

УДК 634.11:631.526.321:632.4

**УСТОЙЧИВОСТЬ КЛОНОВЫХ
ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ
К ПАРШЕ
НА ЕСТЕСТВЕННОМ
ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ**

Папихин Роман Валериевич
канд. с.-х. наук
зав. лабораторией селекции
слаборослых клонových подвоев яблони
и других плодовых культур

Маслова Марина Витальевна
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
научно-исследовательской проблемной
лаборатории биофотоники
e-mail: marinamaslova2009@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный
аграрный университет»,
Мичуринск, Россия*

Неблагоприятные погодные условия способствуют распространению фитопатогенных микроорганизмов, что в свою очередь является причиной изреженности садов и маточных насаждений. Для удовлетворения потребностей в качественном посадочном материале необходимо использовать подвои с высокой степенью устойчивости к неблагоприятному воздействию абиотических и биотических факторов. Наибольшее экономическое значение имеет такое широко распространенное заболевание, как парша яблони. Целью работы является скрининг на устойчивость к *V. inaequalis* различных подвойных форм яблони в естественных условиях сада для выделения наиболее перспективных по данному признаку. Объектами исследований служили 72 подвойные формы из генетической коллекции яблони Мичуринского аграрного университета. Микроорганизмы *Venturia inaequalis* (Cocke) Wint., *Alternaria alternate* (Fr.)

UDC 634.11:631.526.321:632.4

**STABILITY OF CLONAL
APPLE ROOTSTOCKS
TO SCAB
ON THE NATURAL
INFECTIOUS BACKGROUND**

Papikhin Roman
Cand. Agr. Sci.
Head of Laboratory of Breeding
of Dwarf apple clonal rootstocks
and other Fruit crops

Maslova Marina
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Research Problem Laboratory
of Biophotonics
e-mail: marinamaslova2009@mail.ru

*Federal State Budget
Educational Institution
of High Professional Education
"Michurinsk State
Agrarian University",
Michurinsk, Russia*

Adverse weather conditions promote the spreading of phytopathogenic microorganisms that in turn is the reason of thinner of gardens and uterine plantings. For satisfaction of needs for qualitative landing material it is necessary to use the rootstocks with high degree of resistance to an adverse effect of abiotic and biotic factors. The greatest economic danger has such widespread disease as an apple-tree scab. The purpose of work is screening on resistance to *V. inaequalis* of various rootstock's forms of an apple-tree under natural conditions of a garden for selection the most perspective forms on this sign. The objects of research are 72 rootstock's forms from a genetic collection of an apple-tree of Michurinsk Agricultural University. Microorganisms of *Venturia inaequalis* (Cocke) of Wint., *Alternaria alternate* (Fr.) Keissl. and a bacterium from the sort

Keissl. и бактерия из рода *Pseudomonas*, выделенные из пораженных тканей растений, изучались в условиях чистой культуры. Оценка фитосанитарного состояния маточных насаждений проводилась согласно общепринятым методикам визуально, а также методами микроскопирования и тестирования на наличие инфекции. На основании фитосанитарной оценки насаждений клоновых подвоев яблони выявлен ассоциативный тип поражения микробиотой с доминированием *Venturia inaequalis* (Cocke) Wint. Установлена роль в патогенезе микроорганизмов, входящих в состав ассоциации. Исследована устойчивость популяции клоновых подвоев яблони к парше на естественном инфекционном фоне гибридного сада. Выявлена генетическая дифференциация изученных форм по данному признаку. Показано, что более 80% генотипов яблони имеют незначительные повреждения паршой – до 2 баллов. Симптомы поражения не отмечены у 5 % генотипов. Данные формы рекомендованы нами для селекционной работы и производства

