

УДК 634.1:631.541

DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-199-209

**ПОДБОР ПОДВОЕВ
ПРИ СОЗДАНИИ
МАТОЧНО-ЧЕРЕНКОВЫХ
НАСАЖДЕНИЙ ЯБЛОНИ
КАТЕГОРИИ «БАЗИСНЫЕ»**

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

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

Усиление в последние годы высокотемпературных стрессов в летний период вегетации осложняют реализацию продукционного потенциала яблони. Поэтому при создании маточно-черенковых садов яблони категории «Базисные» весьма актуальным является использование привойно-подвойных комбинаций на основе подвоев с высокой засухоустойчивостью. В условиях Краснодара летние месяцы 2018-2023 годов стали более жаркими, что подтверждается данными о превышении среднемесячной температуры над многолетними значениями. Июль был наиболее жарким в 2018, 2020 и 2021 гг. (38,0; 38,0 и 36,3 °C соответственно). В августе превышение многолетней нормы было наибольшим в 2018, 2021 и 2023 гг. Тенденция повышения температуры в осенние месяцы привела к удлинению вегетационного периода и снижению устойчивости растений яблони к неблагоприятным условиям перезимовки, что может негативно повлиять на качество черенков. Целью исследований являлось выявление наиболее адаптивных подвоев яблони для использования в маточно-черенковых насаждениях категории «Базисные».

UDC 634.1:631.541

DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-199-209

**SELECTION
OF ROOTSTOCKS IN CREATION
OF MOTHER-CUTTINGS PLANTS
OF APPLE TREE
OF THE «BASIC» CATEGORY**

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

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

The increase in high-temperature stress in recent years during the summer growing season complicates the realization of the production potential of the apple tree. Therefore, it is very relevant to use scion-rootstock combinations based on rootstocks with high drought resistance in creation mother-cutting orchards of apple trees in the “Basic” category. In the conditions of Krasnodar, the summer months of 2018-2023 became hotter, which is confirmed by data on the excess of the average monthly temperature over long-term values. July was the hottest in 2018, 2020 and 2021. (38.0, 38.0 and 36.3 °C, respectively). In August, the excess of the long-term norm was greatest in 2018, 2021 and 2023. The trend of increasing temperatures in the autumn months has led to a lengthening of the growing season and a decrease in the resistance of apple plants to unfavorable overwintering conditions, which can negatively affect the quality of cuttings. The purpose of the research was to identify the most adaptive apple tree rootstocks for use in mother-cutting plantings of the «Basic» category. We assessed the drought

Оценивали засухоустойчивость наиболее распространенных интродуцированных подвоев яблони М 9, ММ-106 и подвоя селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ СК 2У в условиях высокотемпературных стрессов летнего периода вегетации. Оводненность листьев в особо жаркие годы (2020, 2021, 2023 гг.) преимущественно была выше у подвоев М 9 и СК 2У. Лучшая водоудерживающая способность листьев отмечена у подвоев М 9 и СК 2У, худшая – у подвоя ММ-106. При конструировании маточно-черенковых насаждений яблони категории «Базисные», предпочтение следует отдать полукарликовому подвою СК 2У, который в условиях летних высокотемпературных стрессов сможет поддерживать интенсивность ростовых процессов и обеспечить получение черенков стандартного размера и необходимого качества в большем количестве, чем маточные деревья на карликовом подвое М 9 с меньшим, чем на СК 2У, объемом кроны.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ПОДВОЙ, МАТОЧНО-ЧЕРЕНКОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ, ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СТРЕССЫ, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

resistance of the most common introduced apple rootstocks M 9, MM-106 and the rootstock breed by FSBSI NCFSCHVW SK 2U under conditions of high-temperature stress during the summer growing season. Leaf water content in particularly hot years (2020, 2021, 2023) was predominantly higher in the M 9 and SK 2U rootstocks. The best water-holding capacity of leaves was observed in the rootstocks M 9 and SK 2U, the worst – in the rootstock MM-106. Preference should be given to the semi-dwarf rootstock SK 2U when designing mother-cutting apple tree plantings of the “Basic” category. SK 2u will be able to maintain the intensity of growth processes and ensure the production of cuttings of a standard size and the required quality in greater quantities under conditions of summer high-temperature stress than mother trees on a dwarf rootstock M 9 with a smaller crown volume than on SK 2U.

