

УДК 634.23:632.4:631.527

## КОККОМИКОЗ ВИШНИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В СЕЛЕКЦИИ

**А.М. Малиновская**

РУП «Институт плодоводства»,

ул. Ковалева, 2, пос. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,

e-mail: malinov\_al@tut.by

### РЕФЕРАТ

В обзорной статье описаны основные направления и перспективы селекции вишни на устойчивость к коккомикозу – одному из наиболее распространенных и опасных грибных заболеваний вишни. Дана краткая характеристика возбудителя, его биологические особенности и распространение. В связи с тем, что в генофонде вишни и черешни отсутствуют источники иммунитета к коккомикозу, наиболее перспективным направлением в селекции является отдаленная гибридизация. В результате скрещивания вишни обыкновенной с вишней Маака были созданы эффективные доноры устойчивости к коккомикозу, которые нашли широкое применение в селекционной практике. Описаны также механизмы наследования признака устойчивости к коккомикозу. Известны два типа генетической устойчивости вишни: моногенный (ген А) и полигенный. Генетика устойчивости к коккомикозу не изучалась на молекулярном уровне, что дает широкий простор для дальнейших исследований.

Ключевые слова: коккомикоз, вишня, селекция, *Blumeriella jaapii*, *Coccomices hiemalis*, устойчивость к заболеваниям, Беларусь.

В настоящее время одним из наиболее вредоносных заболеваний вишни и черешни является коккомикоз. Возбудителем коккомикоза служит грибной патоген *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx (syn. *Coccomices hiemalis* Higg., конидиальная стадия *Cylindrosporium Hiemalis* (Higg.)).

Первое упоминание о коккомикозе относится к концу 19-го века, когда это заболевание было обнаружено на территории США [1]. В начале 20-го века Хиггинс описал цикл развития возбудителя и дал названия конидиальной (*Cylindrosporium Hiemalis* (Higg.)) и сумчатой (*Coccomices hiemalis* Higg.) стадиям развития этого гриба. Очень быстро заболевание распространилось по всей территории США и Канады, где до сих пор наносит серьезный экономический ущерб в вишневых и черешневых садах [1, 2]. В Европе появление коккомикоза, или листовой пятнистости, отмечено в 1939 г. в Венгрии, откуда болезнь распространилась повсеместно, в том числе и на территорию Советского Союза в 50-х годах 20-го века [1].

Вредоносность поражения коккомикозом вишни и черешни заключается в угнетении ассимиляционной и фотосинтетической активности растений, которое проявляется в преждевременном опадении листьев. Это приводит к значительному ослаблению деревьев и снижению урожайности. Качество плодов на пораженных деревьях значительно ухудшается: снижается содержание сухих веществ, плоды имеют более бледную окраску и мягкую консистенцию. Кроме того, у пораженных растений значительно снижается устойчивость к абиогенным неблагоприятным факторам среды, особенно

зимостойкость. Зачастую это приводит к повреждению цветковых почек и гибели растений [3, 4].

Первые симптомы заражения коккомикозом, как правило, появляются в начале лета, в июне, и с течением вегетационного периода становятся более выраженными. На поверхности листовой пластинки появляются беспорядочно разбросанные угловатые или округлые пятна, цвет которых варьирует от красноватого до коричневого. На нижней стороне листа образуется белый или светло-розовый налет конидиального спороношения гриба. Пораженная ткань некротизируется и иногда выпадает. В благоприятные для развития патогена годы заболевание проявляется также на плодоножках. С течением времени зараженные листья бледнеют, затем желтеют и опадают. Развитию коккомикоза и возникновению эпифитотий способствуют влажные погодные условия, дождливое лето. Отмечено также, что массовому заражению коккомикозом способствуют другие неблагоприятные условия, например, предшествующие вегетационному периоду суровые малоснежные зимы [3, 5].

