

УДК 634.1:631.541

UDC 634.1:631.541

DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-21-31

DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-21-31

**АДАПТИВНОСТЬ
НОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ
СЕРИИ СТ К СТРЕССАМ
ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ**

**ADAPTABILITY OF NEW
ST SERIES APPLE ROOTSTOCKS
TO STRESS OF THE SUMMER
VEGETATION PERIOD**

Ефимова Ирина Львовна
научный сотрудник
лаборатории питомниководства
e-mail: efimiril@mail.ru

Efimova Irina Lvovna
Research Associate
of Nursery Planting Laboratory
e-mail: efimiril@mail.ru

Радченко Елена Антоновна
магистрант лаборатории
питомниководства
e-mail: ear_121206@mail.ru

Radchenko Elena Antonovna
master's student
of Nursery Planting Laboratory
e-mail: ear_121206@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

В рамках совместной программы ФГБНУ СКФНЦСВВ и Ставропольской опытной станции по садоводству – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» по селекции подвоев яблони, провели оценку гибридов подвоев яблони серии СТ по их адаптивности к условиям летнего периода вегетации в центральной подзоне Прикубанской зоны садоводства (г. Краснодар). Устойчивость подвоев яблони к стрессам определялась по оводненности и водоудерживающей способности листьев, характеризующих способность растений поддерживать водный гомеостаз при наступлении стресса. В маточнике отводочных подвоев лабораторно-полевым методом определялась засухоустойчивость подвоев яблони в период наибольшей напряженности водного режима растений. В качестве контрольного использовался районированный подвой ММ-106. Лучше удерживали воду листья подвоев СТ 20-2 и СТ 18-2, у которых потери воды

Within the framework of the joint program of the FSBSI NCFSCHVW and the Stavropol experimental station of horticulture – Branch of Federal State Scientific Institution «North-Caucasian FNAC», for the breeding of apple tree rootstocks, hybrids of apple-tree rootstocks of the ST series were assessed in terms of their adaptability to the conditions of the summer vegetation period in the central subzone of the Prikuban horticultural zone (Krasnodar city). The resistance of apple rootstocks to the stresses was determined by the water content and water-holding capacity of the leaves, which characterize the ability of plants to maintain water homeostasis during stress. In the nursery of offspring rootstocks, the drought resistance of apple tree rootstocks was determined by the laboratory-field method during the period of the greatest intensity of the water regime of plants. The zoned rootstock MM-106 was used as a control. The leaves of rootstocks

за 2 часа экспозиции составили 28,3 и 30,3 % в сравнении с 34,7 % у контрольного подвоя ММ-106. Высокая водоудерживающая способность подвоя СТ 20-2 была ранее отмечена в засушливом августе 2020 года – потеря воды за 4 часа составила 31,5 % в сравнении с 53,0 % у подвоя ММ-106. Наиболее урожайными были деревья сорта Прикубанское на подвоях СК 2У, СТ 20-4, 106-3, СТ 13-3. Лучшая удельная продуктивность за пять лет плодоношения была у деревьев на подвоях СК 2У, СК 5 и гибриде СТ 13-3 (5,28; 4,74 и 4,22 кг/м²). Выделены и рекомендованы для участия в селекционных программах как источник засухоустойчивости подвой СТ 20-2 (ММ-106 х М 9) и как источник продуктивности деревьев в саду подвой СТ 13-3 (подвой 58-250 х свободное опыление).

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ПОДВОЙ, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ

CT 20-2 and CT 18-2 retained water better, in which the water loss for 2 hours of exposure was 28.3 and 30.3 % compared to 34.7 % for the control rootstock MM-106. The high water-holding capacity of the ST 20-2 rootstock was previously noted in the dry August 2020 – water loss in 4 hours was 31.5 % compared to 53.0 % for rootstock MM-106. The most productive were trees of the Prikubanskoye variety on rootstocks SK 2U, ST 20-4, 106-3, ST 13-3. The best specific productivity for five years of fruiting was in trees on rootstocks SK 2U, SK 5 and ST 13-3 hybrid (5.28; 4.74 and 4.22 kg/m²). Selected and recommended for participation in breeding programs as a source of drought resistance rootstock ST 20-2 (MM-106 x M 9) and as a source of tree productivity in the garden, rootstock ST 13-3 (rootstock 58-250 x free pollination).

