¹А. П. Кузнецова, зав. лаб. питомниководства, к.б.н.

²М. С. Ленивцева, к.с.-х.н.

³А. И. Дрыгина, мнс

С. И. Гриднев, соискатель

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Россия, г. Краснодар

¹anpalkuz@mail.ru, ²len-masha@yandex.ru, ³annisilent@mail.ru

УДК: 632.938.1:631.52

DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-301-307

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ФОРМ С ПОЛИГЕННЫМ ТИПОМ УСТОЙЧИВОСТИ К КОККОМИКОЗУ

Реферат. В результате исследований разработана стратегия выделения сортов черешни, вишни и подвоев, устойчивых к одному из самых вредоносных заболеваний — коккомикозу (возбудитель — *Blumeriella jaapii* (Rehm) v. Arx). На основе комплексного изучения системы «патоген — хозяин — среда» доказана необходимость обязательного включения при полевой оценке поражаемости растений следующих показателей: степень поражения листа, количество спор с 1 см² листа, количество пустул на 1 см² листа, индекс устойчивости сортов, генеративная активность гриба. Выделены формы вишни и черешни, устойчивые к коккомикозу: Южанка, 3-33-34, 3-27, 6/4К, БИ 43 II, 6/8 К, БИ 43 I, которые на фоне эпифитотийного развития болезни дают высокий урожай.

Ключевые слова: полигенная устойчивость, коккомикоз, индекс устойчивости сортов, генеративная активность гриба

Summary. As a result of many years of research, a strategy has been developed to select of resistant to one of the most harmful diseases of sweet cherry, cherry and rootstocks for them - cherry leaf spot (CLS) (the causative agent is *Blumeriella jaapii* (Rehm) v. Arx). On the basis of a comprehensive study of the "pathogen — host — environment system", the necessity of mandatory inclusion of the following parameters in field evaluation of plant damage has been proved: the degree of leaf damage, the number of spores from 1 cm² of leaf, the number of pustules per 1 cm² of leaf, the index of resistance of varieties, the generative activity of the fungus. The forms of sour and sweet cherries resistant to cherry leaf spot were revealed: Yuzhanka, 3-33-34, 3-27, 6/4K, БИ 43 II, 6/8 К, БИ 43 I which, against the background of epiphytotic development of the disease have a high yield.

Keywords: polygenic resistance, cherry leaf spot (CLS), index of resistance of varieties, generative activity of the fungus

Введение

В условиях биологизации и внедрения природоподобных интенсивных технологий в садоводство важную роль играет сорт.

Поддержано грантом №16-44-230323 р_а Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края, в рамках гос. задания ФАНО России

Использование сортов с длительной устойчивостью к основным патогенам и вредителям значительно снижает количество обработок химическими средствами защиты, токсичность которых для теплокровных животных и человека не оспаривается. К негативным факторам также относится их опасность для полезных насекомых-опылителей растений, энтомофагов. Кроме того, при частом применении одних и тех же химических средств у болезней и вредителей появляются устойчивые популяции, клоны, расы. Массовое применение химических препаратов различного назначения приводит к негативным экологическим, санитарно-гигиеническим и другим последствиям.

Правильная оценка устойчивости к вредителям и болезням является важным фактором в создании ресурсосберегающих технологий и повышении рентабельности в садоводстве. В настоящее время существует проблема — зачастую заявленная при внедрении сорта в производство устойчивость оказывается более низкой. При эксплуатации таких сортов защитные меры не дают ожидаемой эффективности, и плодовые растения не могут проявить свой биологический потенциал, в результате чего теряется доверие производителей к результатам научных исследований.

При введении в реестр иммунных форм доказательством непоражаемости сортов служит ДНК-анализ, подтверждающий наличие гена устойчивости. В случае с образцами с горизонтальной устойчивостью понятие «устойчивый сорт» приобретает слишком растяжимое представление в связи с наличием некоторой субъективности при селекционном отборе. Полевая устойчивость растений к болезням, представленная в научной литературе разными определениями (расонеспецифическая, горизонтальная, *slow rusting*, *adult plant resistance*, *partial resistance* и т. д.), объясняется как способность растений независимо от расового состава популяций патогена противостоять заболеванию в виде снижения развития болезни. Селекционные программы зерновых культур многих научных центров направлены на использование именно этого типа устойчивости [1-3].