Возбудитель коккомикоза зимует, как правило, на опавших листьях, где весной при повышении температуры развиваются весенние конидии или аскоспоры, которые обеспечивают первичное заражение растений. В цикле развития гриба выделяют две стадии: сумчатого и конидиального спороношения. Сумчатая стадия начинает формироваться в октябре-ноябре, а весной происходит дифференциация, в результате которой образуются сумки с аскоспорами. Вылет аскоспор и первичное заражение растений наблюдаются перед цветением вишни и черешни, после обильных дождей и подсыхания листьев. На конидиальной стадии происходит образование спор (конидий). Конидии формируются с мая-июня и обеспечивают вторичное заражение и распространение инфекции в вегетационный период. За период вегетации возбудитель коккомикоза образует 8-10 генераций [1, 3].

В настоящий момент одной из важнейших задач современной селекции вишни и черешни во всем мире является создание сортов, проявляющих высокую устойчивость к коккомикозу. Однако проблемой, с которой столкнулись селекционеры на начальных этапах работы при решении данной задачи, являлось то, что в генофонде вишни (*Prunus cerasus* L., syn. *Cerasus vulgaris* Mill.) и черешни (*Prunus avium* L., syn. *Cerasus avium* Moench.) отсутствуют образцы, полностью иммунные к данному заболеванию. Основным путем решения этой селекционной задачи представляется отдаленная гибридизация вишни домашней и черешни с дикорастущими видами вишни, многие из которых обладают иммунитетом или проявляют высокую устойчивость к коккомикозу [6, 7, 8, 9]. При скрещивании дикие виды выступают в качестве источников генов устойчивости к патогену. Исследовательская и селекционная работа в этом направлении началась во второй половине 70-х годов прошлого века и активно продолжалась в 80-90-е годы во многих научных учреждениях, основными из которых являются Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур (г. Орел), Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (Санкт-Петербург), Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина (г. Мичуринск) [2, 3, 10, 11]. В Беларуси основные исследования проводились в РУП «Институт плодоводства» (пос. Самохваловичи) [12]. Самым разработанным направлением селекции на устойчивость к коккомикозу являются работы по отдаленной гибридизации сортов вишни обыкновенной с вишней Маака (*Prunus maackii* Rupr., syn. *Padus maackii* Komar, *Cerasus maackii* Erem. et Simag) [2, 3, 13, 14]. В результате скрещивания получали гибриды церападусы и падоцерусы, которые были высокоустойчивы к коккомикозу. Полученные гибриды могли служить лишь исходным материалом для после-

дующего селекционного процесса из-за содержания целого ряда нежелательных для хозяйственного использования признаков и выступали как доноры генов устойчивости к коккомикозу. В качестве моногенного источника признака устойчивости одним из первых в результате скрещивания *P. maackii* х *P. cerasus* был создан гибрид Алмаз (Падоцерус А-135) – (Падоцерус М х Новоселка) х Память Вавилова [2, 9]. За долгие годы исследовательской работы на основе вишни Маака во ВНИИСПК (г. Орел) создан целый ряд доноров моногенной устойчивости к коккомикозу, таких, как ВП-1, 28889, Рубин, 30013, Олимп, 30020, Возрождение 1, Возрождение 2 (31414), Долгожданная и другие, которые представляют большой интерес для дальнейшего использования в селекции [10, 11]. В Мичуринске были выведены: комплексный донор устойчивости к коккомикозу, высокой зимостойкости и повышенного содержания антоцианов гибрид Созвездие (Жуковская х Падоцерус-М), источники устойчивости к коккомикозу Падоцерус подвойный (Алмаз х Зеленый шар) и Падоцерус новый (Алмаз х Степной родник) [9, 15]. Следующим необходимым этапом селекционного процесса является проведение насыщающих скрещиваний полученных форм – доноров устойчивости к коккомикозу – с лучшими сортами вишни. К сожалению, в результате бэккроссных скрещиваний этих форм с вишней обыкновенной устойчивость к коккомикозу полученного гибридного потомства значительно снижается [6]. Тем не менее, в настоящее время в ходе длительной селекции с использованием вишни Маака создано множество устойчивых к коккомикозу подвоев и сортов вишни (Новелла, Харитоновская) [9, 10, 16]. Аналогичная селекция с черешней имеет ряд трудностей, которые заключаются в получении слабоплодовитых гибридов – триплоидов [17].