Ключевые слова: КЛОНОВЫЕ ПОДВОИ, ЯБЛОНЯ, ПАРША, АССОЦИАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ, УСТОЙЧИВОСТЬ

of *Pseudo-monas*, selected from the sick tissue of plants, were studied under the conditions of clear culture. The assessment of a phytosanitary condition of uterine plantings was carried out according to the standard techniques visually, and also using the microscope methods and by testing for existence of an infection. On the basis of phytosanitary evaluation of clonal rootstocks of apple plantations is revealed an associative type of lesion by microbiota with dominate of *Venturia inaequalis* (Cocke) Wint. The role in the pathogenesis of microorganisms belonging to the association is established. The stability of a population of clonal apple rootstocks to scab on the natural infectious background of hybrid garden is studied. The genetic differentiation of forms on this trait is revealed. It is shown that over 80% of the genotypes have a minor lesion by scab – to 2 points. Symptoms of lesion are not observed in 5 % of genotypes. These forms we recommended for breeding and production.

Key words: CLONAL ROOTSTOCKS, APPLE TREE, SCAB, ASSOCIATION OF MICROORGANISMS, STABILITY

Введение. Использование высококачественных подвоев является необходимым условием создания продуктивных садов [1, 2, 3, 4]. Интенсивные технологии в садоводстве предусматривают использование карликовых и полукарликовых форм. Возделывание садов на таких подвоях имеет ряд преимуществ, а именно: раннее вступление в плодоношение, быстрое наращивание урожая, более удобные способы механизации и ухода за растениями, а также высокая окупаемость затрат.

Неблагоприятные погодные условия, приводящие к иммунодефициту у плодовых растений, способствуют распространению фитопатогенных микроорганизмов, что в свою очередь стало причиной изреженности садов

и маточных насаждений. Для удовлетворения потребностей в качественном посадочном материале, который отвечает современным производственным и экономическим требованиям, необходимо использовать подвои с высокой степенью устойчивости к неблагоприятному воздействию абиотических и биотических факторов [5].

Наибольшее экономическое значение имеет такое широко распространенное заболевание, как парша яблони. Возбудитель болезни – сумчатый гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. (конидиальная стадия – *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck.) – вызывает образование некрозов на листьях, снижая их фотосинтетическую активность, что ведет к ослаблению растений, снижению зимостойкости. В питомниках и маточных насаждениях из-за развития болезни не всегда удается вырастить стандартные подвои, так как загущенное расположение растений в школке ведет к массовому поражению паршой, в связи с этим происходит ухудшение состояние подвоев вплоть до их полной гибели [6, 7]. В связи с этим отбор устойчивых к парше подвоев яблони весьма актуален.

Целью работы является скрининг на устойчивость к *V. inaequalis* различных подвойных форм яблони в естественных условиях сада для выделения наиболее перспективных по данному признаку.

Объекты и методы исследований. Биологическими объектами исследований служили 72 подвойные формы из генетической коллекции яблони Мичуринского аграрного университета. Возраст гибридных растений – 8-10 лет. Схема посадки – 1,5 x 3,5 м.

Микроорганизмы *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., *Alternaria alternate* (Fr.) Keissl. и бактерия из рода *Pseudomonas*, выделенные из пораженных тканей растений, изучались в условиях чистой культуры.

Оценку фитосанитарного состояния маточных насаждений проводили согласно общепринятым методикам визуально, а также методами микроскопирования и тестирования на наличие инфекции [8, 9]. Особенности биологии патогенной микробиоты изучали с применением культурального

метода. Микроскопический анализ выполнялся в проходящем свете на микроскопе Leica 2500, фотографирование осуществляли цифровой камерой DCM-500 с программным обеспечением Scope Photo. Статистическую обработку данных проводили в программной среде Microsoft Excel.

Обсуждение результатов. Анализ происхождения исследуемых гибридов яблони показал участие 5 видов в скрещиваниях: яблони низкой (*M. pumila* Mill.), яблони Недзвецкого (*M. Niedzwetzkyana* Dieck.), яблони сливолистной, или китайки (*M. prunifolia* Rehd.) из отдела яблонь лесных (*Silvestris* Pash.), яблони садовой (*M. domestica* Borch.), представляющей собой сборный вид, яблони ягодной или сибирки (*M. baccata* L. (Borkh)) из отдела яблонь ягодообразных (*Baccatae* Rehd.).