Key words: APPLE-TREE, ROOTSTOCK, MOTHER-CUTTING APPLE TREE PLANTINGS, SUMMER HIGH-TEMPERATURE STRESS, DROUGHT TOLERANCE

Введение. Стабильно высокая продуктивность многолетних насаждений яблони основывается, прежде всего, на использовании высококачественного оздоровленного посадочного материала, соответствующего высоким требованиям действующего нового стандарта и обеспечивающего долговечность и высокую рентабельность многолетних насаждений [1, 2].

Однако отечественные питомники в настоящее время преимущественно производят посадочный материал категории «Рядовой». Закладка садов таким посадочным материалом не гарантирует высокую продуктивность многолетних насаждений в связи с риском его зараженности, что может привести к снижению устойчивости растений к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам внешней среды.

Производство посадочного материала плодовых, ягодных, орехоплодных, цитрусовых культур, винограда и декоративных кустарников регламентируется Национальным стандартом ГОСТ Р 59653-2021 Материал посадочный плодовых и ягодных культур. Технические условия. В новом стандарте саженцы и черенки плодовых культур, вегетативно размножаемые и семенные подвои, в зависимости от методов их получения, помолологических особенностей и соответствия предельно допустимым нормам фитосанитарного состояния, подразделяют на определенные категории, включая понятие базисного растения [3, 4].

Базисное растение – растение плодовой культуры, полученное от исходного растения способами вегетативного размножения, исключающими нарушение генетической стабильности помологического сорта или клона (за исключением семенных подвоев), возникновение мутаций и химер, проверяемое на пораженность болезнями и вредителями и тестируемое на наличие наиболее вредоносных вирусов с периодичностью в зависимости от культуры.

Условия возделывания всех маточных насаждений категории «Базисный», включая маточно-черенковые насаждения яблони, должны исключить возможность вторичного заражения растений, для чего должны содержаться в строгой пространственной изоляции в поле (не менее 2,0 км от любых насаждений плодовых, ягодных, пасленовых, тыквенных и др. культур). Цветение растений не допускается. Ежегодно должна проводиться оценка фитосанитарного состояния; апробация помолологических качеств – на 2-й-3-й год после посадки, а затем – ежегодно.

Технические требования ГОСТа определяют длину и диаметр черенков и не допускают подмерзание, вымокание коры, древесины и сердцевины.

Для получения посадочного материала, в том числе черенков, стандартных параметров, закладка маточных насаждений должна проводиться сортами и подвоями, включенными в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, оптимально адаптированными к особенностям зоны выращивания.

Продуктивность насаждений яблони, в том числе маточных, в значительной степени определяется климатическими условиями региона [5-9]. В этой связи разрабатываемые технологии закладки и ведения маточно-черенковых насаждений яблони категории «Базисные» должны учитывать зональные особенности территории возделывания. При этом особое внимание необходимо уделять ценным высокоадаптивным генотипам сортов и подвоев, проявляющих достаточную пластичность в условиях меняющегося климата и не снижающих параметров хозяйственно ценных признаков при наступлении погодных стрессов [10-14].

Изменение в последние годы температурного режима в летний период вегетации, особенно усиление высокотемпературных стрессов, осложняют реализацию биопотенциала яблони. Поэтому весьма актуальным является использование при создании маточно-черенковых садов яблони категории «Базисный» привойно-подвойных комбинаций на основе типов подвоев с наиболее эффективно работающей генетико-физиологической системой адаптивности, которая в новых экологических условиях обеспечивает благоприятное протекание физиологических процессов, связанных с засухоустойчивостью [15].

Известно, что генетически обусловленная повышенная засухоустойчивость подвоев обеспечивает более высокую адаптивность и продуктивность привитых деревьев, что является фактором стабилизации продукционного процесса яблони и ее адаптации в условиях изменчивости факторов внешней среды [16, 17]. В этой связи научные исследования, направленные на оценку и выявление наиболее засухоустойчивых типов подвоев с генетически обусловленной способностью поддерживать водный гомеостаз, являются весьма актуальными.

Для выявления наиболее адаптивных генотипов, оценивали состояние водного режима (оводненности и водоудерживающей способности листьев) различных подвоев яблони.

Новизна исследований состоит в повышении эффективности производства посадочного материала яблони категории «Базисный» на основе совершенствования зональной технологии закладки и ведения маточно-черенковых насаждений на основе использования высокоадаптивных генотипов яблони.