Key words: APPLE-TREE, ROOTSTOCK, DROUGHT TOLERANCE, YIELD CAPACITY

Введение. Агроэкосистема Юга России часто испытывает неблагоприятное воздействие погодных стрессов, которые могут снижать урожайность плодовых культур, в том числе яблони. Основным принципом развития устойчивой отрасли садоводства интенсивного типа, предполагающим ее стабильное ведение без разрушения природной основы и обеспечивающим непрерывный прогресс, является повышение эффективности ее функционирования при помощи использования генетического потенциала сортов на основе учета их устойчивости к действию абиотических и биотических факторов [1].

Изменения, произошедшие за последние десятилетия с температурой воздуха в важнейший период жизни растений – вегетационный, привели к существенному превышению этого показателя по сравнению с многолетними значениями. Усиление погодных стрессоров во время важнейших фено-

фаз, имеющих решающее значение для оптимального развития и высокой продуктивности растений, негативно влияют на продуктивность плодовых культур [2, 3]. В этих условиях урожайность плодовых растений во многом зависит от их генотипически обусловленной засухоустойчивости [4, 5].

Значительная изменчивость урожайности плодовых культур обусловлена тем, что растения в силу своего многолетнего жизненного цикла неоднократно встречаются с различными погодными стрессами, причем не с каждым стресс-фактором отдельно, а практически всегда с комплексным их воздействием, носящим часто пролонгированный характер [6].

Для стабилизации плодоношения яблони в условиях повышенного температурного режима в летний период, целесообразно закладывать насаждения с использованием высокоадаптивных сортов и подвоев [7].

Продуктивность привойно-подвойных комбинаций (ППК) плодовых культур детерминируется генетическим биопотенциалом как сортов, так и подвоев, при этом адаптивность непосредственно подвоев влияет на устойчивость к погодным стрессорам всего привитого растения [8, 9].

Это и обуславливает актуальность исследований по оценке устойчивости различных подвоев к неблагоприятным условиям летнего периода вегетации с целью поиска генотипов с максимальной адаптацией.

Изучение в новых экологических условиях генотипического разнообразия подвоев яблони и оценка их по устойчивости к высокотемпературным стрессам, является весьма актуальным направлением исследований как в России, так и в странах с развитым промышленным садоводством [3, 10]. При этом особо ценным является выделение высокоадаптивных генотипов, положительно воздействующих на физиологические процессы у привитых растений, особенно при прохождении закладки генеративных органов будущего урожая, а также повышающих их устойчивость в уплотненных интенсивных насаждениях, где возрастает конкуренция за воду [11].

Оценка и выявление наиболее приспособленных к изменениям условий среды высокоадаптивных подвоев, как одного из компонентов ППК, является основой при создании ресурсосберегающих технологий, а также дает возможность научно обоснованного увеличения ареала возделывания коммерчески ценных сортов плодовых культур. Результаты такой оценки также весьма перспективны для повышения результативности селекции высокоадаптивных вегетативно размножаемых подвоев, учитывающей тренды направленности изменения климата [12].

Климатические изменения требуют развернутых исследований реакции плодовых культур на эти флуктуации. В этой связи пополнение экспериментальных данных и получение новых знаний по установлению пределов воздействия новых температурных условий летнего периода на плодовые растения особенно актуально для обеспечения экологической безопасности и стабильности возделывания культуры яблони.

Целью наших исследований было оценить генофонд подвоев яблони с целью выделения наиболее ценных генотипов, характеризующихся повышенной адаптивностью к изменившимся погодным условиям и продуктивным потенциалом, достаточным для создания современных высокоэффективных плодовых агроценозов.

В рамках совместной программы ФГБНУ СКФНЦСВВ и Ставропольской опытной станции по садоводству – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» по селекции подвоев яблони, проводится оценка гибридов подвоев яблони серии СТ по их адаптивности к условиям летнего периода вегетации в центральной подзоне Прикубанской зоны садоводства (г. Краснодар) [13, 14].

В задачи исследований входила оценка реализации биопотенциала подвоев различного происхождения в конкретных почвенно-климатических условиях возделывания и выделение генотипов с высоким адаптивным потенциалом – источников ценных селекционно-значимых признаков.

Внедрение в производство новых подвоев яблони отечественной селекции, обладающих высоким адаптивным потенциалом в условиях Северного Кавказа, в полной мере соответствует стратегии импортозамещения, так как позволит существенно увеличить производство плодов яблони в условиях изменчивости погодных факторов.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в опытном саду АО ОПХ «Центральное» ФГБНУ СКФНЦСВВ (г. Краснодар), посадка осени 2013 г. Объекты исследований – деревья яблони сорта Прикубанское на подвоях различного происхождения. Схема посадки 4,5 x 1,2 м.

