9 ± 0.7 – 6.1 ± 0.4 шт.) близки к с. темно-пурпуровой (6.7 ± 0.2 шт.), а гибриды IV-1-1, IV-1-23, IV-1-33 и IV-2-26 (3.9 ± 0.4 – 5.3 ± 0.9 шт.) – к с. обыкновенной (4.3 ± 0.3 шт.). Образцы IV-1-19 и IV-1-20 занимали промежуточное положение. Меньше всего семян завязывалось у гибрида IV-1-6 (4.0 ± 0.8 шт.), почти как у исходного вида с. щетинистой (4.5 ± 0.3 шт.). Наибольшее число семян в ягоде отмечено у естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. altissimum* (7.0 ± 0.5 шт.). Самые крупные ягоды формировались у формы IV-1-20 (в среднем 10.3×10.3 мм, массой 0.9 г), IV-1-1 (10.0×10.0 мм, массой 0.9 г) и IV-2-26 (9.8×10.0 мм, массой 0.9 г). В 2019 г. при искусственном опылении образца IV-1-1 пыльцой естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. altissimum*, I-2-12 проявился гетерозисный эффект по величине плодов, сформировались ягоды размером до 14×15 мм и массой до 1.8 г.

Таблица 2

Химический состав ягод видов и межвидовых гибридов красной смородины, %*

Chemical composition of berries of red currant species and interspecific hybrids, %

| Наименование образца | Годы анализа | Сухое в-во | Аскорб. к-та, мг-% | Сахара | Кислотность | Антоцианы | Пектины | Протопектины | Катехины |
|-------------------------------|--------------|------------|--------------------|-----------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| Салаирский кряж, Горный Алтай | 2001–2018 | 13.3 ± 0.2 | 39.3 ± 1.4 | 4.9 ± 0.2 | 3.8 ± 0.1 | 0.06 ± 0.003 | 0.14 ± 0.01 | 0.19 ± 0.01 | 0.04 ± 0.004 |
| | 2003–2017 | 13.0 ± 0.8 | 32.6 ± 1.4 | 5.7 ± 0.5 | 4.1 ± 0.2 | 0.04 ± 0.01 | 0.14 ± 0.03 | 0.22 ± 0.05 | 0.09 ± 0.06 |
| Сорт 'Красная Андрейченко' | 2011–2016 | 12.8 ± 0.4 | 44.4 ± 2.2 | 4.9 ± 0.2 | 3.4 ± 0.5 | 0.03 ± 0.002 | 0.05 ± 0.02 | 0.15 ± 0.03 | 0.12 ± 0.06 |
| | 2008–2016 | 14.3 ± 0.3 | 30.8 ± 1.4 | 6.3 ± 0.2 | 3.2 ± 0.2 | 0.03 ± 0.002 | 0.12 ± 0.01 | 0.19 ± 0.02 | 0.09 ± 0.02 |
| Салаирский кряж | 2008–2013 | 13.3 ± 0.6 | 34.8 ± 5.2 | 3.3 ± 0.4 | 4.5 ± 0.9 | 0.05 ± 0.02 | 0.14 ± 0.04 | 0.18 ± 0.05 | 0.04 ± 0.01 |
| | 2001–2017 | 13.7 ± 0.4 | 42.1 ± 3.8 | 4.6 ± 0.4 | 4.1 ± 0.3 | 0.31 ± 0.04 | 0.18 ± 0.04 | 0.21 ± 0.01 | 0.05 ± 0.01 |
| Горный Алтай | 2018–2020 | 13.4 ± 0.3 | 43.0 ± 3.1 | 5.1 ± 0.9 | 3.7 ± 0.2 | 0.04 ± 0.01 | 0.15 ± 0.03 | 0.21 ± 0.04 | 0.03 ± 0.01 |
| | 2018–2020 | 12.7 ± 0.5 | 40.1 ± 5.1 | 4.7 ± 0.3 | 4.0 ± 0.5 | 0.04 ± 0.003 | 0.15 ± 0.03 | 0.18 ± 0.07 | 0.03 ± 0.003 |
| | 2018–2020 | 11.5 ± 0.6 | 47.3 ± 2.5 | 4.4 ± 0.7 | 3.6 ± 0.1 | 0.04 ± 0.01 | 0.14 ± 0.03 | 0.17 ± 0.04 | 0.03 ± 0.003 |
| | 2020 | 11.3 | 47.9 | 5.4 | 3.5 | 0.03 | 0.14 | 0.10 | 0.02 |
| | 2020 | 14.8 | 47.7 | 5.7 | 3.0 | 0.05 | 0.12 | 0.12 | 0.02 |
| | 2020 | 13.8 | 59.5 | 5.9 | 2.9 | 0.05 | 0.15 | 0.23 | 0.02 |
| IV-1-26 | 2018–2020 | 13.2 ± 0.3 | 42.8 ± 3.8 | 4.9 ± 0.2 | 3.8 ± 0.4 | 0.04 ± 0.01 | 0.17 ± 0.04 | 0.18 ± 0.07 | 0.04 ± 0.01 |
| | 2020 | 12.7 | 41.4 | 5.2 | 3.6 | 0.05 | 0.15 | 0.14 | 0.02 |
| IV-1-33 | 2020 | 12.6 | 50.2 | 4.8 | 3.7 | 0.03 | 0.11 | 0.12 | 0.02 |
| | 2020 | 13.3 | 51.5 | 5.6 | 3.5 | 0.06 | 0.16 | 0.23 | 0.02 |