Кроме вишни Маака в отдаленной гибридизации и селекции на устойчивость к коккомикозу потенциально может использоваться целый ряд дикорастущих видов вишни, многие из которых восточно-азиатского происхождения. В многочисленных исследованиях показано, что многие виды обладают иммунитетом к коккомикозу и могут выступать в качестве доноров генов не только устойчивости к коккомикозу, но и других хозяйственно ценных признаков. К ним относятся *P. serrulata* Lindl. (вишня остропильчатая), *P. incisa* Thoub. (вишня разрезанная), *P. sargentii* Rehd. (вишня сахалинская), *P. maximowiczii* Rupr (вишня Максимовича), *P. lannesiana* Wils. (вишня ланнезиана), *P. yedoensis* Yu et Li, *P. x kurilensis* Miabe (вишня курильская), *P. canescens* Bois. (вишня серая) и др. [17-21]. Отдаленные гибриды, полученные при скрещивании перспективных сортов вишни в качестве материнской формы и дикорастущих видов в качестве отцовской, как правило, проявляют высокую устойчивость к коккомикозу [7]. При отдаленной гибридизации селекционеры зачастую сталкиваются с трудностями, такими, как раннее опадение завязи и недоразвитость зародыша, что приводит к низкому выходу гибридного потомства. Эти проблемы решаются при помощи методов биотехнологии – искусственного культивирования зародышей [22].

Одним из способов расширения генетического разнообразия и получения новых форм для селекции на устойчивость к коккомикозу является искусственный мутагенез. Была показана перспективность использования химического мутагенеза в селекции на устойчивость к коккомикозу [23, 24].

Для решения задач селекции вишни и черешни на устойчивость к коккомикозу крайне необходимым представляется знание особенностей наследования данного признака. Это позволяет правильно подбирать родительские формы при скрещивании и ожидать проявления определенных признаков в гибридном потомстве. Все известные генетические исследования устойчивости к коккомикозу были выполнены при помощи гибридологического анализа по расщеплению в потомстве. На данный момент отсут-

ствуют данные о молекулярных исследованиях в этой области, конкретные нуклеотидные последовательности генов устойчивости не определены. По типу наследования признака устойчивости к коккомикозу в генетике вишни выделяют два типа устойчивости: моногенную и полигенную. Моногенная устойчивость вишни к коккомикозу обусловлена наличием доминантного гена А, который был идентифицирован при проведении исследований в ВНИИГиСПР (г. Мичуринск) рядом ученых [2, 15, 25]. Этот ген был введен в генофонд вишни в результате отдаленной гибридизации с *P. taackii*. Первым донором признака устойчивости к коккомикозу был получен Алмаз, который является гетерозиготным по гену А. В настоящее время существует целый ряд ценных форм – носителей этого гена, которые по комплексу хозяйственно ценных признаков являются хорошим исходным материалом для селекции. Все они имеют в родословной *P. taackii* и многие из них, полученные во ВНИИСПК (г. Орел), перечислены выше. Кроме того, выделяют полигенную устойчивость вишни к коккомикозу, которая обуславливает, как правило, горизонтальный тип устойчивости. Сорты с таким типом устойчивости характеризуются либо равномерным развитием инфекции, не достигающим максимума, либо поздним развитием инфекции. Было установлено, что у таких сортов устойчивость к заболеванию контролируется как минимум двумя неаллельными генами, расположенными в различных гомологичных парах хромосом и взаимодействующими по типу кумулятивной полимерии [26]. К ним относятся сорта вишни Память Вавилова, Тургеневка, Жуковская, которые показали высокую устойчивость к коккомикозу как в полевых условиях, так и при помощи искусственного заражения суспензией спор гриба [9]. При проведении гибридологического анализа был также установлен доминантный тип наследования устойчивости в гибридных комбинациях с участием *P. maximowiczii* и *P. lannesiana* [26].

