

Засухоустойчивость перспективных сортов и форм яблони селекции Никитского ботанического сада

Челебиев Э.Ф., Халилов Э.С., Усков М.К.✉

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия

✉m0992497215@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения засухоустойчивости новых для Крыма сортов и селекционных форм яблони отечественного и зарубежного происхождения. Приведены результаты изучения особенностей водного режима сортов и селекционных форм яблони, которые предварительно выделены по качеству плодов из коллекции отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБНУ «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». В качестве контроля использован районированный в Крыму сорт колонновидной яблони Фаворит. Опыт выполнен методом обезвоживания листьев в лабораторных контролируемых условиях. С целью выделения наиболее перспективных сортов и форм яблони по степени засухоустойчивости проведен анализ 10 образцов. В результате было выявлено, что высокой водоудерживающей способностью отличились сорт Валюта (35,19 %) и форма 12-14-78 (34,40 %). Лучшую способность восстанавливать тургор (тургесцентность) показала селекционная форма 2-5-25-80, наиболее высокий уровень водоудерживающей способности – селекционная форма 12-14-78. Выделенные сорта и селекционные формы представляют интерес для включения в селекционный процесс по признаку засухоустойчивости, а также рекомендуются для внедрения в производство в засушливых условиях предгорной зоны Крыма. Самая низкая засухоустойчивость по комплексу признаков обнаружена у селекционной формы колонновидной яблони 69-2-08. Важно отметить, что такие исследования необходимы в каждой агроклиматической зоне нашей страны для нормирования поливов, что позволит программировать урожай плодов яблони и достигнуть стабильных ежегодных высоких урожаев качественных плодов яблони с хорошей транспортабельностью и отличной способностью к хранению.

Ключевые слова: яблоня; сорт; селекционная форма; тургесцентность; засухоустойчивость; оводненность.

Для цитирования: Челебиев Э.Ф., Халилов Э.С., Усков М.К. Засухоустойчивость перспективных сортов и форм яблони селекции Никитского ботанического сада // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):141-145. EDN LAETMI.

Drought resistance of promising varieties and forms of apple trees of the Nikitsky Botanical Garden breeding

Chelebiev E.F., Khalilov E.S., Uskov M.K.✉

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉m0992497215@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of studying the drought resistance of new for Crimea varieties and breeding forms of apple trees of domestic and foreign origin. Study results of water regime peculiarities of apple tree varieties and breeding forms, pre-selected by fruit quality, from the Crimean Experimental Horticulture Station Collection of the FSBSI Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, are presented. The columnar apple variety 'Favorit', zoned in the Crimea, was used as a control. The experiment was carried out by the method of dehydrating leaves under laboratory controlled conditions. In order to identify the most promising varieties and forms of apple trees according to the degree of drought resistance, 10 samples were analyzed. As a result, it was revealed that the variety 'Valyuta' (35.19 %) and the form 12-14-78 (34.40 %) were distinguished by high water-retention ability. The best ability to recover turgor (turgescence) was shown by the breeding form 2-5-25-80, the highest level of water-retention ability was shown by the breeding form 12-14-78. The selected varieties and breeding forms are promising to be involved in the process of breeding the trait of drought resistance. They are also recommended to be introduced into production in the arid conditions of Piedmont zone of Crimea. According to the set of characteristics, the lowest drought resistance was observed in the breeding form of the columnar apple tree 69-2-08. It is important to note that such studies are necessary for each agro-climatic zone of our country to ration the irrigation, which will allow programming the harvest of apple fruits, and achieving stable annual good yields of high-quality apple fruits with excellent shipping and storage ability.

Key words: apple tree; variety; breeding form; turgescence; drought resistance; water content.

For citation: Chelebiev E.F., Khalilov E.S., Uskov M.K. Drought resistance of promising varieties and forms of apple trees of the Nikitsky Botanical Garden breeding. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):141-145. EDN LAETMI (in Russian).

Введение

Климатические условия предгорной зоны Крыма не всегда складываются благоприятно для плодовых и ягодных культур. Высокая температура и низкая относительная влажность воздуха, характерные для летнего периода в регионе, оказывают негативное влияние на рост и развитие растений. Несоответствие между потребностью растений во влаге и ее

поступлением из почвы в результате недостаточного количества осадков приводит к снижению урожая. Излишняя потеря воды растением во время засухи вызывает нарушение водного режима и ослабление физиологических процессов. У засухоустойчивых растений происходит меньшая потеря воды, чем у не-засухоустойчивых.