Впервые понятие вертикальной и горизонтальной устойчивости было предложено Ван дер Планком [4]. Когда к одним расам патогена сорт устойчив, а к другим — нет, такая устойчивость называется вертикальной, то есть основным признаком вертикальной устойчивости — дифференциальное взаимодействие хозяина и патогена. Хорошим выражением степени горизонтальной устойчивости пшеницы к бурой ржавчине является индекс устойчивости, который выражается в снижении числа пятен на растении и числа спор в одном пятне [5].

В России и за рубежом постоянно проводятся исследования по выделению и созданию сортов и гибридов вишни и черешни, устойчивых к коккомикозу [6-14].

Многолетние исследования авторов по поражаемости растений коккомикозом (начиная с 1983 г.) [15-18] позволяют проводить работу по определению так необходимых для выделения форм с длительной устойчивостью основных критериев полигенной устойчивости, что и явилось целью наших исследований.

Материалы и методы исследований

Оценку устойчивости к коккомикозу в полевых и искусственных условиях проводили по методике М. С. Ленивцевой [19], хозяйственно ценных характеристик сортов вишни и черешни — с помощью стандартных методик [20]. Изучение снижения развития болезни проводили на 47 образцах рода *Prunus* L. по критериям: степень поражения листа, количество спор с 1 см² листа, количество пустул на 1 см² листа, индекс устойчивости сортов, генеративная активность гриба. Среднее количество спор с 1 см²/среднее количество пустул на 1 см² листа = среднее число спор в одной пустуле. Среднее число спор в одной пустуле × среднее количество пустул на 1 см² листа = индекс устойчивости = количество спор с 1 см² листа.

Исследования проводились в насаждениях ООО «ОПХ им. К. А. Тимирязева» (Усть-Лабинский р-н), ЗАО «ОПХ Центральное» СКФНЦСВВ (г. Краснодар), КФХ «Маджар Д. А.» (Горячеключевской р-н).

Результаты и обсуждение

В результате исследований выделены горизонтально устойчивые сорта и гибриды вишни и черешни: Бигарро Оратовского, Космическая, вишня 3-33-34, Южанка, 3-27, 6/4К, БИ 43 II, 6/8 К, БИ 43 I (табл. 1). Из них два сорта (3-33-34, Южанка) — с полигенным типом устойчивости к коккомикозу, использование которых в промышленных садах позволяет получать высокий урожай без обработок химическими препаратами. При таких условиях в течение трех лет при эпифитотийном развитии коккомикоза их урожайность составила 16 и 19 т/га (2012 г. посадки). Необходимо отметить, что деревья остальных сортов черешни (Василиса, Восход, Валерий Чкалов, Диана, Джорджия, Генеральская, Золотистая, Кавказская, Краса Кубани, Крупноплодная, Мак, Мадонна, Престижная, Регина, Сюрприз, Сашенька, Свитхарт, Сестренка, Талисман, Ультраранняя, Ярославна, Эйфория) и вишни (Шахзада, Краснодарская Сладкая, Молодежная, Призвание, Чудо Вишня, Кирина) в условиях КФХ «Маджар Д. А.» (Горячеключевской р-н) при данных технологиях не дали полного урожая. Они значительно сильнее поражались коккомикозом, чем выделенные формы с горизонтальной устойчивостью.

Выявлена изменчивость в поражении и спорообразовании на различных сортах черешни и вишни, что может быть связано как с погодными условиями, так и, что особенно важно, с генетическими особенностями сортов. Полученные результаты демонстрируют также изменчивость поражения по годам

исследований. Это указывает, что для достоверности рекомендаций тех или иных сортов в селекции необходимо их изучение не менее трех лет.

Таблица 1.

Выделение горизонтально устойчивых к коккомикозу генотипов рода *Prunus* L., СКФНЦСВВ (2016-2018 гг.)