Целью исследований является подбор подвоев с генетически обусловленной повышенной засухоустойчивостью для обеспечения высокой продуктивности маточно-черенковых насаждений яблони категории «Базисные» в новых экологических условиях.

Задачи исследований:

- выявить зональные особенности, лимитирующие продуктивность маточно-черенковых насаждений яблони категории «Базисный»;
- в новых экологических условиях оценить засухоустойчивость подвоев яблони и выявить наиболее адаптивные генотипы для конструирования маточно-черенковых насаждений категории «Базисные».

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в АО ОПХ «Центральное» (г. Краснодар) на маточнике отводочных подвоев, возделываемом по технологии размножения горизонтальными отводками с использованием в качестве мульчирующего материала рисовой шелухи, условно орошаемом. Объекты исследований – подвои яблони различного географического происхождения М 9, ММ-106 и СК 2У селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ.

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 Тюринга, ГОСТ 26213-91), pH – 7,22.

Оценка засухоустойчивости подвоев в условиях повышенного температурного фона проводилась в маточнике отводочных подвоев лабораторно-полевым методом.

Работу генетико-физиологической системы адаптивности определяли по параметрам водного режима (оводненность и водоудерживающая способность листьев) по общепринятой «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999) [18].

Исследования 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. С целью выявления особенностей среды, лимитирующих потенциальную продуктивность маточно-черенковых насаждений яблони категории «Базисный», провели анализ за 2018-2023 гг. температурного режима в наиболее жаркие месяцы вегетации растений (рис. 1).

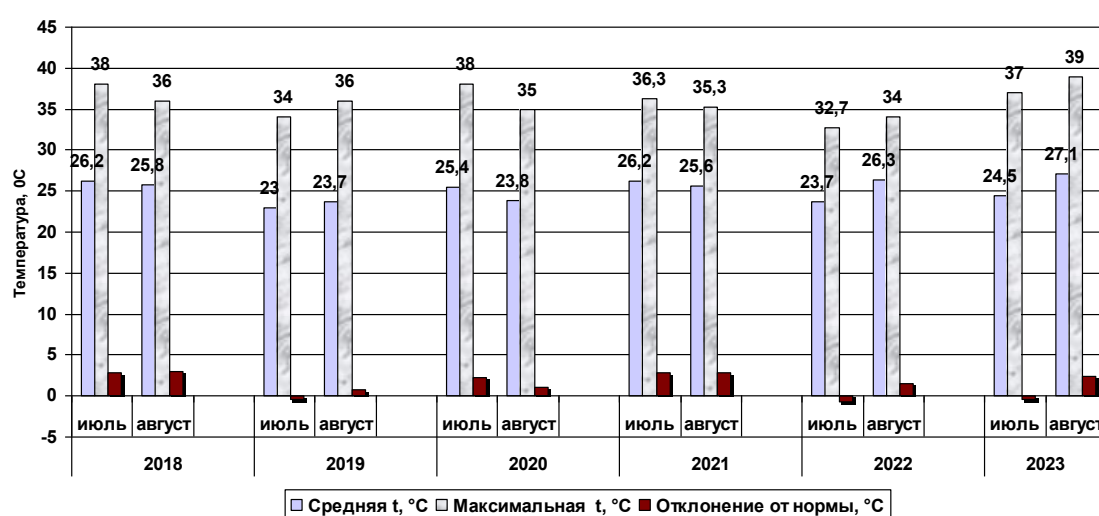


Рис. 1. Температура воздуха в июле-августе 2018-2023 гг.
(г. Краснодар)

Анализ показывает, что в условиях Краснодара летние месяцы 2018-2023 годов стали более жаркими, о чем свидетельствуют показатели превышения среднемесячной температуры над многолетними значениями.

Наиболее жаркий июль был зафиксирован в 2018, 2020 и 2021 гг. (38,0; 38,0 и 36,3 °C соответственно). Превышение многолетней нормы в

августе было постоянным за последние 6 лет, а в 2018, 2021 и 2023 гг. оно было наибольшим. Также необходимо отметить наметившуюся тенденцию роста среднемесячной и максимальной температуры в осенние месяцы, что фактически способствовало существенному удлинению вегетационного периода и задержке листопада. В этом случае снижается устойчивость растений яблони к комплексу неблагоприятных зимних погодных условий, что может негативно повлиять на состояние насаждений после перезимовки, в частности, на качество однолетних побегов (черенков), заготавливаемых для зимней прививки или будущей окулировки.