Количественное участие каждого вида в происхождении гибридов различается. Так как устойчивость каждого вида к заболеванию паршой индивидуальна, от иммунных форм до восприимчивых, то расщепление в потомстве конкретного вида имеет широкую вариабельность признака.

Фитосанитарная оценка маточных насаждений яблони показала, что парша имеет широкое распространение (рис. 1).

Возбудитель парши *V. inaequalis* относится к группе гемибиотрофных или настоящих паразитов, у которых паразитарное питание занимает значительную часть жизненного цикла. *V. inaequalis* зимует в стадии сапротрофа в почве на опавших листьях, но, как правило, этот патоген не выдерживает конкуренции с почвенными грибами, поэтому его зимующие структуры имеют плотные защитные покровы.

Следует отметить, что в связи с сохранением стадии сапротрофного питания выращивание *V. inaequalis* на питательных средах в лабораторных условиях не представляет особых затруднений, что позволяет использовать культуру возбудителя для моделирования взаимоотношений с различными организмами (рис. 2).



Рис. 1. Листья яблони, пораженные паршой



Рис. 2. Колония *V. inaequalis* на твердой питательной среде

Исследование особенностей развития болезни позволило установить, что в последнее время возбудитель парши яблони часто встречается в составе ассоциативного комплекса микроорганизмов, который включает также условно-патогенный гриб *A.alternate* (рис. 3) и бактерию из рода *Pseudomonas* (рис. 4).

Способность условно патогенных грибов ассоциироваться с паршой была установлена рядом исследователей [10, 11, 12]. В связи с этим меняется характер проявления симптомов болезни. Образуемые некротические пятна на листьях подвоев яблони имеют обширную площадь за счет действия мощных экстрацеллюлярных токсинов, выделяемых некротрофным грибом *A. alternate*. При этом спороношение возбудителя парши очень ослаблено, что является следствием влияния фунгистатических токсинов бактерии из рода *Pseudomonas*.

В накопительной культуре у *V. inaequalis* в присутствии бактерии также отмечаются симптомы деградации (израстание стерильным светлым мицелием, выделение экссудата, лизис колонии).

Ассоциативное поражение растений микробиотой осложняет диагностику болезней в связи с искажением характерных симптомов, а также за-

трудняет борьбу с патогенными микроорганизмами в связи с принадлежностью их к различным группам, как в систематическом отношении, так и по их трофическому статусу.



Рис. 3. Чистая культура *A. alternate*:
а) колония; б) споры ($\times 320$); в) конидиальное спороношение ($\times 200$)

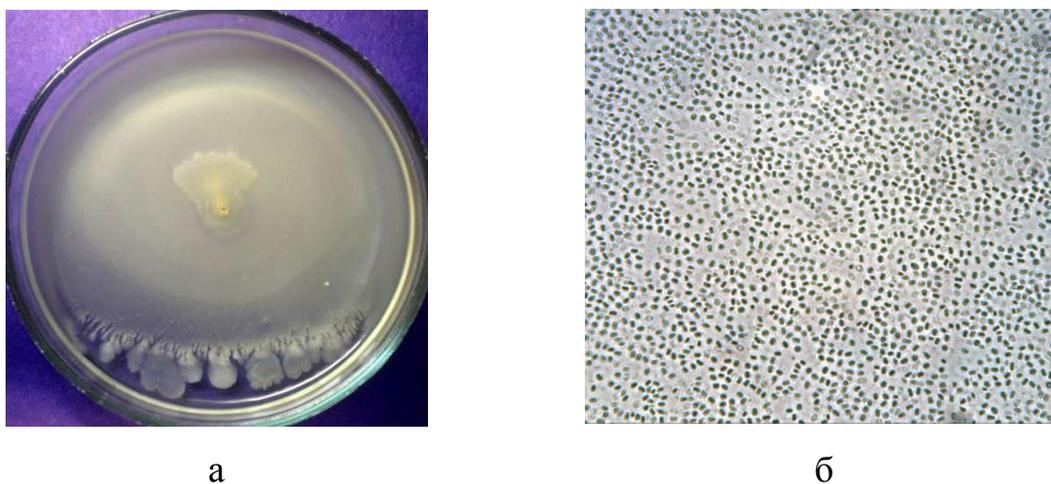


Рис. 4. Чистая культура бактерии из рода *Pseudomonas*:
а) колония на картофельном агаре; б) бактериальные клетки ($\times 1600$)

