

УДК 634.12: 631.527.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОТДАЛЕННОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ В СЕЛЕКЦИИ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ

**Дубровский Максим Леонидович**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры, заведующий лабораторией  
element68@mail.ru

**Папихин Роман Валериевич**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры, начальник центра

**Кружков Андрей Викторович**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник

**Чурикова Наталия Леонидовна**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
младший научный сотрудник

**Шамшин Иван Николаевич**

кандидат биологических наук,  
заведующий лабораторией

Мичуринский государственный аграрный университет  
г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены направления использования метода отдаленной гибридизации в селекции клоновых подвоев яблони. Наиболее эффективны межвидовые скрещивания с использованием дикорастущих форм рода *Malus Mill.*, потенциально позволяющие получить ценные гибридные генотипы с расширенной адаптивностью и экологической пластичностью.

**Ключевые слова:** селекция, отдаленная гибридизация, яблоня, клоновые подвои, гибриды.

Основной задачей селекции растений является получение новых форм, характеризующихся повышенной устойчивостью к негативным факторам среды произрастания – абиотическим и биотическим стрессорам, продуктивностью и комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков [4, 5, 7, 14].

Одной из ведущих плодовых культур в мире является яблоня. Несмотря на огромное разнообразие ее сортов для различных эколого-географических регионов мира, высокую актуальность имеет разработка современных научных методов получения и изучения ее новых гибридов с комплексом ценных признаков. С учетом требований интенсивного садоводства в настоящее время необходимо создание и производственное внедрение новых устойчивых генотипов яблони – как сортов, так и клоновых подвоев, обеспечивающих получение высококачественного посадочного материала и его возделывание в рамках многолетних промышленных насаждений [9-12, 17].

Современная селекция клоновых подвоев яблони направлена на получение вегетативно размножаемых карликовых форм с высокой зимостойкостью и морозостойкостью корневой системы, комплексной устойчивостью к основным болезням и вредителям, а также высокими производственно-технологическими показателями используемых сорто-подвойных комбинаций – компактной кроной плодового дерева в саду, скороплодностью, урожайностью и товарной привлекательностью плодов [1-3, 8, 13, 15, 16, 18].

Среди широкого спектра селекционных методов особую роль играет отдаленная гибридизация растительных форм, позволяющая значительно изменить многие целевые показатели и признаки гибридного потомства. При отдаленной гибридизации осуществляются скрещивания растений, относящихся к разным таксонам (видам и родам) и вследствие этого характеризующихся значительными различиями генома. Межродовая гибридизация потенциально позволяет получить новые гибридные формы растений, ранее не встречавшиеся в природе, но, как правило, естественные генетические барьеры (прогамная и постгамная несовместимость) серьезно

препятствуют их возникновению. Использование в селекции межвидовых скрещиваний растений, относящихся к одному роду, позволяет частично преодолеть данные барьеры несовместимости и с большей эффективностью получить качественно новые гибридные генотипы.

В селекции клоновых подвоев яблони отдаленная гибридизация может способствовать более эффективному получению ценных форм в сравнении с селекцией сортов, поскольку для подвоев полностью не учитываются особенности их плодоношения и качество плодов [1]. Большинство дикорастущих видов рода *Malus* Mill. характеризуются повышенной устойчивостью к абиотическим стрессорам, патогенным микроорганизмам, кроме того отдельные видовые формы способны к вегетативному размножению, характеризуются сдержанным ростом и др.

При использовании межвидовых скрещиваний в полученном гибридном потомстве следует особо анализировать высокую адаптивность и широкую экологическую пластичность отдельных генотипов, которые в сочетании с их хорошей способностью к укоренению могут представлять интерес для дальнейшего производственного испытания.

В средней полосе России основоположником селекции клоновых подвоев яблони стал И.В. Мичурин, который с 1901 года начал проводить скрещивания в данном направлении. От межвидовой гибридизации китайской сливолистной яблони (*M. prunifolia* Rehd.) и английской широколистной парадизки М I (*M. pumila* v. *paradiziaca* Scheid.) им была получена Парадизка мичуринская, которая характеризовалась полукарликовым ростом привойных компонентов и приемлемой зимостойкостью, но в дальнейшем утратила способность к вегетативному размножению [3, 15, 16].

Уникальной особенностью большинства клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского государственного аграрного университета является антоциановая окраска побегов различной степени интенсивности. Данный признак возник у серии генотипов клоновых подвоев, полученных в скрещиваниях с участием яблони Недзвецкого (*M. niedzwetzkyana* Dieck.) или

родственных ей форм. Кроме того, на ранних этапах селекции мичуринских клоновых подвоев в качестве родительских форм широко использовались сорта яблони с красной мякотью плодов (Рубиновое, Красный штандарт и др.), являющиеся производными яблони Недзвецкого.