Таким образом, закладка маточно-черенковых насаждений яблони с использованием высокоадаптивных подвоев, является существенным фактором обеспечения повышенной устойчивости маточных растений яблони к комплексу зональных неблагоприятных погодных условий.

Для решения поставленной задачи оценивали засухоустойчивость наиболее распространенных интродуцированных подвоев яблони М 9, ММ-106 и подвоя селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ СК 2У в условиях высокотемпературных стрессов летнего периода вегетации.

Оценку адаптивности изучаемых подвоев к высокому температурному фону в комплексе с наступившей засухой определяли по параметрам водного режима (оводненность и водоудерживающая способность листьев) в период наибольшей напряженности водного режима (июль-август) (рис. 2, 3).

Известно, что показатель «оводненность листьев» характеризует состояние растения в момент исследований и значительно зависит как от его генотипически обусловленной адаптивности, так и от параметров внешней среды и агротехнического состояния насаждений.

Анализ оводненности листьев у подвоев М 9, ММ-106 и СК 2У показал, что в особо жаркие годы (2020, 2021, 2023 гг.) чаще преимущество по этому показателю отмечалось у подвоев М 9 и СК 2У. Оводненность листьев у подвоя ММ-106 была не хуже только в 2022 году, в котором показатели

температуры были наименьшими за анализируемый период.

Водоудерживающая способность листьев при оценке засухоустойчивости рассматривается как показатель генетически обусловленной способности поддерживать водный гомеостаз.

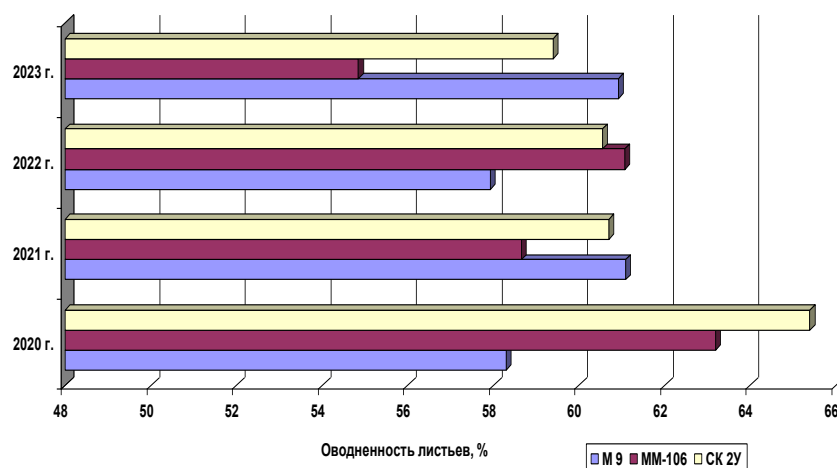


Рис. 2. Оводненность листьев подвоев яблони в 2020-2023 гг.
(г. Краснодар, АО ОПХ «Центральное»)

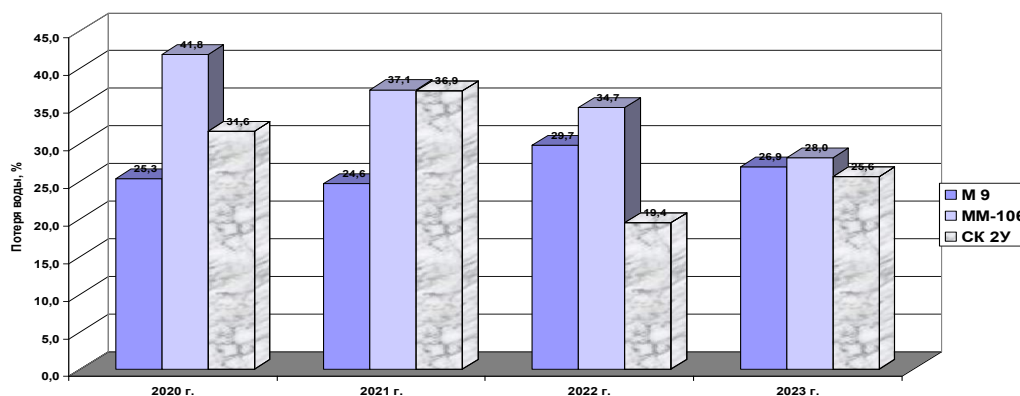


Рис. 3. Водоудерживающая способность листьев подвоев яблони
(г. Краснодар, АО ОПХ «Центральное», 2020-2023 гг.)