В сложившихся условиях, в результате оценки степени устойчивости слаборослых клоновых подвоев яблони к парше на естественном фоне, из исследуемой популяции выделены ценные по данному признаку генотипы (табл.).

Устойчивость слаборослых подвоев яблони к парше

Подвой	Степень пораженности паршой, балл	Подвой	Степень пораженности паршой, балл
57-157	0	57-491	1,1
К-1	0	76-6-13	1,1
71-3-150	0	97-5-53	1,3
1-2-21	0	2-6-6	1,3
76-23-2	0	2-6-13	1,3
75-4-4	0,1	67-100 (30)	1,7
70-6-8	0,1	54-118	1,8
84-6-66	0,1	5-21-100	1,8
5-21-106	0,1	5-21-85	1,9
67-114 (30)	0,1	76-16-15	2,5
2-6-10	0,2	2-6-1	2,7
85-5-28	0,2	2-6-16	2,7
85-2-11	0,3	65-191	2,8
82-27-6	0,6	75-19-11	2,8
72-4-3	0,7	2-6-5	3,0
71-3-130	0,9	2-6-8	3,5
58-238	0,9	2-6-15	3,3

Важно отметить, что характеристика устойчивости какой-либо популяции на основании среднего значения степени поражаемости растений не дает ясной картины соотношения устойчивых и восприимчивых особей в пределах исследуемой группы растений. Поэтому, характеризуя уровень устойчивости популяции, необходимо основываться не только на средних показателях, но и на определении степени однородности растений в пределах этой популяции по данному признаку.

По результатам исследований, популяция гибридных генотипов яблони была разделена на несколько кластеров. В группу с низкой устойчивостью к парше (поражение от 3,0 до 4,0 баллов) вошли формы: 2-6-1, 65-191, 2-6-15, 2-6-5; 2-6-16, 2-6-8; 5-21-80, 5-27-2, 5-32-2. Выделены также генотипы с высокой степенью устойчивости при данной биотической нагрузке, у которых не выявлено признаков поражения *V. inaequalis*: 57-157, К1, 71-3-150, 1-2-21, 5-21-106, 76-23-6 и другие.

Анализ популяции клоновых подвоев яблони по восприимчивости к парше на естественном фоне в условиях сада выявил, что распределение данного признака имеет дискретный характер (рис. 5). Кривая графика распределения признака имеет полимодальный вид. Это объясняется высокой степенью полиморфизма гибридов, вызванной, в первую очередь, генетическими факторами.

