

УДК 674.031.734.2

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *M. DOMESTICA* BORKH. В СЕЛЕКЦИИ
КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ И СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ
СЛОЖНОСТИ**

Анастасия Алексеевна Чистякова

студент

fito-klon@yandex.ru

Роман Валериевич Папихин

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

parom10@mail.ru

Екатерина Сергеевна Протасова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

katya.pr07@yandex.ru

Алексей Андреевич Привалов

аспирант

asher_satton@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вопрос использования яблони домашней (*M. domestica* Borkh.) в селекции слаборослых клоновых подвоев яблони. На основе анализа литературы, показано, что этот вид имеет сложное синтетическое происхождение и скрещивание его с дикими видами, используемыми для получения подвоев затруднено. Анализ микроспорогенеза гибридов выявил аномалии в формировании половых клеток. Нарушения проявляются в основном цитокинезе.

Ключевые слова: яблоня домашняя, отдалённая гибридизация, клоновые подвои яблони, микроспорогенез, аномалии.

Яблоня принадлежит к семейству розоцветных, как и другие крупные плодовые деревья умеренного пояса (груша, абрикос, персик, слива, вишня). Род *Malus* состоит из около 30 видов и нескольких подвидов, но таксономия этого рода является достаточно сложной, в некоторых случаях до конца не изученной и, вероятно, будет пересмотрена в будущем, в связи с применением современных молекулярно-генетических методов исследования [6].

По мнению Кевина де Куероса [11], разграничение видов яблони затруднено малым количеством диагностических морфологических признаков. В своей работе он также указывает, что в научной литературе отсутствуют записи о географическом ареале некоторых таксонов и преобладании гибридизации между разными видами [11].

Гибридизация среди яблони облегчается отсутствием межвидовых репродуктивных барьеров, самонесовместимостью и возделыванием яблони в районах, в которых популяции дикой яблони встречаются в природе [10].

Для промышленного получения плодов человеком используется в основном яблоня домашняя (*M. domestica* Borkh.). По мнению С.А. Хариса [10], данный вид представляет собой синтетическую таксономическую единицу, содержащую большое количество генов диких интрогрессивных особей и диких популяций.

Так, яблоня Сиверса (*Malus sieversii* (Ldb.) Roem) происходит из горной местности Средней Азии (Тянь-Шань) [1]. Одомашнивание данного вида происходило на запад, вдоль крупных торговых маршрутов, где *Malus sieversii* попадал в ареал обитания других диких видов рода *Malus*, таких как *Malus baccata* (L.) Bork. в Сибири, *Malus orientalis* Uglitz. на Кавказе и *Malus sylvestris* Mill. в Европе.

По мнению группы международных исследователей во главе Амандин Корнилле с коллегами [8] эти три вида яблони и *M. sieversii* считаются ближайшими родственниками *M. domestica*, вместе с которой они полностью интерфертильны. Эти дикие виды яблони широко распространены в умеренных широтах Евразии, где они часто растут малоплотными популяциями (за

исключением *M. sieversii*) в самых разных местообитаниях и условиях окружающей среды [8].

Тем не менее, проблема нескрещиваемости растений рода *Malus* на сегодня всё ещё стоит перед селекционерами. Это стало актуальным с развитием получения новых форм растений, а именно применение методов отдалённой гибридизации [5]. Если для получения устойчивых сортов яблони к различным негативным абиотическим и биотическим факторам среды селекционеры использовали *Malus sieversii*, *Malus baccata* и ряд других видов, которые эволюционно стоят ближе друг к другу [3], то при селекции подвоев проблема нескрещиваемости зачастую выходит на первый план [2].

Применение культурных подвоев яблони с исторической точки зрения началось совсем недавно и для получения ценных форм требовались совершенно другие хозяйственно-биологические качества растений. Например, для клоновых подвоев, совершенно неважно качество плодов и урожай, но необходима высокая укореняемость, высокая зимостойкость корневой системы и хорошая засухоустойчивость.

Мичуринский государственный аграрный университет является мировым лидером в селекции клоновых подвоев яблони. За столетнюю историю создания новых форм клоновых подвоев яблони сотрудниками этого учреждения в скрещиваниях принимали участие шесть видов яблони: яблоня низкая (*M. pumila* Mill.), яблоня Недзвецкого (*M. Niedzwetzkyana* Dieck.), яблоня сливолистная (*M. prunifolia* Rehd.), яблоня домашняя (*M. domestica* Borch.), яблоня ягодная (*M. baccata* L. (Borkh)), яблоня Зибольда (*Malus sieboldii*). Количественное участие каждого вида в происхождении гибридов различается [2].

На сегодняшний день, полученные подвои представляют собой крайне сложные синтетические формы пятого, шестого поколения (F₅ - F₆) [7].

В силу того, что в течении сотен лет селекция яблони шла исключительно на качество плодов, то при получении генотипов с признаками подвойных форм

возникают проблемы нескрещиваемости или аномалии в развитии половых клеток [4].

Так, в исследованиях микроспорогенеза слаборослых клоновых подвоев, при получении которых в скрещиваниях использовали *M. domestica* Borch. с целью получить подвойные формы с хорошим качеством плодов и таким образом решить несколько проблем в садоводстве, были обнаружены гибриды с аномалиями. Все виды яблони, которые принимали участие в скрещиваниях до (F5 - F6) имели диплоидный набор хромосом ($2n=2x=34$) [9].