Тип почвы – чернозём малогумусный сверхмощный сильно выщелоченный, гранулометрический состав – легкоглинистый. Обеспеченность почвы подвижным фосфором – 208 мг/кг, обменным калием – 356 мг/кг в слое почвы 0-40 см (по методу Чирикова, ГОСТ 26204-91). Гумус в среднем по участку в пахотном слое 3,6 % (по методу Тюриня, ГОСТ 26213-91), рН – 7,22.

В работе использованы полевые и лабораторные методы исследования. Для оценки изменений ростовых и продукционных процессов у деревьев яблони определяли биометрические показатели, элементы продуктивности растений по общепринятым методикам [15].

Работу проводили на базе ЦКП «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Обработку полученных данных осуществляли методами математической статистики в программе Microsoft Office Excel 2003.

Обсуждение результатов. Урожайность деревьев привойно-подвойных комбинаций яблони значительно зависит от климатических условий выращивания. При этом недостаточная устойчивость к погодным

стрессам в разные фазы онтогенеза может привести к снижению или даже гибели урожая.

Для выявления степени устойчивости к стрессам летнего периода вегетации изучаемых в опыте подвоев, был проведен анализ оводненности и водоудерживающей способности листьев как показателей способности подвоев яблони поддерживать водный гомеостаз при наступлении засухи.

В маточнике отводочных подвоев лабораторно-полевым методом определялась засухоустойчивость среднерослых и полукарликовых подвоев яблони в период наибольшей напряженности водного режима растений. В качестве контрольного использовался районированный подвой ММ-106 (рис. 1).

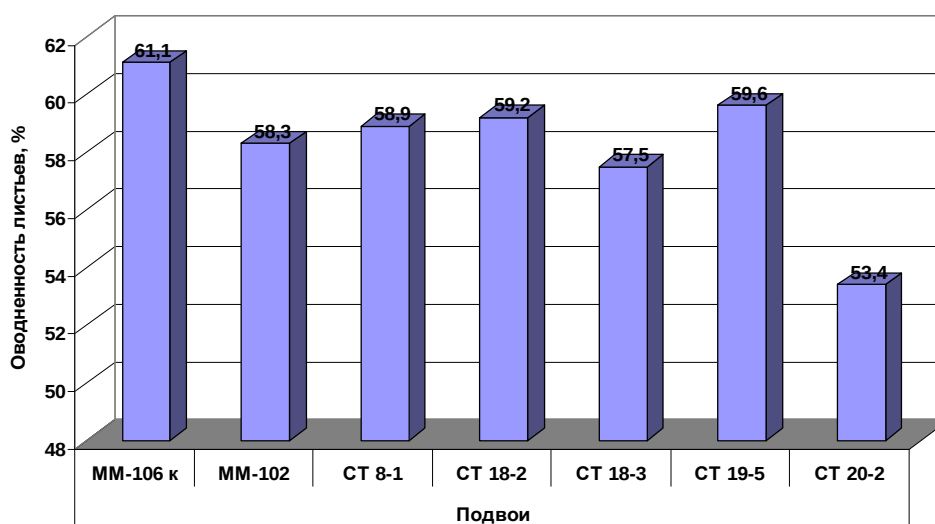


Рис. 1. Оводненность листьев подвоев яблони (маточник АО ОПХ «Центральное», г. Краснодар, 18.08.2022 г.)

Полученные в результате исследований экспериментальные данные показывают, что наибольшая оводненность листьев в анализируемый период отмечена у контрольного подвоя ММ-106. Оводненность гибридных подвоев серии СТ колебалась от 53,4 % у подвоя СТ 20-2 до 59,6 % у подвоя СТ 19-5.

Анализ водоудерживающей способности показал, что лучше удерживали воду листья подвоев СТ 20-2 и СТ 18-2, у которых потери воды за

2 часа экспозиции составили 28,3 и 30,3 % в сравнении с 34,7 % у контрольного подвоя ММ-106 (рис. 2).

