

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОРТОВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР (РОД *Prunus* L.), УСТОЙЧИВЫХ К КОККОМИКОЗУ\* (обзор)

М.С. ЛЕНИВЦЕВА<sup>1</sup>, Е.Е. РАДЧЕНКО<sup>1</sup>, А.П. КУЗНЕЦОВА<sup>2</sup>

Ассортимент устойчивых к коккомикозу сортов и гибридов косточковых культур (род *Prunus* L.) достаточно широк. В России это гибриды вишни ВП-1, Рубин, Возрождение № 1, Олимп, (А.Ф. Колесникова с соавт., 1998), Пушкинская, Акварель, Фея, Практичная, Зеленоглазка (Р.А. Чмир, 2003), сорта вишни Ливенская, Мценская, Новелла, черешня Поэзия, клоновые подвои В-2-180, В-2-230 (А.А. Гуляева с соавт., 2007), Русинка, Бусинка, Юбилейная 3, Память Сахарова (О.Н. Карташова, 2009), АИ, 3-115, 10-15 (А. Кузнецова с соавт., 2010), образцы вишни Hindenburg, Обновленная, Ночка 2, Ранняя 2, черешни — Мускатная Красная, Ройаль 23/16, Сладкая Сентябрьская, Цешенская Октябрьская (М.С. Ленивцева с соавт., 2010). На Украине выращивают устойчивые сорта Аншлаг, Ласуна, Любимица Туровцева (М.И. Туровцев с соавт., 2011), в Белоруссии — сорт вишни Живица (Э.П. Сябарова с соавт., 2002), в Литве — сорта Big Starking, Griot Ukrainiskij, Maraska, Samsonovka (D. Gelvonauskienė с соавт., 2004). В Польше выделены устойчивые сорта Melitopolska, Fortuna, Minister Podbielski, Zagoriewska (G. Hodun с соавт., 2000; Z.S. Grzyb с соавт., 2004); в Республике Молдова — сорта черешни Карешова, Каштанка, Винка выделены (Е. Чебан, 2005); в Германии — клоны 5,55 и 13,122 (В. Wolfram, 2000), а также сорта Алмаз (выведен в России), Köröser Gierstädt, Coralin и виды *P. maackii*, *P. canescens* (M. Schuster, 2004, 2008; M. Schuster с соавт., 2004, 2013, 2014); в Италии — сорта черешни Celeste и Giorgia (G. Romanazzi, 2005); в Венгрии — Linda, 11/106, Piramis, Csengödi (Z. Rozsnyau с соавт., 2005; J. Apostol, 2008); в США — Алмаз, Gisela 6, *P. canescens* (P.S. Wharton с соавт., 2003; P.S. Wharton с соавт., 2005). В представленном обзоре обсуждаются возможности пополнения запаса эффективных генов устойчивости за счет изучения мировой коллекции, интрогрессии, исследования генетического контроля устойчивости косточковых культур к коккомикозу. Показано, что устойчивость к возбудителю коккомикоза у образцов рода *Prunus* L. обычно доминирует и контролируется моно-, олиго- и полигенно. Проявление признака зависит от использования устойчивых образцов в качестве материнских или отцовских форм (А.Ф. Колесникова, 1982; Н.И. Туровцев с соавт., 1983; М.В. Каньшина, 2007; J. Apostol, 2000, 2008). Устойчивость наиболее популярного донора — вишни Маака экспрессируется во втором и третьем поколениях гибридов (И.Э. Федотова с соавт., 2001). Показано доминирование устойчивости у *P. serrulata* и *P. maximowiczii* (М.С. Чеботарева, 1993). Гибридные формы 85017, 82990, 83187, 85023, полученные с участием видов вишни курильской, сахалинской, Максимовича и *P. serrulata*, рекомендуются в качестве доноров устойчивости к коккомикозу (Н.Г. Горбачева, 2011). Отмечено существенное снижение устойчивости у межвидового гибрида Алмаз, который широко используется в селекции на иммунитет. Необходимо расширять генетическое разнообразие возделываемых сортов, используя в селекции не только производные вишни Маака, но и другие устойчивые к коккомикозу виды косточковых культур: *P. kurilensis* Miyabe, *P. sargentii* Rehd., (M. Schuster, 2004), *P. incisa* Thunb., *P. pseudocerasus*, *P. subhirtella* Mig. (M. Schuster, 2004; M. Schuster с соавт., 2004), *P. concinna* Koehne, *P. conradinae* (Koehne) Yu. et Li (М.С. Чеботарева, 1986), *P. canescens* Bois. (М.С. Чеботарева, 1986; M. Schuster с соавт., 2013, 2014; T. Stegmeir с соавт., 2014), *P. padus* L., *P. serotina* Ehrh., *P. asiatica* Kom., *P. incana* Stev. (М.С. Чеботарева, 1986), *P. glandulosa* Thunb. (М.И. Вышинская, 1984; М.С. Чеботарева, 1986), а также вести селекцию с учетом изменчивости популяций патогена.

Ключевые слова: косточковые культуры, коккомикоз, устойчивость, дикие виды рода *Prunus* L.

Одна из главных причин сокращения площадей возделывания черешни и вишни — сильное поражение сортов и подвоев коккомикозом. Возбудитель этого заболевания — гриб *Coccomyces hiemalis* (Higg.), конидиальная стадия *Cylindrosporium hiemale* (Higg.), syn. *Blumeriella jaapii* (Rehm) v. Arx. Наиболее радикальный способ борьбы с прогрессирующим коккомикозом — поиск и создание устойчивого к патогену сорта сорта черешни и вишни. Рациональная стратегия селекции на устойчивость к болезням и

\* Поддержано грантом № 16-44-230323 р\_а Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Краснодарского края, в рамках госзадания ФАНО России.