В.И. Будаговский путем гибридизации сорта Красный штандарт селекции И.В. Мичурина с парадизкой М VIII (*M. domestica subsp. pumila* (Mill.) L.) получил слаборослый клоновый подвой, названный Парадизкой краснолистной или Парадизкой Будаговского, а за рубежом широко известный как В9. В дальнейшем от нее была получена целая серия краснолистных подвоев – 54-118, 57-545, 57-490, 57-257 (ПБ х 13-14); 62-396 (13-14 х ПБ); 57-344, 57-366, 57-491, 58-238 и др. Помимо сорта Красный штандарт в скрещиваниях с подвоями в качестве источника высокой зимостойкости В.И. Будаговский использовал сорт И.В. Мичурина Таежное, одновременно являющийся производным двух видов – сибирской ягодной яблони (*M. baccata* L. (Borkh.)) и китайской сливолистной яблони (*M. prunifolia* Rehd.), от которого была получена селекционно ценная подвойная форма 13-14 [15, 16].

Всего в 30-70-х гг. XX века в селекционных программах получения клоновых подвоев в г. Мичуринске было использовано в качестве исходных форм 9 дикорастущих видов и разновидностей яблони, 17 сортов, более 10 подвоев отечественного и зарубежного происхождения, а также сотни гибридов первого-третьего поколений [3, 16].

В настоящее время в качестве источника высокой экологической устойчивости и адаптивности в селекции клоновых подвоев используется яблоня Зибольда (*M. sieboldii* Rehd.).

Основными и наиболее вредоносными заболеваниями яблони, и клоновых подвоев в том числе, являются парша, мучниста роса и бактериальный ожог плодовых культур.

Различают две формы устойчивости к парше – полигенную и моногенную. Полигенная устойчивость контролируется многими малыми рецессивными генами с аддитивным действием, а моногенная устойчивость

(иммунитет) определяется одним главным (основным) геном. В настоящее время для яблони описаны 8 наиболее распространенных рас возбудителя парши *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., а также идентифицированы 6 основных генов устойчивости к данному заболеванию: *Vf*, *Vr*, *Vb*, *Va*, *Vm* и *Vbj*, происходящих от диких видов рода *Malus* Mill. Донором наиболее «эффективного» гена *Vf* является дикорастущая форма яблони обильноцветущей *Malus floribunda* 821. При этом в разных регионах мира уже появились новые расы патогена, преодолевающие устойчивость, обусловленную наличием гена *Vf* [6].

В селекции на устойчивость к мучнистой росе, вызываемой грибом-аскомицетом *Podosphaera leucotricha* Salm., до сих пор не создано ни одного коммерческого сорта или подвоя яблони с генетическим иммунитетом. Широкий ряд сортов яблони характеризуются полигенной устойчивостью к мучнистой росе. Среди дикорастущих видовых форм главный ген иммунитета к мучнистой росе *Pl<sub>1</sub>* выявлен у яблони мощной *M. robusta* Rend. (клон Mai. 59), а ген *Pl<sub>2</sub>* – у яблони Цуми *M. zumi* (клон Mai. 68).

Выбор для возделывания клоновых подвоев, устойчивых к парше и мучнистой росе, особенно актуален при спринклерном поливе маточников, т.к. в условиях постоянной повышенной влажности возможно сильное развитие данных заболеваний, сопровождающееся нарушением нормального функционирования фотосинтетического аппарата листьев и значительным снижением продуктивности маточника. Тем не менее, в большинстве программ селекции клоновых подвоев редко проводятся направленные отдаленные скрещивания на устойчивость гибридного потомства к парше и мучнистой росе.

Бактериальный ожог – опасное инфекционное заболевание яблони, вызываемое бактерией *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. Естественная устойчивость к патогену имеет полигенный характер и характеризуется сложной системой иммунного ответа. В настоящее время идентифицировано 27 перспективных локусов количественных признаков (QTL), сцепленных с

резистентностью к различным штаммам *Erwinia amylovora*. Три из них в группах сцепления LG3, LG12, LG7 имеют стабильный эффект. QTL, сцепленный с основным геном в группе сцепления LG3, найден у формы дикорастущего вида *Malus robusta* 5. Два QTL (LG12, LG7) идентифицированы у сортов яблони Эверест и Фиеста [11]. Обширная программа селекции новых клоновых подвоев яблони, устойчивых к бактериальному ожогу, реализуется в Корнуэльском университете (США, г. Женева, штат Нью-Йорк).

Большие перспективы в интенсификации селекционного процесса клоновых подвоев яблони открывает сочетание методов отдаленной гибридизации и маркер-опосредованной селекции, позволяя выделять носителей целевых аллелей генов и рационально использовать их при составлении селекционных схем.

Таким образом, среди методов отдаленной гибридизации клоновых подвоев яблони наиболее эффективны межвидовые скрещивания с использованием дикорастущих форм рода *Malus* Mill., потенциально позволяющие получить ценные гибридные генотипы с расширенной адаптивностью и экологической пластичностью.

*Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства сельского хозяйства РФ на 2020 г. по теме: «Селекция зимостойких слаборослых клоновых подвоев яблони с использованием молекулярных маркеров и культуры соматических тканей in vitro» (№ АААА-А20-120011400199-6).*

#### **Список литературы:**

1. Будаговский В.И. Использование отдаленной гибридизации в селекции слаборослых подвоев яблони / В.И. Будаговский // Доклады ВАСХНИИЛ. – 1971. – № 4. – С. 18-21.
2. Будаговский В.И. Карликовые подвои для яблони / В.И. Будаговский. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 352 с.
3. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев / В.И. Будаговский. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

4. Влияние продолжительности роста клоновых подвоев яблони на их зимостойкость / З.Н. Тарова, Н.Л. Чурикова, Т.А. Данилова, А.Н. Гонтюрев // Сборник научных трудов, посвященный 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета. В 4-х томах, 2016. - С. 208-213.
5. Дубровский М.Л. Анализ кариотипа российских клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского государственного аграрного университета / М.Л. Дубровский, Р.В. Папихин // Amazonia Investiga. - 2019. -Т. 8. - № 21. - С. 688-698.
6. Молекулярно-генетическая паспортизация сортов яблони: научно-методические рекомендации / М.Е. Омашева, А.С. Пожарский, Б.Б. Смайлов, Н.Н. Галиакпаров. – Алматы, 2017. – 50 с.
7. Новые перспективные подвойные формы яблони селекции Мичуринского ГАУ / Н.Л. Чурикова, Р.В. Папихин, А.В. Кружков, З.Н. Тарова, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова // Сб.: Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова, 2016. - С. 221-225.
8. Новые районированные клоновые подвой яблони / Н.М. Соломатин, И.М. Зуева, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова, Н.Л. Чурикова // Садоводство и виноградарство. – 2012. – № 3. – С. 21-23.
9. Основы инновационного развития питомниководства России / И.М. Куликов, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, А.А. Борисова, Т.А. Тумаева, М.Т. Упадышев, С.А. Муратова, Т.А. Грачева. – М., 2018. – 188 с.
10. Оценка новых клоновых подвоев яблони селекции мичуринского аграрного университета в питомнике конкурсного испытания / М.Л. Дубровский, Р.В. Папихин, А.В. Кружков, Н.Л. Чурикова, Л.В. Скороходова // Сб.: Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVI Международной научной конференции, 2019. - С. 614-618.

11. Оценка устойчивости сорто-подвойных комбинаций яблони в промышленных садах / О.А. Борисова, З.Н. Тарова, Л.В. Бобрович, И.Н. Мацнев, А.В. Подмарков // Сб.: Почвы и их эффективное использование: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора Владимира Владимировича Тюлина, 2018. - С. 224-228.

12. Папихин Р.В. Устойчивость клоновых подвоев яблони к парше на естественном инфекционном фоне / Р.В. Папихин, М.В. Маслова // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2016. - № 42 (6). - С. 13-22.

13. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Р.В. Папихин, М.Л. Дубровский, И.Н. Шамшин // Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 2. – С. 34-40.

14. Ростовые характеристики привойно-подвойных комбинаций яблони в условиях новгородской области / З.Н. Тарова, Л.В. Бобрович, О.А. Борисова, Н.В. Кухтикова // Сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. – Мичуринск, 2019. - С. 278-281.

15. Соломатин Н.М. Генофонд вегетативно размножаемых форм яблони для улучшения сортимента подвоев, сырьевых и декоративных сортов в условиях ЦЧР: автореф. дис. ... д. с.-х. н. / Н.М. Соломатин. – М., 2018. – 42 с.

16. Трунов Ю.В. Результаты селекции клоновых подвоев яблони / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Н.М. Соломатин // Агро XXI. – 2007. – № 4-6. – С. 26-28.

17. Федоренко В.Ф. Анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства: науч. анализ. обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, О.В. Кондратьева, А.Д. Федоров, О.В. Слинько. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.

18. Чурикова Н.Л. Агробиологическая оценка новых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ в условиях ЦЧР: автореф. дис. ... к. с.-х. н. / Н.Л. Чурикова. – Мичуринск, 2019. – 22 с.

UDC 634.12: 631.527.5

**USING THE DISTANT HYBRIDIZATION METHOD  
IN THE BREEDING OF CLONAL APPLE ROOTSTOCKS**

**Dubrovsky Maksim Leonidovich**

Candidate of Agricultural Sciences,  
Associate Professor, Head of laboratory  
element68@mail.ru

**Papikhin Roman Valeriyevich,**

Candidate of Agricultural Sciences,  
Associate Professor, Head of Center

**Kruzhkov Andrey Viktorovich**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher

**Churikova Nataliya Leonidovna,**

Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher

**Shamshin Ivan Nikolayevich,**

Candidate of Biological Sciences, Head of Laboratory

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The article discusses the directions of using the distant hybridization method in the breeding of clonal apple rootstocks. The most effective are interspecific crosses with the use of wild forms of the genus *Malus* Mill., potentially allowing to obtain valuable hybrid genotypes with enhanced adaptability and ecological plasticity.

**Key words:** breeding, distant hybridization, apple tree, clonal rootstocks, hybrids.