Важную роль в регулировании процесса водообмена играет влагоудерживающая способность клеточек, которая связана с содержанием в них осмотически активных и коллоидных веществ. Водоудержива-

ющая способность зависит от реакции дыхательного аппарата на воздействие экстремальных факторов окружающей среды. Известно, что листья устойчивых к засухе растений отдадут во время завядания меньше воды, чем листья менее устойчивых растений [1, 2]. Свободная вода участвует в обмене веществ, а связанная обеспечивает водоудерживающую способность клеток листьев. При недостатке воды нарушается белковый и углеводный обмен [3, 4]. Однако некоторые авторы считают, что только по потере воды не всегда можно судить о засухоустойчивости, важно учитывать также процесс восстановления тургора листовой пластинки [5].

Ведущей плодовой культурой в Крыму является яблоня, широкое распространение которой объясняется ее высокими биологическими и хозяйственными показателями: приспособляемостью к различным почвенно-климатическим условиям, высокой урожайностью и качествами плодов. Они имеют привлекательный внешний вид, хороший вкус, пользуются большим спросом у потребителей. Перспективным направлением повышения эффективности садоводства является внедрение в производство высокопродуктивных сортов этой культуры, устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды [6]. Исследование засухоустойчивости яблони связано в первую очередь с изучением водного режима, который определяет физиологические показатели (оводненность листьев, потеря воды листьями, восстановление оводненности) и дает возможность оценить устойчивость сорта к недостатку влаги [7].

Способность засухоустойчивых сортов яблони переносить длительный недостаток воды является одним из главных условий успешного возделывания этих культур в Крыму.

Целью исследований являлось изучение засухоустойчивости перспективных сортов и форм яблони на основе показателей их водного режима.

Материалы и методы исследований

Географическое положение Крыма обеспечивает большое количество тепла летом и зимой. Продолжительность солнечного сияния составляет до 2500 часов в год. В среднем солнце светит 5–7 часов в сутки. Безморозный период в среднем длится 170 дней. Количество дней с морозом в степной и предгорной части составляет 110–120 дней [8–11].

Климат сухостепной, с мягкой малоснежной зимой и жарким, продолжительным летом. Средняя температура воздуха наиболее теплого периода по наблюдениям метеопоста отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБНУ «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» приходится на июль–август (20,5–21,3 °С), наиболее холодного – на январь (2,4 °С). Средние многолетние минимумы температуры января не превышают минус 14,9 °С, максимальные (июль) – до +35,5 °С. В это время восточные ветры приносят сушеи, атмосферные засухи. Среднегодовой уровень осадков – 453 мм.

В годы исследований (2017–2019 гг.) среднемесячные температуры июля–августа были в пределах

+20,9...+22,9 °С, относительная влажность – 69–76 %, сумма осадков за летний период – 196,6–206,6 мм, в том числе в июле–августе – 26,8–113 мм. Данный период характеризовался очень засушливыми условиями, растения подвергались воздействию атмосферной засухи.

Для определения степени засухоустойчивости было проведено изучение 10 образцов перспективных сортов и форм яблони: Фаворит (контроль), Арбат, 1-32-87, Валюта, 3-6, 2-5-25-80, 2-7-2-80, 2-11-7-80, 12-14-78, 69-2-08.

Засухоустойчивость анализировали, отбирая образцы (листья) в критические по влагообеспечению периоды (июль–август). Листья отбирали в утренние часы. Изучение засухоустойчивости яблони проводили методом искусственного завядания листьев.

Учеты и наблюдения проводили с использованием Программ и методик сортоизучения и селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур [12, 13]. Засухоустойчивость определяли по методическим рекомендациям Еремеева Г.Н. [14]. Статистическая обработка результатов проведена по методике полевого опыта Доспехова Б.А. [15] с применением программ Статистика-10 и Microsoft Office [16].

Результаты и их обсуждение

Абиотические и биотические стрессы, включая засуху и болезни, угрожают производству яблок во всем мире. Засуха часто приводит к снижению фотосинтезирующей способности (уменьшая размер устьичных отверстий, что ограничивает поглощение CO₂, а также уменьшая фотосинтетическую активность тканей, имеющих в своем составе хлорофилл), и транспорта растворенных веществ, потере тургесцентности, перекисному окислению липидов мембран и другим проблемам у яблони. Перекисное окисление липидов мембран при стрессе засухи всегда приводит к вторичному окислительному стрессу. Повышение уровня активных форм кислорода (АФК), таких как перекись водорода (H₂O₂), является наиболее прямым показателем окислительного стресса, а малоновый диальдегид (МДА) является продуктом перекисного окисления липидов мембран [17–20].