вредителям должна предусматривать расширение генетического разнообразия возделываемых сортов. В литературе обсуждается несколько способов решения задачи: чередование во времени сортов с разными генами устойчивости, селекция мультилинейных сортов (смесей фенотипически сходных линий, различающихся по генам устойчивости), возделывание сортов с разными генами устойчивости в ареале возбудителя (мозаики), объединение в одном сорте различных генов устойчивости (пирамидирование). Реализация любой из этих стратегий основана на изучении наследования устойчивости и создании новых доноров, защищенных эффективными генами устойчивости.

Интенсивные исследования устойчивости генетических ресурсов косточковых культур к *C. hiemalis* в России и странах бывшего СССР были начаты с конца 1960-х годов. Поражение коккомикозом черешни и вишни анализировали во всех зонах распространения возбудителя заболевания: средняя полоса России (1), Северный Кавказ (2), Украина (3), Молдавия (4), Белоруссия (5), Прибалтика (6), Грузия (7). Устойчивость косточковых изучали также в Германии (8, 9), Польше (10, 11), Румынии (12), США (13). Было установлено, что высокоустойчивых сортов вишни и черешни не существует, и выделены немногочисленные сорта, характеризующиеся полевой устойчивостью. Для средней полосы России это сорта вишни Памяти Вавилова, Жуковская, Комсомольская, Северянка, Тургеневка (1), для Белоруссии — сорта вишни Сеянец № 1, Сеянец № 2, Жуковская, Глубокская, Звездочка, Комсомольская, Памяти Вавилова и сорта черешни Аэлита, Белобокая Ранняя, Красавица, Орловская Розовая, Северная (5), для условий Мелитопольской области Украины — сорта черешни Бигарро Оратовского, Винка, Днепровка, Изюмная, Консервная, Транспортабельная, Францис (3). При широкомасштабном скрининге в США выделены сорта черешни Yellow Glass, Shmidt, Emperor Francis, в Германии — сорта вишни Karneol, Morina, Safir, Topas, в Польше — сорта вишни Jareniywka, Wloszkowice, Wryble (8-13).

Результаты изучения всего видového разнообразия косточковых культур достаточно убедительно показали, что интрогрессия — наиболее перспективный способ расширения генетического разнообразия черешни и вишни по устойчивости к коккомикозу. Интерес для селекции представляют образцы дикорастущих видов вишни *Prunus maackii* Rupr. [syn. *Cerasus maackii* (Rupr.) Erem. et Simag., *Padus maackii* Komar., *Laurocerasus maackii* Schnaid.] (5, 14-20), *P. kurilensis* Miyabe [syn. *C. nipponica* var. *kurilensis* (Miyabe) Erem. et Yushev, *C. kurilensis* Kaban. et Vorobiev, *P. nipponica* var. *kurilensis* Wils.], *P. sargentii* Rehd. [syn. *C. sargentii* (Rehd.) Erem. et Yushev, *Cerasus sachalinensis* Komar. et Klob. Aliss.], *P. maximowiczii* Rupr. [syn. *Padellus maximowiczii* (Rupr.) Erem. et Yushev, *C. maximowiczii* Kom.] (5, 14, 17-20), *P. serrulata* Lindl. [syn. *C. serrulata* var. *lannesiana* (Carr.) Erem. et Yushev, *C. serrulata* G. Don.], *P. incisa* Thunb. [syn. *C. incisa* Lois.], *P. pseudocerasus* Lindl. [syn. *C. pseudocerasus* G. Don.], *P. canescens* Bois. [syn. *C. canescens* (Bois.) Erem. et Yushev], *P. subhirtella* Mig. (14, 17-22), *P. concinna* Koehne, *P. conradinae* (Koehne) Yu. et Li (17); черемухи *P. padus* L. [syn. *Padus racemosa* Gilib.], *P. serotina* Ehrh. [syn. *Padus serotina* Borkh.], *P. asiatica* Kom. (5, 17); микровишни *P. incana* Stev. [syn. *Cerasus incana* Spash., *Microcerasus incana* Roem., *Microcerasus incana* var. *araxina* (Pojark.) Erem. et Yushev] (17), *P. glandulosa* Thunb., [syn. *Cerasus glandulosa* Lois., *Microcerasus glandulosa* (Thunb.) Roem.] (5, 17).

В результате отбора и селекции в России создан обширный фонд устойчивых к болезни сортов, гибридов, клоновых подвоев черешни и виш-

ни. Среди них межвидовые гибриды и сорта вишни ВП-1, Рубин, Возрождение № 1, Олимп, № 30014, 31414 (23-24), Пушкинская, Акварель, Джусси Фрут, Бриллиант, Фея, Практичная, Памяти Вавилова, Харитоновская, Устойчивая, Зеленоглазка (16), сорта вишни Ливенская, Мценская, Новелла, Орлица, черешня сорта Поэзия, клоновые подвои В-2-180, В-2-230, В-5-88, В-5-182 (25), сорта Русинка, Бусинка, Юбилейная 3, Шакировская, Баллада, Полянка, Память Сахарова (26), 3-90, 11-17, АИ, 3-115, 10-15 (27), образцы вишни Hindenburg, Ujfehertha Fürthosh, Подбельская, Обновленная, Lunered Mont Burholder, Ночка 2, Ранняя 2, черешни — Мускатная Красная, Орловская (3734), Планета, Полянка 1043, Ройаль 23/16, Lamogu Guigne, Сладкая Сентябрьская, Цешенская Октябрьская (28).