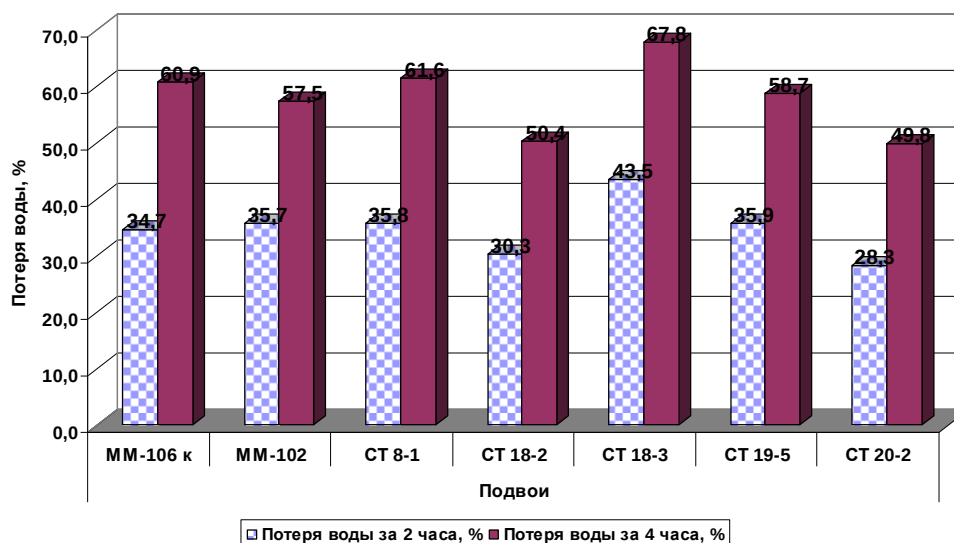


Рис. 2. Водоудерживающая способность листьев подвоев яблони (маточник АО ОПХ «Центральное», г. Краснодар, 18.08.2022 г.)

Показатели потери воды за 4 часа экспозиции были аналогичны и подтвердили сделанные выводы.

Исследования засухоустойчивости различных подвоев яблони, проведенные в очень засушливом августе 2020 года, также показывали высокую устойчивость к летним стрессам подвоя СТ 20-2 – потеря воды за 4 часа экспозиции составила 31,5 % в сравнении с 53,0 % у подвоя ММ-106.

С учетом результатов многолетних исследований, подвой яблони СТ 20-2 (ММ-106 х М 9), показавший высокую засухоустойчивость в годы с высокотемпературными летними стрессами, выделен как источник засухоустойчивости и рекомендован для участия в селекционных программах.

Наиболее ресурсосберегающим способом ослабить отрицательное воздействие экстремальных внешних условий на рост и плодоношение растений яблони, является использование подвоев с генотипически детерминированной высокой адаптивностью. При этом именно величина урожайности ППК обусловлена как общей адаптивностью привойно-подвойной комбинации, так и конкретно ее компонентов – сорта и подвоя.

С целью выявления подвоев с наибольшим влиянием на продуктивность привитых деревьев оценивали степень цветения и урожайность деревьев ППК яблони сорта Прикубанское на полукарликовых и среднерослых подвоях различного происхождения в саду с высокой плотностью посадки (табл.).

Рост и продуктивность деревьев яблони сорта Прикубанское на полукарликовых и среднерослых подвоях (АО ОПХ «Центральное», г. Краснодар, год посадки – осень 2013 г., схема посадки 4,5 x 1,8 м)

Подвой	Цветение в 2022 г., балл	Урожай 2022 г., кг/дер.	Ср. урожай за 2019-22 гг.		Уд. плодоношение, кг/см ² ППСШ
			кг/дер.	т/га	
СК 2У контроль	2,4	18,3	13,2	16,3	0,45
СК 5	1,8	13,0	10,0	12,3	0,49
106-13	1,3	14,8	11,3	13,9	0,25
П-52-18	1,3	10,9	6,1	7,5	0,09
СТ 13-3	2,0	10,9	10,7	13,2	0,29
СТ 20-4	1,3	17,0	12,2	15,0	0,20
Д 70-61	2,3	12,0	8,0	9,8	0,28
НСР 05	0,4	2,6	2,2		0,12

Интенсивность цветения в 2022 году была средней и варьировала от 1,3 до 2,4 баллов в зависимости от подвоев. Лучше цвели деревья на подвоях СК 2У, Д 70-61 и СТ 13-3.

Урожайность деревьев сорта Прикубанское значительно различалась в зависимости от используемых подвоев. Наибольшую урожайность в 2022 году обеспечили подвои СК 2У (18,3 кг/дер.) и СТ 20-4 (17,0 кг/дер.). За последние 4 года плодоношения наиболее продуктивными были комбинации с подвоями СК 2У, СТ 20-4, 106-3, СТ 13-3.