* Данные по химическому составу видов и естественных межвидовых гибридов взяты из статьи А.Б. Горбунова, Т.А. Кукушкиной (2019).

* Data on the chemical composition of species and natural interspecific hybrids are taken from the article by А.В. Gorbunov, Т.А. Kukushkina (2019).

Искусственные гибриды вступили в пору плодоношения на 7-й год от посева семян и на 8-й год их урожайность составила 0.4–1 кг ягод с куста. В течение последующих трех лет (2018–2020) наиболее урожайными были IV-1-1 (в среднем 1909.7, максимум 3800.0 г/куст), IV-1-20 (1806.3 и 2710.7 соответственно), IV-1-19 (1580.0 и 3310.0), IV-1-23 (2678.3) и IV-1-22 (1267.2 г/куст). Средняя урожайность первых трех образцов такая же, как и у самоурожайного естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. vulgare*. Однако максимальная урожайность значительно выше у последнего. Необходимо заметить, что растения искусственных гибридов еще молоды, в дальнейшем их продуктивность будет выше. Разница по средней урожайности между видами смородины и естественными гибридами *R. atropurpureum* × *R. hispidulum* и *R. atropurpureum* × *R. altissimum*, а также между естественным и искусственными гибридами *R. atropurpureum* × *R. vulgare* статистически недостоверна. Максимальный урожай отмечен у естественного (5965.4 г/куст) и искусственных гибридов IV-1-1 (3800.0) *R. atropurpureum* × *R. vulgare*, а также у с. темно-пурпуровой (3900.0 г/куст). Средняя урожайность исходных видов и естественных гибридов *R. atropurpureum* × *R. hispidulum* и *R. atropurpureum* × *R. altissimum* была ниже, чем у искусственных гибридов.

Исследование химического состава ягод искусственных межвидовых гибридов красной смородины показало (табл. 2), что содержание аскорбиновой кислоты находится на уровне или превышает (40.1–51.5 мг%) самый высокий ее показатель (44.4 мг%), зафиксированный нами у смородины обыкновенной (Горбунов, Кукушкина, 2019). Максимальное содержание аскорбиновой кислоты (51.5 мг%) отмечено у гибрида смородины темно-пурпуровой со с. щетинистой IV-1-6. Сахаров, кислот, пектинов и протопектинов у искусственных гибридов накапливалось на уровне смородины темно-пурпуровой (4.9 ± 0.2 , 3.8 ± 0.1 , 0.14 ± 0.01 и 0.19 ± 0.01 % соответственно), количество антоцианов было промежуточным (0.04 %) между их содержанием у с. темно-пурпуровой (0.06 ± 0.003 %) и с. обыкновенной (0.03 ± 0.002 %), а у образца IV-1-6 – на уровне с. темно-пурпуровой). У образца IV-1-26, как и у с. темно-пурпуровой, катехинов накапливалось 0.04 ± 0.01 %, у остальных гибридов содержание катехинов было ниже (0.02–0.03 %).

Самое большое количество сахаров отмечено у естественного гибрида *R. atropurpureum* × *R. vulgare* (6.3 %), антоцианов и пектинов – у *R. atropurpureum* × *R. altissimum* (0.31 и 0.18 % соответственно), протопектинов – у с. щетинистой (0.22 %) и катехинов – у с. обыкновенной (0.12 %).