В Государственный реестр сортов растений Украины в последние годы введены устойчивые сорта, полученные с участием черешни Цешенская Октябрьская: Аншлаг, Ласуня, Любимица Туровцева (29). В Белоруссии выделен устойчивый к коккомикозу сорт вишни Живица (30), в Литве — сорта Big Starking, Griot Ukrainskij, Maraska, Samsonovka, Oblacinska, Vytėnų žvaigždė, Recta (31). Сорт черешни Karešova среднеустойчив к коккомикозу в Чехословакии (32). В Польше выделены устойчивые сорта вишни Melitopolska, Fortuna, Minister Podbielski, Zagoriewskaja, Stevensbaer, Pomiaty Vavilova, Oblacińska (11, 33). Сорта черешни Карешова, Каштанка, Винка, Масловская и Поздняя Лермонтова созданы в Республике Молдова (34). В Болгарии устойчив сорт черешни Patriotca Krima (35). В Германии выделены клоны вишни 5,55; 13,122 и 19,130 (9), а также сорта Алмаз (русская селекция), Köröser Gierstädt, Korai Pipacsmeggy, Coralín и *P. maackii* (18, 20, 36, 37). В Италии созданы сорта черешни Celeste и Giorgia (38), в Венгрии Linda, 11/106, Piramis (39-41). В США показали устойчивость сорта Алмаз и Gisela 6 (21-22). Образцы вишни Алмаз, Новелла, Жуковская, Памяти Вавилова, Луч, Степной Родник, Фея, Харитоновская, ВП-1, Рубин, Oblacinska и другие устойчивы к болезни в разных регионах России и за рубежом. Сорта черешни Сладкая Сентябрьская и Цешенская Октябрьская устойчивы к болезни в Краснодарском крае, в Крыму и на Украине (42).

В настоящем обзоре мы впервые обобщаем результаты изучения генетического контроля устойчивости косточковых культур к коккомикозу как в России, так и за рубежом.

Во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства (ВСТИСП, г. Москва) показано, что в комбинациях скрещиваний сортов вишни устойчивые × устойчивые большинство сеянцев обладало повышенной невосприимчивостью к коккомикозу, а в семьях, полученных от скрещивания поражаемых образцов, преобладали растения с сильным развитием заболевания. Количество неустойчивых сеянцев варьировало от 23,4 % (в комбинации Любская × Ширпотреб) до 65,7 % (вишня степная × Ширпотреб). При прямых и обратных скрещиваниях устойчивых сортов с поражаемыми в большинстве семей более половины гибридного потомства характеризовалось повышенной устойчивостью к возбудителю коккомикоза. Количество устойчивых растений варьировало от 52,9 % (комбинация Церападус № 1 × Любская) до 95,4 % (семья Гриот Московский × Церападус № 2) (43). Сходные результаты получены А.А. Мелешкевичем в Белоруссии (44). Относительную устойчивость проявили те гибриды, где в качестве родителей были взяты устойчивые сорта (Кистевая × Новодворская 2/3), в комбинациях поражаемые × поражаемые преобладали восприимчивые сеянцы.

В Украинском НИИ орошаемого садоводства (г. Мелитополь) при использовании в качестве материнской формы сорта черешни Францис

получены относительно устойчивые сорта Солнечный Шар, Винка, Мелитопольская Розовая. Предполагается, что влияние материнского генотипа на проявление признака устойчивости у сеянцев выражено более отчетливо, чем отцовского. При скрещивании восприимчивых сортов отмечен высокий процент восприимчивых сеянцев (3).

Наиболее высокую устойчивость в Брянской области проявили сеянцы черешни гибридных семей 8-14 × 3-36, 3-36 × 6-72, 3-36 × Янтарная. Доля высокоустойчивых сеянцев в этих семьях варьировала от 23 до 50 %. При анализе 15 гибридных семей вишни выявлено высокое общее генетическое разнообразие. В восьми гибридных семьях оно обусловлено аддитивными, в семи — неаддитивными взаимодействиями генов. По мнению автора, устойчивость к коккомикозу контролируется олигогенами и полигенами (45).

В работах по генетическому контролю устойчивости вишни к возбудителю коккомикоза и селекции сортов преимущественно описываются эксперименты с вишней Маака (*P. maackii*). В селекцию этот вид был вовлечен еще И.В. Мичуриным. При скрещивании вишни степной с черемухой (вишней) Маака Мичурин получил Церападус № 1. В дальнейшем был создан ряд церападусов и падоцерусов. Во Всероссийском НИИ генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина (ВНИИСиГПР, г. Мичуринск) в результате отбора из гибридной популяции (Падоцерус М × вишне-черешня Новоселка) × сорт Памяти Вавилова получен гибрид А-135 (Алмаз). О.С. Жуков и Л.А. Щекотова (46) в потомстве от скрещивания этого гибрида с сильновосприимчивыми сортами отобрали около 50 % высокоустойчивых сеянцев. Он рекомендован в качестве источника моногенной устойчивости к коккомикозу. При анализирующем скрещивании с сортом Любская наблюдали расщепление 1:1, то есть ген устойчивости к коккомикозу находился в доминантном состоянии. Ген устойчивости гибрида Алмаз обозначен авторами символом А (46). При дальнейшем сравнительном изучении потомств этого гибрида, относительно устойчивого сорта Жуковская и сильновосприимчивого сорта Любская наиболее высокий процент устойчивых сеянцев наблюдали в потомстве у гибрида, средний — у сорта Жуковская, наименьший — у сорта Любская. Сорта вишни, различающиеся по устойчивости, оказались гетерозиготными по этому признаку, следовательно, степень поражения коккомикозом контролируется полигенно (46). На основе гибрида Алмаз созданы устойчивые к коккомикозу адаптивные доноры, подвои и сорта. Впоследствии получены вишне-черемуховые гибриды, которые, наряду с устойчивостью к этой опасной болезни, обладают хорошим качеством плодов: Бриллиант, Коралл, Луч, Степной Родник, Фея, Харитоновская (47). По данным Р.А. Чмир, полигенной устойчивостью к коккомикозу характеризуются образцы Падоцерус Б, Пушкинская, Акварель, Джусси Фрут, Бриллиант, Фея, Практичная, Памяти Вавилова, Харитоновская, Устойчивая, Зеленоглазка (16).

Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, Орловская обл.) от скрещивания вишни Маака с сортами вишни обыкновенной получены гибриды F<sub>1</sub> и отобраны доноры устойчивости к коккомикозу: ВП-1, Рубин, № 28889 (48). Судя по характеру расщепления потомства у образца Церападус 28768 (ВП-1) от самоопыления и свободного опыления, он гетерозиготен по устойчивости. В потомстве этого образца наблюдали доминирование признака: соотношение устойчивых и восприимчивых сеянцев составляло 3:1 (49).