Одна из важных проблем, с которой столкнулись селекционеры с течением времени – это постепенное преодоление устойчивости как моногенного, так и полигенного характера, которое происходит вследствие эволюции возбудителя коккомикоза и появления новых вирулентных штаммов [10]. Это происходит вследствие усиления действия естественного отбора на популяции *Blumeriella jaapii*, причинами которого являются антропогенное воздействие и глобальное изменение климата на фоне относительно бедного генофонда вишни обыкновенной. Поэтому поиск новых источников и способов повышения устойчивости к коккомикозу является по-прежнему актуальным. Известно, что устойчивость и развитие болезни происходит в сложной генетической системе и зависит от совместного влияния факторов среды, хозяина и патогена. Следовательно, в решении данной проблемы необходимо не только знать и контролировать механизмы устойчивости, но и прогнозировать стабильность данной генетической системы [5]. В связи с изменением климата и меняющимися условиями окружающей среды дальнейшие исследования в данной области являются весьма актуальными и требуют глубокого всестороннего изучения.

Таким образом, в современной селекции вишни обыкновенной на устойчивость к коккомикозу стоит несколько важных задач. Первая задача состоит в как можно большем увеличении генетического разнообразия вишни путем отдаленной гибридизации с дикорастущими видами, потенциал которых в качестве источника хозяйственно ценных признаков еще мало изучен. Вторая задача – это активное вовлечение в селекционный процесс уже полученных доноров устойчивости. Кроме того, необходимо глубокое изучение как физиологических процессов устойчивости к коккомикозу, так и генетических меха-

низмов взаимоотношений растения и патогена, в том числе на молекулярном уровне. Только такой комплексный подход обеспечит успех в селекции вишни в дальнейшем.