Выявлены значительные различия между подвоями яблони по водоудерживающей способности листьев. Лучшую водоудерживающую способность листьев, или наименьшие потери воды, продемонстрировали также подвой М 9 и СК 2У. Подвой ММ-106 показал более низкую водоудерживающую способность листьев во все годы исследований.

Таким образом, стабильно высокую засухоустойчивость показали карликовый подвой М 9 и полукарликовый СК 2У. Эффективная работа их генетико-физиологических систем адаптивности способствует более высокой продуктивности привитых деревьев и является фактором стабилизации состояния яблони в условиях изменчивости факторов внешней среды.

Исходя из вышеизложенного, при конструировании маточно-черенковых насаждений яблони, предназначенных для заготовки черенков с целью проведения зимней прививки или/и окулировки, предпочтение следует отдать полукарликовому подвоем СК 2У, который в случае наступления неблагоприятных погодных условий сможет поддержать интенсивность ростовых процессов и обеспечить получение черенков стандартного размера и необходимого качества в большем количестве, чем маточные деревья на карликовом подвое М 9 с меньшим, чем на СК 2У, объемом кроны.

Выводы. По результатам исследований и с учетом зональных особенностей – наличия повышенного температурного режима в летние месяцы вегетации, при конструировании маточно-черенковых насаждений яблони категории «Базисные», следует использовать высокоадаптивный полукарликовый подвой яблони СК 2У.

Литература

1. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes biologization // Bio Web of Conf. 2020. Vol. 25. 01001. DOI: 10.1051/bioconf/20202501001.
2. Егоров Е.А., Бунцевич Л.Л. Технологические основы и организация производства саженцев и другого посадочного материала садовых культур // Садоводство и виноградарство. 2018. № 2. С. 39-42. DOI: 10.25556/VSTISP.2018.2.12305
3. Организация технологических процессов производства посадочного материала плодовых культур: монография / под общ. ред. академика РАН Е.А. Егорова. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2019. 243 с. EDN: EFEWNP
4. ГОСТ Р 59653-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Материал посадочный плодовых и ягодных культур. Технические условия. М.: ФГБУ «РСТ», 2022. 52 с.
5. Dragavtseva I.A., Morenets A.S., Savin I.Y., Kuznetsova A.P. Influence of Climate Change on the Manifestation of Winter–Spring Stress Factors for Apricot in the Prikubansky Zone of Krasnodar Krai // Russ. Agricult. Sci. 2019. Vol. 45. P. 137-141. DOI: 10.3103/S1068367419020071

6. Fekadu H.H., Marshet N.G. Review on the Effects of Climate Change Variability on Horticultural Productivity // *Int J Environ Sci Nat Res*. 2019. Vol. 17(4). 555969. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.17.555969.
7. Malhotra S. Horticultural crops and climate change: A review // *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2017. Vol. 87(1). P. 12-22. DOI: 10.56093/ijas.v87i1.67138
8. Mukherjee S., Mishra A., Trenberth K E. Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices // *Current Climate Change Reports*. 2018. Vol. 4(2). P. 145-163. DOI: 10.1007/s40641-018-0098-x
9. Mozafarian Meimandi M., Kappel N. Grafting Plants to Improve Abiotic Stress Tolerance. In: M. Hasanuzzaman (eds.) *Plant Ecophysiology and Adaptation under Climate Change: Mechanisms and Perspectives II*. Singapore: Springer, 2020. P. 477-490. DOI: 10.1007/978-981-15-2172-0_16
10. Клоновые подвой яблони серии СК (Северный Кавказ) в Беларуси [Электронный ресурс] / В.А. Самусь [и др.] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019. № 56(2). С. 13–23. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/02/02.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-2-56-13-23 (дата обращения: 29.06.2020).
11. 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.
12. 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.
13. К экспериментальному подтверждению новой гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействия генотип-среда» / В.А. Драгавцев [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. № 53 (01). С. 151-156. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.151rus.
14. Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Ключкина 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
15. Progress of apple rootstock breeding and its use / Y. Wang, et al. // *Horticultural Plant Journal*. 2019. Vol. 5(5). P. 183-191. DOI: 10.1016/j.hpj.2019.06.001
16. Ефимова И.Л. Возможности подвоев серии СК в повышении урожайности яблони [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020. № 64(4). С. 25–35. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/04/03.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-4-64-25-35 (дата обращения: 25.01.2024).
17. Ефимова И. Л., Радченко Е. А. Адаптивность новых подвоев яблони серии СТ к стрессам летнего периода вегетации [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023. № 83(5). С. 21-31. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/23/05/02.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-5-83-21-31 (дата обращения: 04.12.2023).
18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 606 с.

