

УДК 634.11: 631.524.85

НАСЛЕДОВАНИЕ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ ГИБРИДНЫМИ СЕЯНЦАМИ ЯБЛОНИ

Андрей Николаевич Юшков

доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

a89050489146@yandex.ru

Надежда Вячеславовна Борзых

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

n-bor@list.ru

Наталья Николаевна Савельева

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

saveleva_natalya_nic@mail.ru

Александр Сергеевич Земисов

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

zemisva2@rambler.ru

Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Проведено исследование устойчивости к засолению у гибридных сеянцев яблони, полученных в результате топкросс-скрещиваний. Выделены доноры и гибридные комбинации с высоким выходом солеустойчивых гибридов, которые имеют перспективы для практического применения в селекционной работе на устойчивость к засолению.

Ключевые слова: яблоня, селекция, солеустойчивость, гибридные сеянцы, доноры, наследование

Наследование солеустойчивости у плодовых растений представляет собой сложный и многогранный процесс, который требует глубокого понимания как генетических механизмов, так и факторов среды. В условиях изменяющегося климата и снижения качества почв, селекция яблони на этот признак становится всё более актуальной.

Глобальные убытки сельскохозяйственной отрасли от засоления превысили 12 миллиардов долларов США в год и продолжают увеличиваться [14]. Хотя данные о подверженных засолению территориях неточны, это явление представляет серьезную проблему для сельхозпроизводства [8]. Свыше 6% от всей суши [11, 13] или 20% от площади возделываемых земель [10] в мире (более 800 миллионов гектаров) подвержены влиянию этого стрессора. На территории Российской Федерации проблема засоления также стоит достаточно остро. Особенно много таких почв на Северном Кавказе, в Нижнем Поволжье и ряде регионов Западной Сибири. Из-за бесконтрольного орошения и отсутствия мероприятий по мелиорации суммарная площадь проблемных зон постоянно растет и составляет в 13-16 млн га [1, 4]. Площади же сельскохозяйственных угодий, склонных к засолению или образованию солонцов, оцениваются в 35-53 миллиона гектаров [3,2].

Выявление солеустойчивых генотипов представляется сложной проблемой для сельскохозяйственных растений. Попытки повышения солеустойчивости ряда экономически важных видов растений методами традиционной селекции, имели недостаточный успех, ограниченный полигенной природой признака [9]. М. Ашраф и М. Фулад [7] отмечают, что при разработке селекционной программы для улучшения солеустойчивости необходимо использовать эффективные методы оценки исходного материала и надежные прямые или косвенные параметры отбора потомства. В полевых условиях оценка растений занимает длительный период, результаты могут искажаться из-за неоднородных физических и химических свойств почвы в пределах одного участка, возможного наличия токсичных ионов [6, 12]. Усложняет диагностику и то, что негативное влияние солевого стресса на

растение обусловлено двумя компонентами: ионную токсичность и осмотическое воздействие [11]. В лабораторных условиях для определения устойчивости к засолению плодовых растений широко используется метод, базирующийся на учете степени выцветания хлорофилла [5]. Листья черешками помещают в раствор хлорида натрия, после чего оставляют в условиях контролируемых температуры и влажности на несколько суток. У сортов с меньшей устойчивостью процесс разрушения хлорофилла происходит значительно быстрее.

Несмотря на определенные достижения в исследованиях однолетних растений в области генетического контроля и биохимических процессов, связанных с анализируемыми признаками, количество работ, посвященных изучению проблемы повышения устойчивости плодовых культур к засолению, остается ограниченным. Особенности этих растений, такие как высокая гетерозиготность, длительный ювенильный период и крупные размеры, препятствуют эффективному применению множества перспективных вегетационных и вегетационно-полевых методов для оценки солеустойчивости. Необходимость в дальнейших исследованиях закономерностей наследования данного признака у гибридов сохраняется, как и необходимость разработки надежных и продуктивных методов, основанных на объективных показателях, подходящих для практического применения. Также стоит задача выделения новых источников и доноров для селекционной работы.

Устойчивость генотипов к засолению оценивалась по методике Б.П. Строгонова [5] на основе наблюдения за скоростью и степенью деградации хлорофилла в листьях в климатической камере Sanyo MLR-350. Для этого листовые пластины помещали срезами или черешками в растворы хлорида натрия (0,1 М) и других солей при температуре +23°C. Освещение обеспечивалось на протяжении суток: 12 часов при 4000 лк и 12 часов в темноте. В контрольных образцах использовалась дистиллированная вода. Оценка проводилась в баллах, учитывали площадь и степень поражения: 0 баллов соответствовало отсутствию повреждений, а 5 баллов — более 75%

поврежденной площади листа. В ходе исследований изучались генетически удаленные родительские формы и гибриды рода *Malus* из 6 гибридных семей, которые были получены на базе топкросс-скрещиваний. Работа проводилась в 2023-2024 годах.