С целью выделения наиболее перспективных сортов и форм яблони по степени засухоустойчивости проведен анализ 10 образцов. В результате было выявлено, что высокой водоудерживающей способностью отличились сорт Валюта (35,19 %) и форма 12-14-78 (34,40 %) (табл.). В меньшей степени водоудерживающая способность проявилась у форм 2-11-7-80 и 2-5-25-80 (41,56–42,43 %). У контрольного сорта Фаворит она составила 58,45 %.

При анализе способности восстанавливать тургор после завядания установлено, что у всех образцов она разная и обусловлена генотипически. Высокий показатель получен у сортов 3-6 и 1-32-87 (90,2–95,7 % листовой поверхности).

Контрольный сорт Фаворит обладал низкой тургесцентностью (63,8 %). Образец 2-5-25-80 показал как высокую водоудерживающую способность, так и высокую тургесцентность (96,12 %). На основании полученных данных можно сделать вывод, что данный

Таблица. Засухоустойчивость перспективных для Крыма сортов и форм яблони, 2017–2019 гг.
Table. Drought resistance of promising for Crimea varieties and forms of apple trees, 2017–2019

№	Сорт, форма	Общая оводненность, %	Потеря воды листьями в процессе завядания (%) (водоудерживающая способность)			Восстановление тургора, %
			2 ч.	4 ч.	8 ч.	
1	Фаворит* (контроль)	61,93±0,27	28,41±0,85	33,65±0,41	58,45±0,52	63,86±0,04
2	Арбат*	56,20±0,1	54,17±0,63	83,33±0,24	95,83±1,1	86,67±0,02
3	1-32-87	61,77±0,14	39,52±0,77	51,34±0,33	58,33±0,84	95,7±1,1
4	Валюта*	61,87±0,23	6,09±0,54	12,04±0,84	35,19±0,63	78,24±0,03
5	3-6	57,63±0,17	54,95±0,66	72,16±0,25	75,23±0,55	90,21±0,98
6	2-5-25-80	70,37±0,32	4,59±0,48	26,61±0,39	42,43±0,74	96,12±0,75
7	2-7-2-80	60,73±0,12	0,68±0,96	26,05±0,51	57,78±0,81	73,35±0,14
8	2-11-7-80	60,43±0,87	15,5±0,55	26,4±0,34	41,56±1,73	85,0±0,95
9	12-14-78	57,30±2,07	14,8±0,85	20,35±1,1	34,4±1,5	81,3±0,35
10	69-2-08*	32,41±0,10	48,84±0,47	67,44±0,14	82,56±1,2	66,86±0,04
НСР ₀₅		15,46				17,64

Примечание: *колониальная форма

сорт обладает высокой засухоустойчивостью, водоудерживающей способностью и быстрым восстановлением тургора.

Результаты исследований были использованы в кластерном анализе сортов и форм, которые разделились на группы. Первая – высокая водоудерживающая способность и высокая тургесцентность (12-14-78, 2-5-25-80, 2-11-7-80, Валюта). Вторая – средние значения по этим показателям (2-7-2-80, Фаворит). Третья группа – низкая водоудерживающая способность с высокой тургесцентностью (Арбат, 3-6). Четвертая – средняя водоудерживающая способность с высокой тургесцентностью (1-32-87). Пятая группа – низкая водоудерживающая способность со средней тургесцентностью (69-2-08) (рис.).

Данные кластеры можно объединить в две большие группы. Первая – засухоустойчивые сорта и формы, в которую входят образцы Валюта, 2-5-25-80, 2-7-2-80, 2-11-7-80, 12-14-78; вторая – сорта и формы относительно засухоустойчивые, такие как Арбат, 3-6, 1-32-87. Сорта из первой группы проявляют себя как засухоустойчивые по двум компонентам (водоудерживающая способность и тургесцентность). Сорта из второй группы обладают средней способностью удерживать влагу и неплохой способностью восстанавливать тургор после насыщения. В третью группу была определена форма 69-2-08 со слабой засухоустойчивой способностью.