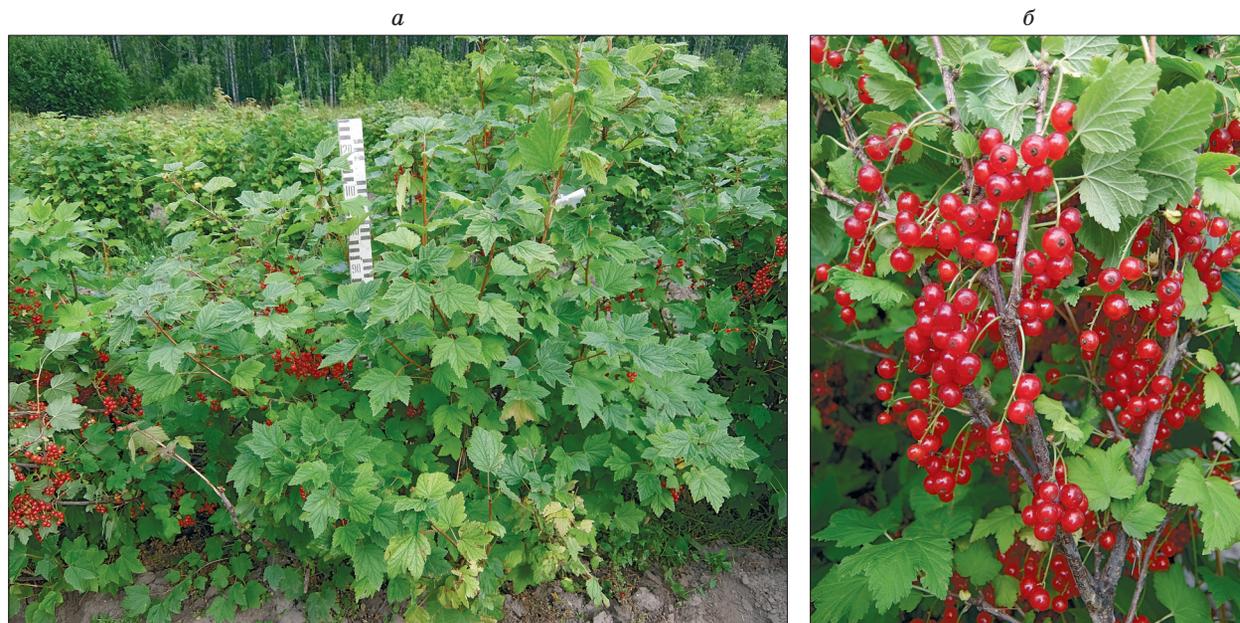


Рис. 1. Гибрид *Ribes atropurpureum* × *R. vulgare*, IV-1-20:
а – внешний вид растения; б – плодоношение.

Fig. 1. Hybrid of *Ribes atropurpureum* × *R. vulgare*, IV-1-20:
а – appearance of the plant; б – fruiting.

По комплексу признаков выделились перспективные для интродукции и селекции гибридные формы: IV-1-1 (крупноплодность; высокие показатели: урожайность, хорошая завязываемость плодов, большое содержание в ягодах сухого вещества, аскорбиновой кислоты, сахаров и протопектинов), IV-1-20 (рис. 1, а, б) и IV-1-19 (крупноплодность; высокие показатели: урожайность, завязываемость плодов, содержание в ягодах аскорбиновой кислоты), IV-1-22 и IV-2-26 (круп-

ноплодность; высокие: завязываемость плодов, содержание в ягодах аскорбиновой кислоты), IV-1-23 (крупноплодность; высокие: урожайность, завязываемость плодов, содержание в ягодах сухого вещества, аскорбиновой кислоты, сахаров и протопектинов), IV-1-26 (крупноплодность; высокие: завязываемость плодов, содержание в ягодах аскорбиновой кислоты и пектинов). Эти формы необходимо вегетативно размножить и передать на Госсортоиспытание.

ВЫВОДЫ

1. В результате изучения морфологических и биохимических особенностей созданных в ЦСБС СО РАН межвидовых гибридов красной смородины показана возможность эффективного использования в селекции дикорастущих видов Сибири. При этом особого внимания заслуживают отборные формы *R. atropurpureum* селекции ЦСБС СО РАН.

2. По комплексу морфологических и биохимических признаков отобрано семь межвидовых гибридов для передачи на Госсортоиспытание. Искусственные гибриды характеризуются высокой урожайностью, крупноплодностью, высокой завязываемостью ягод и высоким содержанием аскорбиновой кислоты.

3. Созданный в ЦСБС уникальный гибридный фонд является основой для дальнейших интродукционных и селекционных исследований.