Название образца	Макс. балл	Среднее количество пустул на 1 см² листа			Индекс устойчивости			Генеративная активность гриба		
		2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
сорта и формы черешни и вишни										
3-33-34 (3)	0,5		1,7 ±1,6	0,16 ±1,4		4619	0		2717	0
Южанка (3)	0,5		5,2 ±1,3	0,08 ±1,1		13671	0		2629	0
Бигарро Оратовского (2)	2	2 ±1,6		0,05 ±1,6	2500		125	1250		2500
Бигарро Оратовского (3)	4		14 ±1,6			99988			7142	
Космическая (2)	2	2 ±1,6		0,1 ±1,6	2000		750	1000		7500
3-27 (2)	3	16 ±1,3		1,5 ±1,3	400		250	25		166
отдаленные гибриды										
6/4К (3)	1		1,5 ±1,6	0		0	0		0	0
БИ 43 II (3)	0		0	0,1 ±1,3		0	0		0	0
6/8 К (3)	0,1		0,7 ±1,3	0		909	0		1298	0
БИ 43 I (3)	0,1		0	0,1 ±1,6		0	0		0	0
АИ-92 (1)	4	14 ±1,7			259994			18571		
Француз- ская Ч (2) (контроль)	2,1/4	17 ±1,6	10 ±1,3	6,9 ±1,6	2×105	750000	28262	11764	75000	4096

Примечание: 1 — ОПХ «Центральное» (пригород Краснодара), 2 — ОПХ им К. А. Тимирязева (Усть-Лабинский р-н), 3 — Горячеключевской р-н

По индексу устойчивости, среднему количеству пустул на 1 см² листа, генеративной активности гриба (кроме АИ-92) выделившиеся сорта значительно превосходят контрольный восприимчивый сорт Французская Черная. Результаты показывают, что говорить о степени устойчивости сортов по отдельным иммунологическим показателям невозможно, необходим комплексный

анализ устойчивости сортов. Если отбирать только по индексу устойчивости и генеративной активности гриба, в учет не войдут сорта с поражением без спороношения. Для таких сортов показателями являются процент поражения листа и количество пустул на 1 см² листа. Таким образом, необходим комплексный подход к изучению признака горизонтальной устойчивости, который включает в себя такие показатели, как степень поражения листа, количество спор с 1 см² листа, количество пустул на 1 см² листа. Уже исходя из данных показателей можно определять индекс устойчивости сортов, генеративную активность гриба. По полученным данным классифицировать образцы по степени устойчивости с учетом всех показателей.

Наличие коллекционных и селекционных форм рода *Prunus* L. в СКФНЦСВВ при их всестороннем анализе на устойчивость к коккомикозу поможет сформировать информационную модель коллекции сортов для их дальнейшего использования в селекции и производстве. Сформированная информационная модель коллекционных и селекционных форм по проявлению и выделению различных параметров и показателей типов устойчивости позволила бы упорядочить коллекцию источников и доноров устойчивости к коккомикозу, что, в свою очередь, дало бы возможность более объективно подходить к проведению генетических и селекционных работ. Детальный анализ образцов с различными типами устойчивости мог бы не только создать прецизионную коллекцию источников и доноров устойчивости, но и дать их полную характеристику, что важно для более полного изучения системы «хозяин — патоген — внешняя среда» и целенаправленного вовлечения источников и доноров в генетический и селекционный процесс.

Выводы

В результате исследований была оценена полевая устойчивость коллекции форм вишни и черешни и межвидовых гибридов. Выделенные формы вишни и черешни Бигарро Оратовского, Космическая, вишня 3-33-34, Южанка, 3-27, 6/4К, БИ 43 II, 6/8 К, БИ 43 I. Южанка и 3-33-34 представляют наибольший интерес как высокоурожайные сорта.

Правильность выработанной стратегии по оценке устойчивости подтвердили производственные испытания, где только на деревьях выделенных форм в отличие от других сортов на фоне эпифитотийного развития коккомикоза был получен высокий урожай без применения фунгицидов химических классов.

Разработка методов отбора форм с полигенным типом устойчивости по четким количественным показателям с использованием контролей как поражаемых растений, так и с полигенным типом устойчивости, позволит создавать сорта, использование которых в садоводстве минимизирует применение фунгицидов химических классов и будет способствовать в получении экологически безопасной продукции.