Исследования показали, что существуют статистически значимые различия между гибридными комбинациями в отношении количества сеянцев, демонстрирующих устойчивость к засолению. Через три дня наблюдений максимальным выходом генотипов с уровнем повреждения до 2 баллов характеризовались гибридные комбинации Академик Казаков x Пинк перл (47,6%) и Академик Казаков x Звезда (42,9%). В семье Академик Казаков x Профессор Шпренгер выделено 38,1% сеянцев с такой устойчивостью. Значительно меньше солеустойчивых гибридов зафиксировано в комбинациях Никас x Звезда (28,6%), Никас x яблоня обильноцветущая (23,8%), Никас x Пинк перл (19,0%). Минимальное количество устойчивых сеянцев отмечено в гибридных семьях Академик Казаков x яблоня обильноцветущая и Никас x Профессор Шпренгер (9,5%). Средний уровень повреждений по комбинации скрещивания варьировал от 2,4 до 3,8 балла, при этом наиболее низкие показатели отмечены в гибридных семьях, полученных с участием сортов Академик Казаков и Звезда. В комбинациях Академик Казаков x Пинк перл и Академик Казаков x Звезда была зафиксирована положительная трансгрессия, превышающая родительские формы на 4,8-9,5%, а также выделены источники высокой устойчивости: 3-6, 3-8 (Академик Казаков x Звезда) и 1-18 (Академик Казаков x Пинк перл).

Таким образом, исследования показали, что высокая солеустойчивость передается потомству, однако не всегда полностью определяется фенотипическими характеристиками родительских растений. Это свидетельствует о том, что такие семьи, как Академик Казаков x Пинк перл, Академик Казаков x Звезда и Академик Казаков x Профессор Шпренгер, являются наиболее перспективными из изученных для селекционных программ, поскольку они обеспечивают максимальный выход устойчивых сеянцев. В

гибридных комбинациях, таких как Академик Казаков х Пинк перл и Академик Казаков х Звезда, наблюдается положительная динамика по исследуемому признаку. В результате проведенных исследований выделены доноры, стабильно передающие устойчивость потомству, – сорта Академик Казаков и Звезда.

Список литературы:

1. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) М.: Изд-во «Агрорус». 2001. Т. II. 708 с.
2. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М.: Изд-во Агрорус. 2008. Том I. 816 с.
3. Казакова Л. А. Комплексная мелиорация орошаемых солонцовых и засоленных почв Нижнего Поволжья: дис. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук. Волгоград. 2007. 319с.
4. Радугин Н. П. Радикальная экономическая реформа в Российской Федерации и продовольственная безопасность страны. М.: 1996. 203 с.
5. Строгонов Б. П. Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости // Солеустойчивость растений / Л. 1970. С. 47-58.
6. Удовенко Г. В., Семушина Л. А. Особенности различных методов оценки солеустойчивости растений // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л.. Колос. 1976. С. 228-238.
7. Ashraf M., Foolad M.R. Crop breeding for salt tolerance in the era of molecular markers and marker-assisted selection // Plant Breeding. 2013. 132: P.10-20. <https://doi.org/10.1111/pbr.12000>
8. Flowers T., Yeo A. Metabolic engineering for increased salt tolerance the next step response // Australian Journal of Plant Physiology. 1996. № 23. P. 661-667.
9. Flowers T. Improving crop salt tolerance // Journal of Experimental Botany. 2004. № 55. P. 307-319.

10. Gupta B., Huang B. Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization // International Journal of Genomics. 2014. Article ID: 701596. <https://doi.org/10.1155/2014/701596>

11. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance // Annual Review of Plant Biology. 2008. № 59. P. 651–681.

12. Rengasamy P. Transient salinity and subsoil constraints to dryland farming in Australian sodic soils: an overview // Australian Journal of Experimental Agriculture. 2002. №42. P. 351-361.

13. Rengasamy P. Soil processes affecting crop production in salt-affected soils // Functional Plant Biology. 2010. № 37. P. 613–620.

14. Shabala S. Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops // Annals of botany. 2013. №112 (7). P. 1209-1221.

UDC 634.11: 631.524.85

INHERITANCE OF SALT TOLERANCE BY HYBRID APPLE SEEDLINGS

Andrey N. Yushkov

doctor of agricultural sciences, leading researcher

a89050489146@yandex.ru

Nadezhda V. Borzykh

candidate of agricultural sciences, leading researcher

n-bor@list.ru

Natalya N. Savelyeva

doctor of biological sciences, leading researcher

saveleva_natalya_nic@mail.ru

Alexander S. Zemisov

candidate of agricultural sciences, leading researcher

zemisva2@rambler.ru

I.V. Michurin Federal Scientific Center

Michurinsk, Russia

Abstract. A study of salinity resistance in hybrid apple seedlings obtained as a result of topcross crosses was conducted. Donors and hybrid combinations with a high yield of salt-resistant hybrids have been identified, which have prospects for practical application in breeding work for resistance to salinity.

Key words: apple tree, breeding, salt tolerance, hybrid seedlings, donors, inheritance.

Статья поступила в редакцию 20.09.2024; одобрена после рецензирования 20.10.2024; принята к публикации 30.10.2024.

The article was submitted 20.09.2024; approved after reviewing 20.10.2024; accepted for publication 30.10.2024.