В качестве источников устойчивости к коккомикозу и адаптивности предлагаются гибриды вишни Возрождение № 1 (Золушка × ВП-1), ЭЛС

ПИ 15-21 (ВП-1 × Муза F<sub>2</sub>) и ЭЛС ПИ 14-1 (Муза × Возрождение № 1 F<sub>3</sub>), тетраплоид № 1-36 (Шоколадница × *P. serrulata* Hally Tolivetta), триплоиды № 1-13 (Шоколадница × *P. incisa*) и № 2-13 (Шоколадница × *P. kurilensis* Долинск 5) (50). От беккроссных скрещиваний сортов вишни Памяти Вавилова, Любская, Владимирская, Золушка, Муза, Тургеневка с производными вишни Маака во ВНИИСПК создан гибридный фонд, выделены и размножены перспективные сеянцы. Различия по устойчивости к коккомикозу между реципрокными гибридами F<sub>2</sub> и F<sub>3</sub> не выявлены. В связи с увеличением возраста деревьев, ухудшением их общего состояния, массовым накоплением гриба отмечено снижение степени устойчивости гибридов. Тем не менее, при беккроссах сохраняется высокая устойчивость вишни Маака не только во втором, но и в третьем поколениях (24).

Согласно исследованиям Е.Н. Джигадло и А.А. Гуляевой (51), доноры моногенной устойчивости к коккомикозу, созданные во ВНИИСПК на основе вишни Маака, — ВП-1, 28889, Рубин, 30013, Олимп, 30020, Возрождение № 1, Возрождение № 2 (31414), Долгожданная представляют интерес для использования в селекции. Оценка устойчивости сеянцев вишни обыкновенной, полученных от беккроссных скрещиваний с вишней Маака, выявила весьма небольшое число высокоустойчивых растений. Так, в семьях ВП-1 от самоопыления найдено 7,4 % сеянцев с высокой устойчивостью, в комбинации ВП-1 × Владимирская — 11,1 %, ВП-1 × черешня Мускатная — 0,3 %, Любская × 28889 — 0,7 %, Любская × Рубин — 2,1 %, Любская урожайный клон × Рубин — 2,6 %, 31414 × 33585 — 7,7 %. Большая часть устойчивых сеянцев отмечена в семьях, полученных с участием ВП-1. По мнению авторов, использование отдаленных гибридов вишни обыкновенной с вишней Маака в беккроссных скрещиваниях с вишней обыкновенной ведет к снижению устойчивости к коккомикозу у гибридных потомств. С участием ВП-1 на Свердловской селекционной станции садоводства получены устойчивые к коккомикозу гибриды 1-53-86, 1-35-89, 1-39-89, с использованием сорта Алмаз — 7-15-83, 8-37-82 (52).

Во Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) при скрещивании иммунного образца *P. serrulata* var. *lannesiana* (№ 2) с восприимчивыми сортами черешни Крепыш, Кубань, Любимица Дуки и при свободном опылении в F<sub>1</sub> устойчивость доминировала в полевых опытах и при искусственном заражении. Очевидно, образец *P. serrulata* var. *lannesiana* № 2 имеет доминантный ген (гены) устойчивости. В комбинации *P. serrulata* var. *lannesiana* № 1 × *P. avium* L. наблюдали полное доминирование устойчивости, однако при реципрокном скрещивании отмечено неполное доминирование признака, что можно объяснить влиянием материнской цитоплазмы. В семьях от скрещиваний сорт Французская Черная × *P. sargentii* (вишня сахалинская 3/75) и Французская Черная × *P. serrulata* (Батуми 1) все сеянцы оказались высоковосприимчивы к грибу. Впоследствии при скрещивании *P. serrulata* var. *lannesiana* № 2 с восприимчивым сортом черешни Французская Черная выявлено полное доминирование устойчивости. При использовании этого образца в качестве отцовской формы в скрещивании с восприимчивым сортом вишни Жагарская отмечено неполное доминирование признака. Доминирование устойчивости, кроме *P. serrulata* var. *lannesiana* № 2, обнаружено также у образца *P. maximowiczii* (вишня Максимовича) (17, 53).

С участием диплоидных видов вишни курильской, сахалинской, Максимовича и *P. serrulata* получены гибридные формы (85017, 82990, 83187, 85023), которые рекомендуются в качестве доноров устойчивости к коккомикозу (54). Оценка сеянцев, полученных И.Э. Федотовой и А.Ф. Ко-

лесниковой при скрещивании видов вишни *P. incisa*, *P. serrulata*, *P. kurilensis*, *P. sargentii*, по устойчивости к коккомикозу на жестком инфекционном фоне показала, что в среднем по всем комбинациям 65,45 % семян были устойчивыми, из них 32,93 % оказались иммунными. Число иммунных семян зависит от взаимодействия полигенов материнского растения (сорта) с олигогенами отцовской родительской формы (дикаго вида). Меньше всего поражаются грибом семена, полученные от скрещивания сорта Ровесница (высокая полигенная устойчивость) с образцом *P. serrulata* (55).

В США сорт Алмаз (Almaz), полученный из Крымска образец *P. fruticosa* 18-6-44, а также образец GI 148-1, имеющий в родословной устойчивый вид *P. canescens*, при свободном опылении проявили высокую устойчивость к коккомикозу (21, 22, 56). Сорт Алмаз получен с использованием вишни Маака, а GI 148-1 — *P. canescens*, то есть устойчивость этих форм, вероятно, контролируется разными генами. При заражении пятью моноспоровыми изолятами гриба, выделенными из растений разных видов и родов (вишня, черешня, *P. serotina*, вишня магалевская, слива), у сорта Алмаз и образца GI 148-1 отмечено незначительное поражение изолятами из вишни, черешни, вишни магалевской. В Венгрии изучили наследование устойчивости к коккомикозу у сорта Csengödi. В качестве материнских форм использовали сорта Érdi bötermö, Meteor korai, Érdi nagygyümölcsü, M 221, III-43/60, IV-2/152; отцовскими формами служили Csengödi, Érdi bötermö, Meteor korai и IV-2/152. Выделили 35 устойчивых семян, 13 были толерантными. Устойчивость к коккомикозу у вишни определяется рецессивными полигенами (57-60). В Сербии генотипы Feketicica показали разную полевую устойчивость к коккомикозу (61). В Германии изучается наследование устойчивости к коккомикозу у видов *P. canescens*, *P. maackii* (62).