Литература

1. Прохоров, В.П. Морфолого-физиологические особенности гриба *Cilindrosporium hiemale Higgins* возбудителя коккомикоза косточковых: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / В.П. Прохоров; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Москва, 1973. – 20 с.
2. Щекотова, Л.А. Биологические особенности возбудителя коккомикоза вишни и источники устойчивости к болезни: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Л.А. Щекотова; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Мичуринск, 1980. – 16 с.
3. Изучение устойчивости черешни и вишни к коккомикозу: метод. указания / ВАСХНИЛ ВИР; сост. М.С. Чеботарева; под ред. В.Л. Витковского [и др.]. – Ленинград, 1985. – 30 с.
4. Warton, P.S. Screening cherry germ plasm for resistance to leaf spot / P.S. Warton, A. Iezzony, A.L. Jones // Plant Dis. – 2003. – № 87. – P. 471-477.
5. Ищенко, Л.А. Роль среды, хозяина и патогена в стабильности генетических систем устойчивости вишни к коккомикозу / Л.А. Ищенко, О.С. Жуков, Л.А. Бестолкова // Микология и фитопатология. – 1993. – Т. 27, вып. 4. – С. 77-80.
6. Чеботарева, М.С. Скрининг косточковых культур в селекции на устойчивость к коккомикозу / М.С. Чеботарева // Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции / ВИР. – СПб, 1990. – Т. 132. – С. 97-103.
7. Колесникова, А.Ф. Реконструкция генома вишни [Межвидовая гибридизация в селекции на устойчивость к коккомикозу] / А.Ф. Колесникова, И.Э. Федотова // Генетические основы селекции растений. – М., 1995. – С. 117-122.
8. Чеботарева, М.С. Роль фенольных соединений в устойчивости образцов родов *Cerasus* Mill., *Padus* Mill., *Microcerasus webb. emend. Spach.*, гибридов к коккомикозу / М.С. Чеботарева, С.А. Стрельцина // Науч.-техн. бюл. ВИР / РАСХН. – СПб, 1992. – Вып. 221: Биохимия сельскохозяйственных растений. – С. 61-64.
9. Жуков, О.С. Адаптивная селекция вишни на современном этапе / О.С. Жуков [и др.] // Проблемы и перспективы адаптивного садоводства России. – М., 1994. – С. 44-48.
10. Федотова, И.Э. Использование генофонда рода *Cerasus* Mill. для создания устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды сортов и подвоев вишни обыкновенной (*C. vulgaris* Mill.) / И.Э. Федотова, А.Ф. Колесникова // Ученые записки Орловского государственного университета. Сер. «Естественные, технические и медицинские науки». – Орел, 2007. – № 2. – С. 107-112.
11. Проявление хозяйственно ценных признаков у гибридных сеянцев от скрещивания вишни маака черешни с вишней [Электронный ресурс] / Е.Н. Джигадло, А.А. Гуляева. – Официальный сайт ВНИИСПК. – Орел, 2007. – Режим доступа: [http://www.vniispk.ru/news/sbornik\\_2007/article.php?id=8](http://www.vniispk.ru/news/sbornik_2007/article.php?id=8). – Дата доступа: 24.01.2010.
12. Вышинская, М.И. Исходный материал для селекции вишни и черешни на устойчивость к коккомикозу: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / М.И. Вышинская; БелНИИ картофелеводства и плодовоовощеводства. – Самохваловичи, 1984. – 19 с.
13. Голяева, О.Д. Устойчивость к коккомикозу гибридного потомства вишни в полевых условиях и при искусственном заражении / О.Д. Голяева, Е.Н. Джигадло, А.Ф. Колесникова // Пути интенсификации садоводства и селекция плодовых и ягодных культур: монография. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1989. – С. 61-68.

14. Чеботарева, М.С. Идентификация генов устойчивости у гибридов F1 рода *Cerasus* Mill. к *Cylindrosporium hiemalis* (Higg.) тест-клонами гриба / М.С. Чеботарева // Генетика устойчивости растений к болезням и вредителям: тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции / РАСХН, ВИР им. Н.И. Вавилова; редкол.: К.З. Будин [и др.]. – СПб., 1993. – Т. 147. – С. 3-8.

15. Жуков, О.С. Генетические особенности получения сортов вишни, устойчивых против коккомикоза / О.С. Жуков // Генетика и наследование важнейших хозяйственных признаков плодовых растений: сб. докл. и сообщ. XIV Мичуринских чтений, Мичуринск, 27-28 октября 1993 г. / Рос. с.-х. академия, ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина; редкол.: Н.И. Савельев [и др.]. – Мичуринск, 1994. – С. 30-34.

16. Помология. Том III. Косточковые культуры / редкол.: Е.Н. Седов (гл. ред.) [и др.]. – Орел: ВНИИСПК, 2008. – 592 с.

17. Юшев, А.А. Эффективные источники устойчивости к коккомикозу (*Coccomyces hiemalis* Higg.) – восточно-азиатские виды рода *Cerasus* Mill / А.А. Юшев, М.С. Чеботарева // Науч.-техн. бюллетень ВНИИР им. Н.И. Вавилова. – Ленинград, 1991. – Вып. 212: Плодовые, ягодные и декоративные культуры (Биология и сортоизучение). – С. 54-66.

18. Еремин, Г.В. Оценка коллекции дикорастущих видов косточковых плодовых растений на устойчивость к заболеваниям / Г.В. Еремин, Н.И. Медведева // Проблемы интродукции и систематики культурных растений и их дикорастущих сородичей: тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции / РАСХН, ВИР им. Н.И. Вавилова. – СПб., 2001. – Том 154. – С. 51-60.