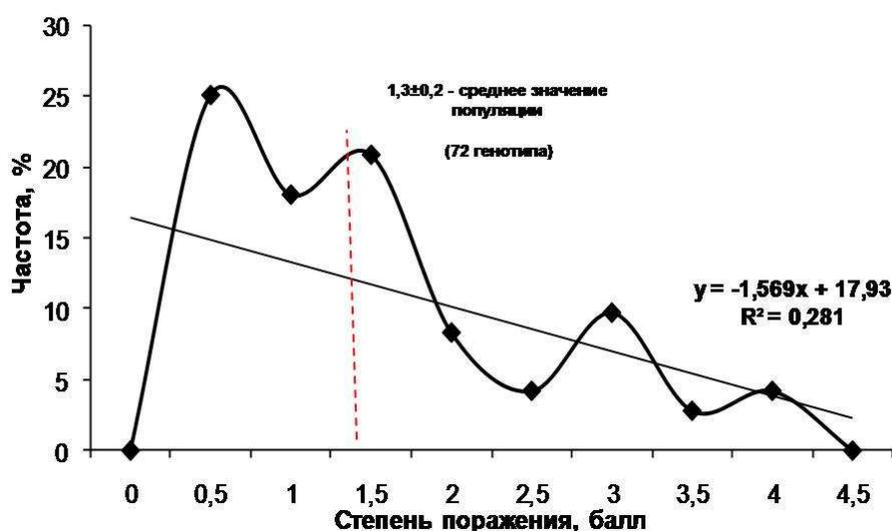


Рис. 5. Распределение популяции клоновых подвоев яблони по устойчивости к *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. на естественном инфекционном фоне гибридного сада

Линия тренда на рис. 5 указывает на уменьшение количества форм с ростом восприимчивости к заболеванию паршой. Распределение по кластерам устойчивости показало, что большинство генотипов яблони (83,0%) имеют незначительные повреждения паршой (до 2,0 баллов) на естественном фоне плодового сада, при этом 5 % генотипов этой группы не имеют видимых повреждений.

Выводы. В результате изучения особенностей развития парши у различных генотипов слаборослых клоновых подвоев яблони в условиях гибридного сада выявлено поражение ассоциативным комплексом микроорганизмов, в состав которого входят грибы *V. inaequalis*, *A. alternate* и бактерия из рода *Pseudomonas*, что является причиной искажения симптомов болезни. В исследуемой гибридной популяции 5 % генотипов обладают высокой устойчивостью к парше. Данные формы являются перспективными для селекции и производства.

Литература

1. Ефимова, И.Л. Повышение продуктивности садов на основе мобилизации генетического потенциала подвоев / И.Л. Ефимова, Н. К. Шафоростова, В.А. Алферов [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2006. – № 4.– С.17-19.
2. Ефимова И.Л. Адаптивный и продукционный потенциал подвоев плодовых культур в условиях южного садоводства / И.Л. Ефимова, Н.К. Шафоростова, А.П. Кузнецова // Плодоводство и ягодоводство России. – М., 2008. – Т.18. – С.135-141.
3. Бунцевич, Л.Л. Вирусные и вирусоподобные болезни плодовых культур и оздоровление растений способом клонального микроразмножения *in vitro* / Л.Л. Бунцевич, М.В. Захарова, М.А. Костюк, Ю.П. Данилюк, Р.С. Захарченко // Проблемы интенсивного садоводства. Научные труды: материалы расширенного заседания Ученого совета, посвященного 100-летию со дня рождения доктора с.-х. наук Г.В. Трусевича. – Краснодар, ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 191-193.
4. Кузнецова, А.П. Тенденции развития отечественного питомниководства на современном этапе / А.П. Кузнецова, Е.Л. Тыщенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 55 – С. 124-128.
5. Ульяновская, Е.В. Изучение генетического разнообразия и создание новых генотипов яблони разной ploидности / Е.В. Ульяновская // Научные труды ФГБНУ СКЗНИИСиВ. – Том 7. – Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2015. – С. 25-31.
6. Czynczyk, A. Growth and yielding in six scab-resistant apple cultivars grafted on three dwarfing rootstocks in integrated fruit production / A. Czynczyk, P. Bielicki, A. Mika, A. Krawiec // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. – 2005. – Vol. 13 - P. 19-23.
7. Petkovsek, M.M. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) / M.M. Petkovsek, F. Stampar, R. Veberic // Scientia Horticulturae. 2007. – V. 114 – P. 37 - 44.
8. Дудка, И.А. Методы экспериментальной микологии. Справочник. / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская, З.Э. Коваль. – Киев: Наукова думка, 1982. – 551 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – 608 с.
10. Stadelmann, F.X. Beitrag zur Biologie von *V. inaequalis* und *V. pirina* / F.X. Stadelmann, F.J. Schwinn // Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. – 1982. – 89 – 1/2 – P 96 - 109.