Таким образом, устойчивость к возбудителю коккомикоза у образцов рода *Prunus* L. обычно доминирует и контролируется моно-, олиго- и полигенно. Проявление признака зависит от использования устойчивых образцов в качестве материнских или отцовских форм. Выявлено доминирование устойчивости у *P. serrulata* и *P. maximowiczii* (вишня Максимовича). Показано, что устойчивость наиболее популярного донора (вишни Маака) экспрессируется во втором и в третьем поколениях гибридов. Ассортимент устойчивых к болезни сортов и гибридов косточковых культур достаточно широк. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включены относительно устойчивые сорта, созданные на основе вишни Маака, — Новелла, Русинка, Бусинка, Капелька, Фея, Харитоновская, клоновые подвои В-2-180, В-2-230, В-5-88, В-5-172, и сорта черешни, полученные с участием устойчивого сорта черешни Цешенская Октябрьская — Аншлаг, Ласуня, Любимица Туровцева. Образец GI 148-1, имеющий в родословной устойчивый вид *P. canescens*, при свободном опылении проявил высокую устойчивость к коккомикозу. Однако в большинстве селекционных учреждений в качестве доноров используют лишь производные сорта Алмаз, полученного с участием вишни Маака. Как показали наши исследования, в популяциях патогена клоны гриба, способные сильно поражать этот сорт, встречаются уже с достаточно высокой частотой. Необходимо расширять генетическое разнообразие возделываемых сортов, используя в селекции не только производные вишни Маака, но и другие устойчивые к коккомикозу виды косточковых культур — *P. kurilensis* Miyabe, *P. sargentii* Rehd., *P. incisa* Thunb., *P. pseudocerasus*, *P. subhirtella* Mig., *P. canescens* Bois., *P. concinna* Koehne, *P. conradinae* (Koehne) Yu. et Li, *P. padus* L., *P. serotina* Ehrh., *P. asiatica* Kom., *P. incana* Stev., *P. glandulosa* Thunb., а также вести селекцию с учетом изменчивости

популяций возбудителя этого заболевания.

<sup>1</sup>ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт  
генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова,  
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44,  
e-mail: len-masha@yandex.ru, Eugene\_Radchenko@rambler.ru;  
<sup>2</sup>ФГБНУ Северо-Кавказский зональный НИИ  
садоводства и виноградарства,  
350901 Россия, г. Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39,  
e-mail: anpalkuz@mail.ru

Поступила в редакцию  
15 февраля 2016 года

*Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology]*, 2017, V. 52, № 5, pp. 895-904

## GENETIC DIVERSITY OF STONE FRUIT VARIETIES (GENUS *Prunus* L.) RESISTANT TO LEAF SPOT (review)

M.S. Lenivtseva<sup>1</sup>, E.E. Radchenko<sup>1</sup>, A.P. Kuznetsova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Federal Agency of Scientific Organizations, 42-44, ul. Bol'shaya Morskaya, St. Petersburg, 190000 Russia, e-mail len-masha@yandex.ru (corresponding author), Eugene\_Radchenko@rambler.ru;

<sup>2</sup>North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture, Federal Agency of Scientific Organizations, 39, ul. 40-let Pobedy, Krasnodar, 350901 Russia  
ORCID:

Lenivtseva M.S. orcid.org/0000-0002-2717-3038

Kuznetsova A.P. orcid.org/0000-0003-4829-6640

Radchenko E.E. orcid.org/0000-0002-3019-0306

The authors declare no conflict of interests

Acknowledgements:

Supported by Russian Foundation for Basic Research (grant № 16-44-230323 p\_a) and by the grant from Administration of Krasnodar Krai under the State Program of Federal Agency of Scientific Organizations