Благодарности. Выражаем благодарность старшему лаборанту лаборатории фитохимии ЦСБС СО РАН И.В. Шевцовой за оказанную помощь в проведении эксперимента.

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада по проекту АААА-А17-117012610054-6. При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН, УНУ № USU 440534.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голяева О.Ю. Результаты 30-летней селекционной работы по красной смородине во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2015. 2:54–68.
- Горбунов А.Б. Красные смородины Салаирского кряжа и Горного Алтая, перспективные для интродукции и селекции // Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (смородина, крыжовник). Воронеж, 2018. 1:52–61.
- Горбунов А.Б., Кукушкина Т.А. Химический состав ягод видов и межвидовых гибридов красной смородины в условиях культуры // Химия раст. сырья. 2019. 3:85–93. <https://doi.org/10.14258/jcrpm.2019034815>
- Горбунов А.Б., Недовесова Т.А. Межвидовая гибридизация в селекции красных смородин в Западной Сибири // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2019. 6(1):35–38.
- Горбунов А.Б., Падутов В.Е., Баранов О.Ю. Межвидовые гибриды красных смородин (*Ribes atropurpureum* × *Ribes hispidulum*) Салаирского кряжа // Экол. генет. 2011. 9(3):68–74.
- Данилина Н.В. Обской закат // Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия. Новосибирск, 2005. С. 419–420.
- Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 430 с.
- Коропачинский И.Ю., Милютин Л.И. Естественная гибридизация древесных растений. Новосибирск, 2006. 223 с.
- Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // Сб. науч. тр. Гос. Никитского бот. сада. 1989. 109:128–137.
- Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982. 21 с.
- Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: Материалы VII Междунар. съезда. СПб., 2003. С. 64–69.
- Куриленко Т.К. Смородины подрода *Ribesia* (Berl.) Jancz. в центральной части Горного Алтая (Изменчивость, естественная гибридизация, отбор): Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2001. 125 с.
- Муравьева Д.А., Бубенчикова В.Н., Беликов В.В. Спектрофотометрическое определение суммы антоцианов в цветках василька синего // Фармация. 1987. 5:28–25.

Информация об авторах:

Горбунов Алексей Борисович – доцент, канд. биол. наук, в.н.с. лаборатории интродукции пищевых растений, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия).

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8102-0529>

e-mail: gab-2002ru@ngs.ru

Кукушкина Татьяна Абдулхаиловна, с.н.с. лаборатории фитохимии, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия).

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8870-6101>

e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru

Недовесова Татьяна Анатольевна – ст. лаборант лаборатории интродукции пищевых растений, Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, Россия).

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-9896-4689>

e-mail: nedovesova.tatyana@gmail.com

Для цитирования: Горбунов А.Б., Кукушкина Т.А., Недовесова Т.А. Межвидовая гибридизация красной смородины в Сибири // Раст. мир Азиатской России. 2021. 1:66–74. DOI: 10.15372/RMAR20210106

INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION OF RED CURRANT IN SIBERIA

A.B. Gorbunov, T.A. Kukushkina, T.A. Nedovesov

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
101, Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia, gab_2002ru@ngs.ru

The aim of the research was morphological and biochemical assessment of promising interspecific hybrids of breeding in CSBG in comparison with their original species and natural hybrids. Morphological features of the vegetative and generative spheres, yield and biochemical composition of fruits were studied by traditional methods. As a result of studying morphological, biological and biochemical features of interspecific hybrids of red currant created in CSBG, the possibility of effective use of wild Siberia species in breeding is shown. At the same time, special attention should be paid to *Ribes atropurpureum* forms selected in CSBG. According to the complex of morphological and biochemical characteristics, there were selected seven interspecific hybrids, which must be propagated and transferred to the State cultivar testing. Artificial hybrids are characterized by high yield, berry setting, content of ascorbic acid, and large fruit. A unique hybrid pool created in CSBG is the basis for further introduction and breeding.

Key words: interspecific hybridization, red currant, *Ribes atropurpureum*, Siberia.

Acknowledgements. The work was performed within the framework of the state assignment of the Central Siberian Botanical Garden under the project № AAAA17-117012610054-6. Materials of the bioresource scientific collection of the CSBG SB RAS (UNU № USU 440534) were used in the preparation of the publication.