11. Смольякова, В.М. Оптимизация структуры патосистем и регулирования численности вредных организмов в плодовом агроценозе / В.М. Смольякова, Л.А. Пузанова, Г.В. Якуба, М.Е. Подгорная, С.Р. Черкезова // Садоводство и виноградарство. – 2008. – № 5. – С. 20-22.

12. Ищенко, Л.А. Эколого-физиологические и генетические основы устойчивости плодовых и ягодных растений к болезням : монография / Л.А. Ищенко; Под редакцией члена-корреспондента РАСХН Коломейченко В.В. – Орел: Орел ГАУ, 2010. – 280 с.

References

1. Efimova, I.L. Povyshenie produktivnosti sadov na osnove mobilizacii geneticheskogo potenciala podvoev / I.L. Efimova, N. K. Shaforostova, V.A. Alferov [i dr.] // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2006. – № 4. – S.17-19.

2. Efimova I.L. Adaptivnyj i produkcijnyj potencial podvoev plodovyh kul'tur v uslovijah juzhnogo sadovodstva / I.L. Efimova, N.K. Shaforostova, A.P. Kuznecova // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. – M., 2008. – T.18. – S.135-141.

3. Buncevich, L.L. Virusnye i virusopodobnye bolezni plodovyh kul'tur i ozdorovlenie rastenij sposobom klonal'nogo mikrorazmnozhenija in vitro / L.L. Buncevich, M.V. Zaharova, M.A. Kostjuk, Ju.P. Daniljuk, R.S. Zaharchenko // Problemy intensivnogo sadovodstva. Nauchnye trudy: materialy rasshirennoho zasedanija Uchenogo soveta, posvjashhennogo 100-letiju so dnja rozhdenija doktora s.-h. nauk G.V. Trusevicha. – Krasnodar, GNU SKZNIISiV, 2010. – S. 191-193.

4. Kuznecova, A.P. Tendencii razvitija otechestvennogo pitomnikovodstva na sovremennom jetape / A.P. Kuznecova, E.L. Tyshhenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 55 – S. 124-128.

5. Ul'janovskaja, E.V. Izuchenie geneticheskogo raznoobrazija i sozdanie novyh genotipov jabloni raznoj ploidnosti / E.V. Ul'janovskaja // Nauchnye trudy FGBNU SKZNIISiV. – Tom 7. – Krasnodar: FGBNU SKZNIISiV, 2015. – S. 25-31.

6. Czynczyk, A. Growth and yielding in six scab-resistant apple cultivars grafted on three dwarfing rootstocks in integrated fruit production / A. Czynczyk, P. Bielicki, A. Mika, A. Krawiec // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. – 2005. – Vol. 13 - P. 19-23.

7. Petkovsek, M.M. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) / M.M. Petkovsek, F. Stampar, R. Veberic // Scientia Horticulturae. 2007. – V. 114 – P. 37 - 44.

8. Dudka, I.A. Metody jeksperimental'noj mikologii. Spravochnik. / I.A. Dudka, S.P. Vasser, I.A. Jellanskaja, Z.Je. Koval'. – Kiev: Naukova dumka, 1982. – 551 s.

9. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. – Orel, 1999. – 608 s.

10. Stadelmann, F.X. Beitrag zur Biologie von *V. inaequalis* und *V. pirina* / F.X. Stadelmann, F.J. Schwinn // Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Phylanzenschutz. – 1982. – 89 – 1/2 – P 96 - 109.

11. Smol'jakova, V.M. Optimizacija struktury patosistem i regulirovanija chislennosti vrednyh organizmov v plodovom agrocenoze / V.M. Smol'jakova, L.A. Puzanova, G.V. Jakuba, M.E. Podgornaja, S.R. Cherkezova // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2008. – № 5. – S. 20-22.

12. Ishhenko, L.A. Jekologo-fiziologicheskie i geneticheskie osnovy ustojchivosti plodovyh i jagodnyh rastenij k boleznyam : monografija / L.A. Ishhenko; Pod redakciej chlena-korrespondenta RASHN Kolomejchenko V.V. – Orel: Orel GAU, 2010. – 280 s.