Received February 15, 2016

doi: 10.15389/agrobiology.2017.5.895eng

### Abstract

The range of disease-resistant varieties and hybrids of stone fruits (genus *Prunus* L.) is quite wide. In Russia, these are the hybrids of sour cherry VP-1, Rubin, Vozrozhdenie № 1, Olymp, (A.F. Kolesnikova et al., 1998), Pushkinskaya, Akvarel, Feya, Practichnaya, Zelenoglazka (R.A. Chmir, 2003), sour cherry varieties Livenskaya, Mtsenskaya, Novella, sweet cherry Poeziya, clonal rootstocks V-2-180, V-2-230 (A.A. Gulyaeva et al., 2007), Rusinka, Businka, Yubileynaya 3, Pamyat Sakharova (O.N. Kartashova, 2009), AI, 3-115, 10-15 (A. Kuznetsova et al., 2010), sour cherry samples Hindenburg, Obnovlennaya, Nochka 2, Rannyaya 2, and sweet cherry varieties Muscatnaya Krasnaya, Royyal 23/16, Lamori Gin, Sladkaya Sentyabrskaya, Tseshenskaya Oktyabrskaya (M.S. Lenivtseva et al., 2010). The varieties Anshlag, Lasunya, Lyubimitsa Turovtseva (M.I. Turovtsev et al., 2011) are resistant in Ukraine, sour cherry cultivar Zhivitsa (E.P. Syubarova et al., 2002) is resistant in Belarus. In Lithuania, the resistance of varieties Big Starking, Griot Ukrainskij, Maraska, Samsonovka (D. Gelvonauskienė et al., 2004) is reported. In Poland, Melitopolska, Fortuna, Minister Podbielski, Zagoriewskaja varieties are resistant (G. Hodun et al., 2000; Z.S. Grzyb et al., 2004.). Cherry varieties Karshova, Kashtanka, Vinka are considered resistant in the Republic of Moldova (E. Cheban, 2005). Also, the resistant samples are clones 5.55, 13.122 (B. Wolfram, 2000), varieties Almaz, Köröser Gierstädt, Coralín and species *P. maackii*, *P. canescens* (M. Schuster, 2004, 2008; M. Schuster et al., 2004, 2013, 2014) in Germany, cherry varieties Celeste and Giorgia (G. Romanazzi, 2005) in Italy, and Linda, 11/106, Piramis, Csengödi (Z. Rozsnyay et al., 2005; J. Apostol, 2008) in Hungary. In the USA, Almaz, Gisela 6, and *P. canescens* (P.S. Wharton et al., 2003; P.S. Wharton et al., 2005) are reported as resistant. In the review, we discuss a replenishment of effective resistance gene pools using world genetic resources and based on plant resistance studies. It was shown that *Prunus* leaf spot resistance usually dominates and is under monogenic, oligogenic or polygenic control. In hybrids, the manifestation of resistance character depends on whether a resistant parent was male or female one (A.M. Mikheev et al., 1978; O.S. Zhukov et al., 1981; A.F. Kolesnikova, 1982; N.I. Turovtsev et al., 1983; M.V. Kanshina, 2007; J. Apostol, 2000, 2008). Expression of resistance genes derived from the most popular donor, *P. maackii* Rupr., remains quite high in the second and third hybrid generations (I.E. Fedotova et al., 2001). Dominant resistance character is revealed in *P. serrulata* and *P. maximowiczii* (M.S. Chebotareva, 1993). The hybrids 85017, 82990, 83187, 85023 derived from crosses with Kuril, Sakhalin cherry species, *P. maximowiczii* and *P. serrulata* plants are recommended as donors of resistance to cherry leaf spot (N.G. Gorbacheva, 2011). A significant decrease in resistance is noticed in the interspecific hybrid Almaz (with *P. maackii* in the pedigree) which is widely used in breeding for immunity. Genetic diversity of cultivated varieties should be expanded by involving in breeding not only derivatives of *P. maackii*, but also other stone fruit species resistant to

leaf spot such as *P. kurilensis* Miyabe, *P. sargentii* Rehd. (M. Schuster, 2004), *P. incisa* Thunb, *P. pseudocerasus*, *P. subhirtella* Mig. (M. Schuster, 2004; M. Schuster et al., 2004), *P. concinna* Koehne, *P. conradinae* (Koehne) Yu. et Li (M.S. Chebotareva, 1986), *P. canescens* Bois. (M.S. Chebotareva, 1986; M. Schuster et al., 2013, 2014; T. Stegmeir et al., 2014), *P. padus* L., *P. serotina* Ehrh, *P. asiatica* Kom., *P. incana* Stev. (M.S. Chebotareva, 1986), *P. glandulosa* Thunb. (M.I. Vyshinskaya, 1984; M.S. Chebotareva, 1986). In breeding, the variability of pathogen populations must be considered.

Keywords: stone fruits, leaf spot, resistance, wild *Prunus* L. species.

## REFERENCES

1. Kolesnikova A.F., Dmitrova T.A. *Selektsiya, sortoizuchenie, agrotehnika plodovykh i yagodnykh kul'tur*, 1980, 10(2): 19-29 (in Russ.).
2. Barsukova O.N., Shestakov I.I. *Nauchnye trudy Maikopskoi opytnoi stantsii VIR*, 1974, 8: 91-101 (in Russ.).
3. Turvtsev N.I., Myalova L.A., Levchenko V.A. *Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodelie Moldavii*, 1983, 1: 43-44 (in Russ.).
4. Bondarenko A.I. V sbornike: *Zashchita urozhaya* [In: Crop protection]. Kishinev, 1976: 20-30 (in Russ.).
5. Vyshinskaya M.I. *Iskhodnyi material dlya selektsii vishni i chereshni na ustoichivost' k kokkomikoze*. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii [Initial material for use in breeding cherry plants resistant to coccomycosis. PhD Thesis]. Samokhvalovichi, 1984 (in Russ.).
6. Minkyavichyus A.I. V sbornike: *Sostoyanie i perspektivy razvitiya plodovodstva v pribaltiiskikh respublikakh i Leningradskoi oblasti* [In: Condition and outlook of pomiculture in the Baltic republics and Leningrad region]. Vil'nyus, 1966: 138-145 (in Russ.).
7. Bedoidze Z.Sh. *Rezultaty izucheniya kokkomikoza kostochkovykh Vostochnoi Gruzii*. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii [A study of coccomycosis in stone fruit crops in the East Georgia. PhD Thesis]. Tbilisi, 1976 (in Russ.).
8. Burth U., Ramson A. Hauptfruchtform der Sprühfleckenkrankheit der Kirsche auch in der DDR. *Dt. Pflanzenschutzdienst*, 1970, 24: 132.
9. Wolfram B. Sour cherry breeding at Dresden-Pillnitz. *Acta Hort.*, 2000, 538: 359-362 (doi: 10.17660/ActaHortic.2000.538.62).
10. Burkowicz A. *Blumeriella jaapii* (Rehm) v. Arx on cultivated stone fruits in Poland. *Phytopathologische Zeitschrift*, 1964, 51: 419-424.
11. Hodun G., Grzyb Z.S. Field evaluation of susceptibility to *Blumeriella jaapii* of selected sour cherry cultivars. *Acta Hort.*, 2000, 538: 151-154 (doi: 10.17660/ActaHortic.2000.538.23).
12. Budan S., Mutafa I., Stoian I., Popescu I. Field evaluation of cultivar susceptibility to leaf spot at Romania's sour cherry genebank. *Acta Hort.*, 2005, 667: 153-158 (doi: 10.17660/ActaHortic.2005.667.22).
13. Sjulín T.M., Jones A.L., Andersen R.L. Expression of partial resistance to cherry leaf spot in cultivars of sweet sour, duke, and European ground cherry. *Plant Dis.*, 1989, 73(1): 56-61.
14. Zulka D. Die Verwendung von wilden Kirschenarten in der Sortenzüchtung und als Unterlage. *Gartenbauwirtschaft DDR*, 1971, 36(6): 557-572.
15. Shchekotova L.A. *Biologicheskie osobennosti vzbuditelya kokkomikoza vishni i istochniki ustoichivosti k bolezni*. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii [Biological features of cherry coccomycosis causative agent, and genetic resources of coccomycosis resistance]. Michurinsk, 1980 (in Russ.).
16. Chmir R.A. *Khozyaistvenno-biologicheskaya otsenka vishni i chereshni v srednei polose Rossii*. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii [Biological and agronomical characterization of cherries in the Central Russia. PhD Thesis]. Michurinsk, 2003 (in Russ.).
17. Chebotareva M.S. *Sostav genofonda rodov Cerasus Mill., Padus Mill. i Microcerasus Webb emend. Spach po ustoichivosti k kokkomikoze v svyazi s zadachami selektsii*. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii [Gene pool of coccomycosis resistant *Cerasus* Mill., *Padus* Mill. and *Microcerasus* Webb emend. Spach plants for use in breeding. PhD Thesis]. Leningrad, 1986 (in Russ.).
18. Schuster M. Investigation of resistance to leaf spot disease, [*Blumeriella jaapii*], in cherries. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 2004, 12: 275-279.
19. Schuster M., Tobutt K. Screening of cherries for resistance to leaf spot *Blumeriella jaapii*. *Acta Hort.*, 2004, 663: 239-244 (doi: 10.17660/ActaHortic.2004.663.38).
20. Schuster M., Wolfram B. New sour cherry cultivars from Dresden-Pillnitz. *Acta Hort.*, 2008, 795: 83-86 (doi: 10.17660/ActaHortic.2008.795.6).
21. Wharton P.S., Iezzoni A., Jones A.L. Screening cherry germ plasm for resistance to leaf spot. *Plant Dis.*, 2003, 87(5): 471-477.
22. Wharton P., Iezzoni A. Development of a protocol for screening cherry germplasm for resistance to cherry leaf spot. *Acta Hort.*, 2005, 667: 509-514 (doi: 10.17660/ActaHortic.2005.667.75).
23. Kolesnikova A.F., Dzhigadlo E.N. *Tezisy nauchno-metodicheskoi konferentsii*