19. Schuster, M. Investigation on resistance to Leaf Spot disease, (*Blumeriella jaapii*), in cherries / M. Schuster // J. of Fruit and Ornamental Plant Research. Special ed. – 2004. – Vol. 12. – P. 275-279.

20. Кузнецова, А.П. Отдаленная гибридизация в роде *Cerasus* на устойчивость к коккомикозу / А.П. Кузнецова // Отдаленная гибридизация плодово-ягодных и других многолетних растений / АН Респ. Молдова, Ин-т ботаники; редкол.: И.С.Руденко [и др.]. – Кишинев: Штиинца, 1994. – С. 25-26.

21. Чеботарева, М.С. Иммунологическая дифференциация и источники устойчивости к коккомикозу вишни сахалинской / М.С. Чеботарева, В.П. Царенко // Науч.-техн. бюл. / ВИР. – Ленинград, 1989. – Вып. 194: Исходный материал для улучшения сортамента сельскохозяйственных культур на дальнем востоке. – С. 42-44.

22. Чеботарева, М.С. Культура зародышей *in vitro* рода *Cerasus* Mill. в селекции на устойчивость к коккомикозу / М.С. Чеботарева // Биология культивируемых клеток и биотехнология: тез. докл. Междунар. конф., Новосибирск, 2-6 авг. 1988 г. / АН СССР, Сиб. отд., Ин-т цитологии и генетики, Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева; отв. ред. Р.Г. Бутенко. – Новосибирск, 1988. – Ч. 2. – С. 300-301.

23. Алеева, Л.Д. Возможности химического мутагенеза в повышении устойчивости к коккомикозу вишни и черешни / Л.Д. Алеева, Н.А. Багрянская // Генетика. – 1994. – Т. 30 (прил.). – С. 5.

24. Завьялова, А.В. Продуктивность и устойчивость к коккомикозу форм вишни, полученных с использованием НЭМ / А.В. Завьялова // Химический мутагенез и задачи сельскохозяйственного производства / РАН, Ин-т химич. физики; отв. ред. И.А. Рапопорт. – М., 1993. – С. 138-140.

25. Savelyev, N. Breeding of new fruit and grape varieties with complex disease resistance / N. Savelyev // Plant Breeding: sustaining the Future. Abstracts of the XVIth EU-CARPIA Congress, Edinburgh, Scotland, 10-14 September 2001 [Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.eucarpia.org/03publications/abstractsxvi/XVI\\_064.html](http://www.eucarpia.org/03publications/abstractsxvi/XVI_064.html). – Date of access: 26.01.2010.

26. Спицин, И.П. Наследование устойчивости к коккомикозу у вишен / И.П. Спицин // Флора и фауна Черноземья / Министерство образ. Рос. Федерации, Тамбовский гос. пед. ун-т. – Тамбов, 1994. – С. 35-39.

## **CHERRY LEAF SPOT: PROBLEMS AND PROSPECTS IN CHERRY BREEDING**

A.M. Malinovskaya

### **SUMMARY**

The article shows the review of the main perspectives of sour cherry breeding for resistance to cherry leaf spot, the most serious fungal disease on sour and sweet cherry. The short characteristic of biological features and occurrence of this disease is given. The most prospective way of cherry breeding is distant hybridization. As a result of hybridization *P. cerasus* and *P. maackii* the donors of resistance to leaf spot have been created. The genetic mechanisms of resistance to cherry leaf spot are also described. Monogenic and polygenic types of resistance are known.

Key words: cherry leaf spot, sour cherry, breeding, *Blumeriella jaapii*, *Coccomices hiemalis*, leaf spot resistance, Belarus.

*Дата поступления статьи в редакцию 08.04.2010*