Список использованной литературы

1. **Parlevliet J. E.**, van Ommeren A. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. II Relationship between field trials, micro plot ot tests and latent period // *Euphytica*, 1975. — V. 24. — № 1. — P. 293–303.
2. **Parlevliet J. E.** Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I Effect of cultivar and development stage on latent period // *Euphytica*, 1975. — V. 24. — № 1. — P. 21–27.
3. **Сюков В. В.**, Тырышкин Л. Г., Захаров В. Г. Доноры полевой устойчивости яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к листовой бурой ржавчине (*Puccinia recondite* Rob. Ex Desm.) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014. — Т. 16. — № 5(3). — С. 1166–1172.
4. **Ван дер Планк Я.** Устойчивость растений к болезням. — М.: Колос, 1972. — 254 с.
5. **Дьяков Ю. Т.**, Озерецковская О. Л., Джавахия В. Г., Багирова С. Ф. Общая и молекулярная фитопатология. — М.: Общество фитопатологов, 2001. — 301 с.
6. **Schuster M.**, Grafe C., Wolfram B., Schmidt H. Cultivars resulting from cherry breeding in Germany. *Erwerbs-Obstbau*, 2014. — V. 56(2). — P. 67–72.
7. **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* // *Molecular Breeding*. 2014. — V. 34(3). — P. 927–935. doi: 10.1007/s11032-014-0086-3
8. **Żurawicz E.**, Szymajda M., Grzyb Z. S. Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) breeding in Poland // Sour cherry breeding COST action FA1104 Sustainable production of high-quality cherries for the European market (Novi Sad, Serbia. 15-17.09.2014). — P. 6–7.
9. **János Apostol J.**, Szügyi S. Sour cherry breeding in Hungary // Sour cherry breeding COST action FA1104 Sustainable production of high-quality cherries for the European market (Novi Sad, Serbia, 15-17.09.2014). — P. 2–4.
10. **Radičević S.**, Cerović R. Sour cherry breeding work at Fruit Research Institute — Čačak: past, present and future // Sour cherry breeding COST action FA1104 Sustainable production of high-quality cherries for the European market (Novi Sad, Serbia, 15-17.09.2014). — P. 8.
11. **Гуляева А. А.**, Джигадло Е. Н. Итоги селекции косточковых культур во ВНИИСПК за 1955...2015 гг. // Современное садоводство — Contemporary horticulture, 2015. — № 4. — С. 14–21.
12. **Гуляева А. А.**, Берлова Т. Н. Перспективные сорта вишни для Центрального региона России // Селекция и сорторазведение садовых культур, 2016. — Т. 3. — № 2. — С. 14–17.
13. **Ленивцева М. С.**, Радченко Е. Е., Кузнецова А. П. Генетическое разнообразие сортов косточковых культур (род *Prunus* L.), устойчивых к коккомикозу (обзор) // Сельскохозяйственная биология, 2017. — Том 52 (5). — С. 895–904. doi: 10.15389/agrobiology.2017.5.895rus
14. **Чивилев В. В.**, Кружков А. В., Кириллов Р. Е., Куликов В. Н. Оценка устойчивости сортов и форм груши, черешни и абрикоса к грибным заболеваниям // Вестник современных исследований, 2018. — № 6.1(21). — С. 294–296.

15. Кузнецова А. П., Волчков Ю. А., Алексеенко А. В. Новый статистический подход к эколого-генетическому анализу устойчивости плодовых косточковых культур к болезням // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2001. — № 5. — С. 17–19.
16. Кузнецова А. П., Ленивцева М. С., Маслова М. В., Еремина О. В. Иммунологический подход к созданию высокоадаптивных форм косточковых культур // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2011. — № 10 (4). — С. 42–48.
17. Кузнецова А. П., Киселёва Г. К. Цитозембриологические аспекты несовместимости у форм рода *Cerasus* Mill. При отдаленных скрещиваниях в связи с селекцией на устойчивость к коккомикозу // Сельскохозяйственная биология, 2013. — Т. 48. — № 5. — С. 69–74.
18. Ленивцева М. С., Кузнецова А. П., Радченко Е. Е. Внутривидовая изменчивость *Coccomyces hiemalis* по признаку вирулентности к образцам черешни и вишни // Микология и фитопатология, 2016. — Т. 50. — № 1. — С. 62–65.
19. Ленивцева М. С. Изучение устойчивости косточковых культур к коккомикозу: методические указания. — СПб.: ВИР, 2010. — 28 с.
20. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. — Орел: ВНИИСПК, 1999. — 608 с.

A. P. Kuznetsova, M. S. Lenivtseva, A. I. Drygina, S. I. Gridnev

North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking,
Krasnodar, Russia

DEVELOPMENT OF STRATEGIC APPROACHES OF SELECTION OF FORMS WITH POLYGENIC TYPE OF RESISTANCE TO CHERRY LEAF SPOT