- «Sovershenstvovanie sortimenta i tekhnologii vozdelevaniya kostochkovykh kul'tur» [Proc. Conf. «Improvement of stone fruit crop assortment and growing technologies»]. Orel, 1998: 97-99 (in Russ.).
24. Fedotova I.E., Kolesnikova A.F. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*, 2001, 2(1): 167-170 (in Russ.).
  25. Gulyaeva A.A., Dzhigadlo E.N., Dzhigadlo M.I. V sbornike: *Selektsiya i sortovazvedenie sadovykh kul'tur* [In: Breeding of horticultural crops]. Orel, 2007: 74-80. Available [http://www.vniispk.ru/news/sbornik\\_2007/article.php?id=6](http://www.vniispk.ru/news/sbornik_2007/article.php?id=6). Accessed October 02, 2017 (in Russ.).
  26. Kartashova O.N. *Zimostoikost' i produktivnost' novykh sortov vishni v usloviyakh Nechernozem'ya. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii* [Cold resistance and yielding in novel cherry varieties grown in Nechernozemie region. PhD Thesis]. Moscow, 2009 (in Russ.).
  27. Kuznetsova A., Voronov A. *Tsvetovodstvo*, 2010, 2: 12-14 (in Russ.).
  28. Lenivtseva M.S., Orekhova V.P., Lukicheva L.A. *Ustoichivost' sortov chereszni i vishni k kokkomikozu (Coccomyces hiemalis Higg.). Katalog mirovoi kolleksii VIR. Vypusk 799* [Resistance to coccomycesis (*Coccomyces hiemalis Higg.*) in cherries. Catalog of VIR Whorl Collection. Iss. 799]. St. Petersburg, 2010 (in Russ.).
  29. Turovtsev M.I., Turovtseva V.O., Turovtseva N.M. *Biologichnii visnik MDPU*, 2011, 2: 81-86 (in Russ.).
  30. *Vishnya Zhivitsa* [Zhivitsa cherry]. Available [http://sadmordovii.ru/load/sorta\\_vishni/vishnja\\_zhivica/6-1-0-331](http://sadmordovii.ru/load/sorta_vishni/vishnja_zhivica/6-1-0-331). Accessed September 29, 2017 (in Russ.).
  31. Gelvonauskiene D., Stanys V., Staniene G. Resistance stability to leaf diseases of sour cherry varieties in Lithuania. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 2004, 12: 295-301.
  32. Blažková J. Resistance to abiotic and biotic stressors in sweet cherry rootstocks and cultivars from the Czech Republic. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 2004, 12: 303-311.
  33. Grzyb Z.S., Rozpara E. Field evaluation of the susceptibility to *Blumeriella jaapi* and *Glomerella cingulata* and some biological properties of newly selected sour cherry genotypes. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 2004, 12: 313-319.
  34. Cheban E. *Biologicheskie osobennosti chereszni i uluchshenie sortimenta v usloviyakh respublik Moldova. Avtoreferat doktorskoi dissertatsii* [Biological features and improvement of cherries in Moldova. PhD Thesis]. Kishinev 2005 (in Russ.).
  35. Borovinova M., Christov N., Nyéki J. Some biological properties of new sweet cherry cultivars in Bulgaria and their susceptibility to *Blumeriella jaapi*. *International Journal of Horticultural Science*, 2007, 13(3): 95-97.
  36. Schuster M., Grafe C., Wolfram B. New results of sour cherry breeding in Germany. *Acta Hortic.*, 2014, 1020: 71-73 (doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.7).
  37. Schuster M., Grafe C., Wolfram B., Schmidt H. Cultivars resulting from cherry breeding in Germany. *Erwerbs-Obstbau*, 2014, 56(2): 67-72.
  38. Romanazzi G., Murolo S., Branzanti B. Resistance of sweet cherry to coryneum and cherry leaf spot. *Phytopathology*, 2005, 95(6 Supplement): S90 (doi: 10.1094/PHYTO.2005.95.6.S1).
  39. Király K., Szentpéteri T. *Blumeriella jaapi* (Rehm) v. (Arx) infection of some sweet cherry cultivars in two years with different precipitation conditions. *International Journal of Horticultural Science*, 2006, 12(3): 37-39.
  40. Rozsnyay Z., Apostol J. Breeding for sweet and sour cherry disease resistance in Hungary. *Acta Hortic.*, 2005, 667: 117-122 (doi: 10.17660/ActaHortic.2005.667.15).
  41. Apostol J. Description of new cherry cultivars and cultivar candidates bred in the Research Institute for Fruitgrowing and Ornamentals. *International Journal of Horticultural Science*, 2008, 14(1-2): 81-82.
  42. Lenivtseva M.S. *Sbornik nauchnykh trudov po prikladnoi botanike, genetike i selektsii (St. Petersburg)*, 2012, 170: 66-77 (in Russ.).
  43. Mikheev A.M., Meshcheryakova I.V. *Sbornik nauchnykh rabot NIZISNP*, 1978, 12: 67-72 (in Russ.).
  44. Meleshkevich A.A. *Materialy VI Vsesoyuznogo soveshchaniya po immunitetu sel'skokhozyaistvennykh rastenii* [Proc. VI Meeting on immunity of cultivated crops]. Moscow, 1975: 310 (in Russ.).
  45. Kan'shina M.V. *Trudy Voronezhskogo universiteta*, 2007, 1: 73-76 (in Russ.).
  46. Zhukov O.S., Shchekotova L.A. *Materialy oblastnoi nauchnoi konferentsii «Razvitie nauchnogo naslediya I.V. Michurina»* [Proc. Conf. «Development of the I.V. Michurin's ideas»]. Michurinsk, 1981: 34-35 (in Russ.).
  47. Zhukov O.S. *Selektsionno-geneticheskie osnovy i poluchenie vysokokachestvennykh sortov vishni. Doktorskaya dissertatsiya* [Genetics and breeding cherry cultivars for high quality. DSc Thesis]. Michurinsk, 2000 (in Russ.).
  48. Kolesnikova A.F., Shchekotova L.A. *Sbornik nauchnykh rabot VNIIS im. I.V. Michurina*, 1985, 44: 12-15 (in Russ.).
  49. Kolesnikova A.F. *Byulleten' VIR*, 1982, 123: 42-44 (in Russ.).
  50. Fedotova I.E. *Ispol'zovanie nekotorykh vidov roda Cerasus Mill. v selektsii vishni na ustoichivost' k kokkomikozu i adaptivnost' k usloviyam sredy. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii*