Анализ стадии диакинеза у исследуемых генотипов выявил высокую частоту клеток с нормальным набором бивалентов. Униваленты встречались в единичных случаях, что говорит о высоком уровне конъюгации хромосом, несмотря на сложное синтетическое происхождение.

Однако при этом, на стадии анафазы редукционного деления установлен широкий спектр аномалий цитокинеза. На этом этапе проявляются такие аномалии как ранее начало движения хромосом к полюсу (забегание) или наоборот, отставание от массового движения. Выбросы хромосом в цитоплазму за пределы веретена деления и формирование хромосомных мостов являются весьма критичными, поскольку в последствии может приводить к анеуплоидии, что естественно сказывается на функциональной способности пыльцы [4].

В метафазе эквационного деления количество нарушений у гибридов не велико. В основном они заключаются в выбросах хроматид и не одновременном формировании экваториальной пластинки.

При движении к полюсам хроматид в АII наблюдали классические картины аномалий синхронности цитокинеза, т. е. забегания и отставания.

В результате перечисленных нарушений на протяжении эквационного и редукционного делений, имело место образование тетрад не свойственной конфигурации. В некоторых мейоцитах в конце второго деления мейоза образовывались многоядерные монады или другие аномальные продукты микроспорогенеза, но их количество было незначительным [4].

Таким образом, в селекционной работе по получению слаборослых клоновых подвоев необходимо учитывать биологические особенности *M. domestica* Borch.. Поскольку данный вид является сложным межвидовым гибридом, формировавшимся продолжительное время и является источником ценных хозяйственно-биологических признаков. Включение его в селекционный процесс позволит получать ценные высокоадаптивные генотипы, однако при этом необходимо учитывать возможные аномалии в потомстве.

Список литературы:

1. Вавилов Н.И. Пять континентов / Отв. ред. д-р биолог. наук Л. Е. Родин; АН СССР. Секция хим.-технологич. и биол. наук. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние. 1987. 216 с.
2. 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 // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XVI Международной науч. конф. Брянск. 2019. 614-618 с.
3. Лангенфельд В.Т. Яблоня: Морфологическая эволюция, филогения. география, систематика. Рига: Зинатне. 1991. 234 с.
4. Папихин Р.В. Исследование микроспорогенеза подвойных форм яблони // В сборнике: Современное состояние питомниководства и инновационные основы его развития материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук С.Н. Степанова. 2015. С. 124-130.
5. Папихин Р.В., Муратова С.А. Повышение эффективности отдалённой гибридизации семечковых плодовых культур: Монография. Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета. 2011. 116 с.
6. Полиморфизм дикорастущих видов рода *Malus* Mill. По гену (MD-EXP-7) биосинтеза экспансина / Н.И. Савельев, И.Н. Шамшин, Н.Н. Савельева,

А.С. Лыжин // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 4-1. С. 713-717.

7. Новые слаборослые клоновые подвои яблони / Н.М. Соломатин, Р.В. Папихин, Л.В. Григорьева, И.М. Зуева, Д.Ю. Честных, Н.Л. Чурикова Л.В. Скороходова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. №1. Ч. 1. 2012. С. 58-61.

8. Cornille A. The domestication and evolutionary ecology of apples /A. Cornille, T. Giraud, M. Smulders, I. Roldan-Ruiz, P. Gladieux // Trends in Genetics. 2014. Vol. 30. No. 2. P. 57-65.

9. Dubrovsky M.L., Papikhin R.V. Analysis of the karyotype of the Russian apple tree clonal rootstocks bred at the Michurinsk State Agrarian University // Revista Amazonia Investiga. 2019. Vol. 8 Num. 21. P. 688-698.

10. Harris S.A. Genetic clues to the origin of the apple // S.A. Harris, J.P. Robinson, B.E. Juniper // Trends in Genetics. 2022. V. 18. P. 426-430.

11. Queiroz K. The General Lineage Concept of Species, Species Criteria, and the Process of Speciation A Conceptual Unification and Terminological Recommendations // SPECIES CONCEPTS. 1999. V. 5. P. 57-75.

UDC 674.031.734.2

**USING *M. DOMESTICA* BORKH. IN THE BREEDING OF APPLE
CLONE ROOTS AND THE DIFFICULTIES ASSOCIATED WITH IT**

Anastasia A. Chistyakova

student

fito-klon@yandex.ru

Roman V. Papikhin

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

parom10@mail.ru

Ekaterina S. Protasova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

katya.pr07@yandex.ru

Alexey A. Privalov

postgraduate student

asher_satton@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article deals with the issue of using the domestic apple tree (*M. domestica* Borkh.) in the selection of low-growing apple clonal rootstocks. Based on the analysis of the literature, it is shown that this species has a complex synthetic origin and its crossing with wild species used to obtain rootstocks is difficult. An analysis of the microsporogenesis of hybrids revealed anomalies in the formation of germ cells. Violations are manifested in the main cytokinesis.

Key words: domestic apple tree, distant hybridization, clonal apple rootstocks, microsporogenesis, anomalies.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.