References

1. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes biologization // *Bio Web of Conf*. 2020. Vol. 25. 01001. DOI: 10.1051/bioconf/20202501001.
2. Egorov E.A., Buntsevich L.L. Technological bases and organization of production of saplings and other landing material of horticultural cultures // *Horticulture and viticulture*. 2018. № 2. P. 39-42. DOI: 10.25556/VSTISP.2018.2.12305 (in Russian)

3. Organization of technological processes for the production of planting material for fruit crops: monograph / ed. E.A. Egorov. Krasnodar: FSBSI NCF SCHVW, 2019. 243 p. EDN: EFEWNP ([in Russian](#))

4. GOST R 59653-2021. National standard of the Russian Federation. Planting material for fruit and berry crops. Technical conditions. M.: Federal State Budgetary Institution «RST», 2022. 52 p. ([in Russian](#))

5. Dragavtseva I.A., Morenets A.S., Savin I.Y., Kuznetsova A.P. Influence of Climate Change on the Manifestation of Winter–Spring Stress Factors for Apricot in the Prikubansky Zone of Krasnodar Krai // Russ. Agricult. Sci. 2019. Vol. 45. P. 137-141. DOI: 10.3103/S1068367419020071

6. Fekadu H.H., Marshet N.G. Review on the Effects of Climate Change Variability on Horticultural Productivity // Int J Environ Sci Nat Res. 2019. Vol. 17(4). 555969. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.17.555969.

7. Malhotra S. Horticultural crops and climate change: A review // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2017. Vol. 87(1). P. 12-22. DOI: 10.56093/ijas.v87i1.67138

8. Mukherjee S., Mishra A., Trenberth K E. Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices // Current Climate Change Reports. 2018. Vol. 4(2). P. 145-163. DOI: 10.1007/s40641-018-0098-x

9. Mozafarian Meimandi M., Kappel N. Grafting Plants to Improve Abiotic Stress Tolerance. In: M. Hasanuzzaman (eds.) Plant Ecophysiology and Adaptation under Climate Change: Mechanisms and Perspectives II. Singapore: Springer, 2020. P. 477-490. DOI: 10.1007/978-981-15-2172-0_16

10. Clonal apple rootstocks of NC (North Caucasus) serie in the Belarus [Electronic resource] / V.A. Samus, et al. // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2019. № 56(2). P. 13–23. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/02/02.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-2-56-13-23 (accessed date: 29.06.2020). ([in Russian](#))

11. 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.

12. 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.

13. To the experimental confirmation of the hypothesis about an eco-genetic nature of the phenomenon of genotype and environment interaction for woody plants / Dragavtsev V.A., et al. // Agricultural Biology. 2018. Volume 53(1). P. 151-156. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.151rus. ([in Russian](#))

14. Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Klyukina A.V. Evaluation of interaction in the system "genotype of stock-scion/stock combinations of apple tree - habitat" at temperature stresses of the summer period in the Krasnodar Territory // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. 2021. №. 140. P. 60-68. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68 ([in Russian](#))

15. Progress of apple rootstock breeding and its use / Y. Wang, et al. // Horticultural Plant Journal. 2019. Vol. 5(5). P. 183-191. DOI: 10.1016/j.hpj.2019.06.001

16. Efimova I.L. Possibilities of the SK series rootstocks in increasing the apple trees yield [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2020. № 64 (4). P. 25-35. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/04/03.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-4-64-25-35 (accessed date: 25.01.2024). ([in Russian](#))

17. Efimova I. L., Radchenko E. A. Adaptability of new apple tree rootstocks of the ST series to the stresses of the summer growing season [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2023. № 83(5). P. 21–31. Available at: <http://journalkubansad.ru/pdf/23/05/02.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-5-83-21-31 (accessed date: 04.12.2023). ([in Russian](#))

18. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPK, 1999. 606 p. ([in Russian](#))