Оценка и отбор подвоев яблони, обеспечивших наиболее оптимальное соотношение процессов роста и плодоношения у привитых деревьев, проводился по показателю «удельное плодоношение» – отношение урожая к площади поперечного сечения штамба (ППСШ). Установлено, что наибольшая удельная продуктивность отмечена у деревьев на подвоях СК 2У и СК 5 (0,45 и 0,49 кг/см²).

Новые гибриды СТ 13-3 и СТ 20-4 уступают по этому показателю подвоям серии СК в силу своей большей силы роста. Сравнение этих подвоев между собой показывает, что подвой СТ 13-3 стабильно обеспечивает более высокую удельную продуктивность привитых деревьев. Так, лучшая удельная продуктивность за пять лет плодоношения была у деревьев на подвоях СК 2У, СК 5 и гибриде СТ 13-3 (5,28; 4,74 и 4,22 кг/м² соответственно).

Таким образом, полукарликовый подвой СТ 13-3 выделен как источник продуктивности деревьев в саду. Он обеспечивает привитым деревьям не только высокую урожайность, но и наиболее оптимальное сочетание роста и плодоношения, тем самым ускоряя окупаемость вложенных средств и повышая рентабельность производства.

Выводы. Выделен как источник засухоустойчивости подвой СТ 20-2 (ММ 106 х М 9), показавший высокую устойчивость в годы с высокотемпературными летними стрессами: потери воды листьями подвоя СТ 20-2 за 2 часа экспозиции составили 28,3 в сравнении с 34,7 % у контрольного подвоя ММ-106.

Выделен как источник продуктивности деревьев в саду полукарликовый подвой СТ 13-3 (подвой 58-250 х свободное опыление). За последние 4 года плодоношения он был одним из подвоев, обеспечивающих наибольшую урожайность привитых деревьев, а также удельное плодоношение, как показатель наиболее оптимального соотношения роста и плодоношения растений яблони.

Литература

1. К созданию инновационных высоких технологий конструирования сортов плодовых культур с максимальными урожаями и их оптимального размещения на фонах разных динамик лимитирующих факторов внешней среды / В.А. Драгавцев [и др.]. Краснодар, 2022. 95 с. EDN: NLLHIK
2. Ефимова И.Л., Радченко Е.А. Продуктивность насаждений яблони с разной глубиной посадки саженцев с высокой окулировкой [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 75(3). С. 165-174. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/03/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-3-75-165-174 (дата обращения: 31.08.2023).

3. Milošević T., Milošević N., Mladenović J. Role of apple clonal rootstocks on yield, fruit size, nutritional value and antioxidant activity of 'Red Chief Camspur' cultivar // *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 236. P. 214-221. DOI: 10.5937/AASer2151049M

4. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л. К экспериментальному подтверждению новой гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействия генотип-среда» // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. № 53(01). С. 151-156. DOI: [10.15389/agrobiology.2018.1.151rus](https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.1.151rus)

5. Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Клюкина А.В. Оценка взаимодействия в системе «генотип подвоя-привойно-подвойные комбинации яблони-среда» при температурных стрессах летнего периода в Краснодарском крае // *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2021. №. 140. С. 60-68. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68

6. Aras S., Keles H., Bozkurt E. Physiological and histological responses of peach plants grafted onto different rootstocks under calcium deficiency conditions // *Scientia Horticulturae*. 2021. Vol. 281. P. 109967. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109967>

7. Дорошенко Т.Н. Физиологические подходы к сортоизучению и сортавым агротехнологиям в современном плодоводстве // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2019. Т. 25. С. 23-27. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-23-27

8. Ульяновская Е.В., Супрун И.И., Токмаков С.В., Ушакова Я.В. Комплексный подход к отбору ценных генотипов яблони, устойчивых к стрессовым факторам среды [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2014. № 25(1). С. 11-25. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/01/02.pdf>. (дата обращения: 25.03.2019).