REFERENCES

- Danilina N.V.** Ob sunset [Obskoj zakat] // Pomology. Siberian varieties of fruit and berry crops of the 20th century [Pomologiya. Sibirskie sorta plodovyh i yagodnyh kul'tur XX stoletiya]. Novosibirsk, 2005. P. 419–420.
- Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peruan-skij Yu.V., Lukovnikova G.A., Ikonnikova M.I.** Biochemical research methods of plants [Metody biokhimeskogo issledovaniya rastenij]. L., 1987. 430 p.
- Golyaeva O.Yu.** Results of 30-year selection work on red currant in the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Selection // Modern horticulture – Contemporary horticulture. 2015. 2:54–68.
- Gorbunov A.B.** Red currants of the Salair Ridge and Gorny Altai, promising for introduction and breeding [Krasnye smorodiny Salairskogo kryazha i Gornogo Altaya, perspektivnye dlya introdukcii i selekcii] // Modern trends in sustainable development of berry growing in Russia (currants, gooseberries) [Sovremennyye tendentsii ustoychivogo razvitiya yagodovodstva Rossii (smorodina, kryzhovnik)]. Voronezh, 2018. 1:52–61.

- Gorbunov A.B., Kukushkina T.A.** The chemical composition of the berries of species and interspecific hybrids of red currant in culture // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2019. 3:85–93. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2019034815>
- Gorbunov A.B., Nedovesova T.A.** Interspecific hybridization in red currant breeding in Western Siberia // Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops. 2019. 6(1):35–38.
- Gorbunov A.B., Padutov V.E., Baranov O.Yu.** Interspecies hybrids of red currants (*Ribes atropurpureum* × *Ribes hispidulum*) on the Salair ridge // *Ecological Genetics*. 2011. 9(3):68–74.
- Koropachinskij I.Yu., Milyutin L.I.** Natural hybridization of woody plants. [Yestestvennaya gibrizatsiya drevesnykh rasteniy] Novosibirsk, 2006. 223 p.
- Krivencov V.I.** Carbazole-free method of quantitative spectrophotometric determination of pectin substances [Beskarbazol'nyj metod kolichestvennogo spektrofotometricheskogo opredeleniya pektinovykh veshchestv] // *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 1989. Vol. 109. P. 128–137.
- Krivencov V.I.** Methodical recommendations for the analysis of fruits for biochemical composition. [Metodicheskie rekomendacii po analizu plodov na biokhimicheskij sostav]. Yalta, 1982. 21 p.
- Kukushkina T.A., Zykov A.A., Obuhova L.A.** Ordinary cuff (*Alchemilla vulgaris* L.) as a source of medicines [Manzhetka obyknovennaya (*Alchemilla vulgaris* L.) kak istochnik lekarstvennykh sredstv] // *Aktual'nye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoho proiskhozhdeniya: materialy VII Mezhdunarodnogo s'ezda*. SPb, 2003. P. 64–69.
- Kurilenko T.K.** Currants of the subgenus *Ribesia* (Berl.) Jancz. in the central part of Gorny Altai (Variability, natural hybridization, selection) [Smorodiny podroda *Ribesia* (Berl.) Jancz. v central'noj chasti Gornogo Altaya (Izmenchivost', estestvennaya gibrizatsiya, otbor)]: Dis...Ph. D. Biology. Novosibirsk, 2001. 125 p.
- Murav'eva D.A., Bubenchikova V.N., Belikov V.V.** Spectrophotometric determination of the amount of anthocyanins in flowers of blue cornflower [Spektrofotometricheskoe opredelenie summy antocianov v cvetkah vasil'ka sinego] // *Farmaciya*. 1987. 5:28–25.

Поступила в редакцию 18.12.20 г.,
после доработки – 12.01.21 г.,
принята к публикации 14.01.21 г.

Author info:

Gorbunov Aleksey Borisovich – PhD in Biology, Assoc. Professor, Principal Researcher, Laboratory of Food Plant Introduction, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101, Zolotodolinskaia str., Novosibirsk, 630090, Russia).

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8102-0529>

e-mail: gab-2002ru@ngs.ru

Kukushkina, Tatyana Abdulkhailovna, senior researcher, laboratory of phytochemistry Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101, Zolotodolinskaia str., Novosibirsk, 630090, Russia).

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8870-6101>

e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru

Nedovesova Tatyana Anatolievna – Senior Laboratory Assistant, Laboratory of Food Plant Introduction, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (101, Zolotodolinskaia str., Novosibirsk, 630090, Russia).

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-9896-4689>

e-mail: nedovesova.tatyana@gmail.com

For citation: Gorbunov A.B., Kukushkina T.A., Nedovesov T.A. Interspecific hybridization of red currant in Siberia // *Flora and vegetation of Asian Russia*. 2021. 1:60–74. DOI: 10.15372/RMAR20210106