- [Involvement of some *Cerasus Mill.* species into cherry breeding for resistance to coccomycosis and adaptiveness. PhD Thesis]. Bryansk, 2000 (in Russ.).
51. Dzhigadlo E.N., Gulyaeva A.A. V sbornike: *Seleksiya i sortorazvedenie sadovykh kultur* [In: Breeding of horticultural crops]. Orel, 2007: 86-95. Available [http://www.vniispk.ru/news/sbornik\\_2007/article.php?id=8](http://www.vniispk.ru/news/sbornik_2007/article.php?id=8). Accessed October 02, 2017 (in Russ.).
  52. Isakova M.G. *Ural'skii sadovod*, 2010, 49: 3 (in Russ.).
  53. Chebotareva M.S. *Sbornik nauchnykh trudov po prikladnoi botanike, genetike i selektsii (St. Petersburg)*, 1993, 147: 3-8 (in Russ.).
  54. Gorbacheva N.G. *Otsenka poliploidov yabloni i otdalennykh gibridov vishni kak iskhodnykh form v selektsii. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii* [Polyploid apple trees and distant hybrids of cherry, as initial breeding forms. PhD Thesis]. Orel, 2011 (in Russ.).
  55. Fedotova I.E., Kolesnikova A.F. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2007, 2: 107-113 (in Russ.).
  56. Stegmeir T., Schuster M., Sebol A., Rosyara U., Sundin G., Iezzoni A. Cherry leaf spot resistance in cherry (*Prunus*) is associated with a quantitative trait locus on linkage group 4 inherited from *P. canescens*. *Mol. Breeding*, 2014, 34(3): 927-935 (doi: 10.1007/s11032-014-0086-3).
  57. Apostol J. Hungarian resistance breeding in sour cherries. *Acta Hort.*, 2000, 538: 363-365 (doi: 10.17660/ActaHortic.2000.538.63).
  58. Apostol J. Breeding resistant sour cherry varieties in Hungary. *Hungarian Agricultural Research*, 2000, 1: 16-19.
  59. Apostol J. New sweet and sour cherry selections in Hungary. *Acta Hort.*, 2008, 795: 75-78 (doi: 10.17660/ActaHortic.2008.795.4).
  60. Apostol J. Breeding of sweet and sour cherry in Hungary. *Proc. III Conf. «Innovations in fruit growing — improving the production of cherries»*. Belgrade, 2011: 49-57.
  61. Radicevic S., Cerovic R., Lukic M., Paunovic S., Jevremovic D., Milenkovic S., Mitrovic M. Selection of autochthonous sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genotypes in Feketic region. *Geneka*, 2012, 44(2): 285-297 (doi: 10.2298/GENSR1202285R).
  62. Schuster M., Grafe C., Hoberg E., Schütze W. Interspecific hybridization in sweet and sour cherry breeding. *Acta Hort.*, 2013, 976: 79-86 (doi: 10.17660/ActaHortic.2013.976.7).