9. Tworowski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // *Scientia Horticulturae*. 2016. Vol. 204. P. 70-78. DOI:10.1016/j.scienta.2016.01.047

10. Physiological and Molecular Responses of Six Apple Rootstocks to Osmotic Stress / Y.S. Hezema, et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22(15). 8263. DOI: 10.3390/ijms22158263

11. Мурсалимова Г.Р. Адаптивность клоновых подвоев яблони к абиотическим стресс-факторам // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012. Т. 34(2). С. 47-53. EDN: ОРУНCR

12. Progress of apple rootstock breeding and its use / Y. Wang, et al. // *Horticultural Plant Journal*. Vol. 5.5 (2019): P. 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2019.06.001>

13. Ефимова И.Л., Ермоленко В.Г., Заерко Т.А. Результаты оценки продуктивности и качества новых подвоев яблони серии СТ в маточнике // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2018. Т. 14. С. 55-58. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-14-55-58

14. Ефимова И.Л., Радченко Е.А. Некоторые итоги оценки новых подвоев яблони серии СТ // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2022. Т. 34. С. 126-131. DOI: [10.30679/2587-9847-2022-34-126-131](https://doi.org/10.30679/2587-9847-2022-34-126-131)

15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999. 606 с. ID: [28836199](https://doi.org/10.28836/199)

References

1. To the creation of innovative high technologies for the design of varieties of fruit crops with maximum yields and their optimal placement against the background of different dynamics of limiting environmental factors / V.A. Dragavtsev, et al. Krasnodar, 2022. 95 p. EDN: NLLHIK ([in Russian](#))

2. Efimova I.L., Radchenko E.A. Productivity of apple tree plantings with different planting depths of seedlings with high bud grafting [Electronic resource] // *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2022. № 75(3). P. 165-174. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/03/13.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-3-75-165-174 (accessed date: 31.08.2023) ([in Russian](#))

3. Milošević T., Milošević N., Mladenović J. Role of apple clonal rootstocks on yield, fruit size, nutritional value and antioxidant activity of 'Red Chief Camspur' cultivar // *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 236. P. 214-221. DOI: 10.5937/AASer2151049M
4. To the experimental confirmation of the hypothesis about an eco-genetic nature of the phenomenon genotype and environment interaction for woody plants / V.A. Dragatscev, et al. // *Agricultural Biology*. 2018. Vol. 53, № 1. P. 151-156. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.151rus ([in Russian](#))
5. Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Klyukina A.V. Evaluation of interaction in the system "genotype of stock-scion/stock combinations of apple trees – habitat" at temperature stresses of the summer period in the Krasnodar Territory // *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2021. № 140. P. 60-68. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68 ([in Russian](#))
6. Aras S., Keles H., Bozkurt E. Physiological and histological responses of peach plants grafted onto different rootstocks under calcium deficiency conditions // *Scientia Horticulturae*. 2021. Vol. 281. P. 109967. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109967>
7. Doroshenko T.N. Physiological approaches to varietal study and varietal agrotechnologies in modern fruit growing // *Scientific works of NCFSCHVW*. 2019. Vol. 25. 23-27. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-23-27 ([in Russian](#))
8. Ulyanovskaya E.V., Suprun I.I., Tokmakov S.V., Ushakova Ya.V. Complex approach to selection of valuable apple's genotypes steady to stress environmental factors [Electronic resource] // *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2014. №25(1). P. 11-25. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/01/02.pdf>. (accessed date: 03/25/2019). ([in Russian](#))
9. Tworkoski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // *Scientia Horticulturae*. 2016. Vol. 204. P. 70-78. DOI:10.1016/j.scienta.2016.01.047
10. Physiological and Molecular Responses of Six Apple Rootstocks to Osmotic Stress / Y.S. Hezema, et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22(15). 8263. DOI: 10.3390/ijms22158263
11. Mursalimova G.R. Physiological approaches to varietal study and varietal agrotechnologies in modern fruit growing // *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2012. Vol. 29(2). P. 47-53. EDN: OPYHCR ([in Russian](#))
12. Progress of apple rootstock breeding and its use / Y. Wang, et al. // *Horticultural Plant Journal*. Vol. 5.5 (2019): P. 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2019.06.001>
13. Efimova I.L., Ermolenko V.G., Zaerko T.A. The results of estimation of productivity and quality of new apple rootstocks in the plant nursery // *Scientific works of NCFSCHVW*. 2018. Vol. 14. P. 55-58. DOI: 10.30679/2587-9847-2018-14-55-58 ([in Russian](#))
14. Efimova I.L., Radchenko E.A. Some results of the assessment of new apple rootstocks of the CT series // *Scientific works of NCFSCHVW*. 2022. T. 34. P. 126-131. DOI: 10.30679/2587-9847-2022-34-126-131 ([in Russian](#))
15. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPK, 1999. 608 p. EDN: YHAOZT ([in Russian](#))