Выводы

В результате исследований выделена группа пер-

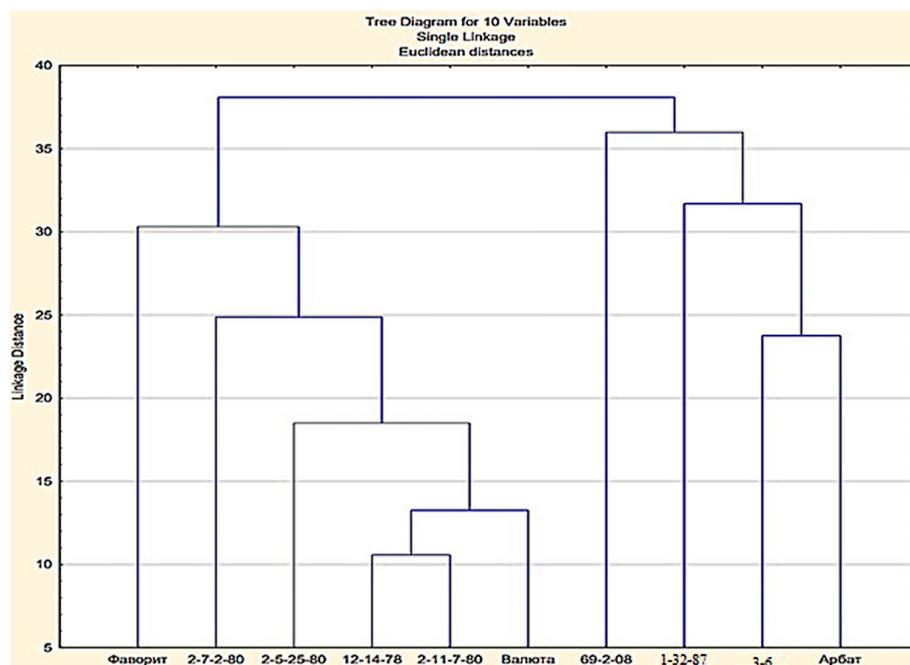


Рис. Кластерный анализ засухоустойчивости сортов и форм яблони

Fig. Cluster analysis of drought resistance of apple tree varieties and forms

спективных сортов и форм яблони, у которых отмечена высокая водоудерживающая способность и тургесцентность листьев, а именно формы 12-14-78, 2-5-25-80, 2-11-7-80 и сорт Валюта. Данные генотипы представляют большой интерес для производства и внедрения в селекцию, а также для включения в селекционные программы по признаку засухоустойчивости.

Низкая засухоустойчивость (повреждено 33 % поверхности листа), характерна для формы яблони 69-2-08. Некоторые различия по засухоустойчивости сортов можно объяснить разными механизмами обеспечения устойчивости растений к недостатку воды.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0829-2019-0026.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0829-2019-0026.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Еремеев Г.Н. Методы оценки устойчивости плодовых культур // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Ленинград: Колос. 1976:101-115.
2. Рындин А.В., Белоус О.Г., Маляровская В.И., Пritула З.В., Абиляфазова Ю.С., Кожевникова А.М. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России // Сельскохозяйственная биология. 2014;49(3):40-48.
3. Киселева Г.К., Ненько Н.И., Ульяновская Е.В. Формирование адаптационной устойчивости к летней засухе сортов яблони различной плоидности // Фундаментальные и прикладные аспекты современных эколого-биологических и медико-технологических исследований. 2016:83-108.
4. Zhao S., Gao H., Jia X., Wang H., Mao K., Ma F. The HD-Zip I transcription factor MdHB-7 regulates drought tolerance in transgenic apple (*Malus domestica*). *Environmental and Experimental Botany*. 2020;180:104246. DOI 10.1016/j.envexpbot.2020.104246.
5. Власенко А.С., Попович С.Ю. Заповідні дендрозооекзоти Степу України. Київ: «ЦП «Компринт». 2016:1-140.
6. Красова Н.Г. Исходный материал для создания высококачественных сортов яблони // Садоводство и виноградарство. 2016;3:18-22. DOI 10.18454/VSTISP.2016.3.1924.
7. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение засухоустойчивости летних сортов яблони // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):31-33. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10208.
8. Опанасенко Н.Е. Скелетные почвы Крыма и плодовые культуры. Херсон: Савченко А.В. 2014:1-336.
9. Копылов В.И., Балыкина Е.Б., Беренштейн И.Б., Бурлак В.А., Валева Н.Г., Корниенко Н.Я., Опанасенко Н.Е., Потанин Д.В., Пичугин А.М., Рябов В.А., Скляр С.И., Строчоус В.Н., Стрюкова Н.М., Сычевский М.Е. Система садоводства Республики Крым. Симферополь: Ариал. 2016:1-288.
10. Опанасенко Н.Е., Костенко И.В., Евтушенко А.П. Агрэкологические ресурсы и районирование степного и предгорного Крыма под плодовые культуры. Симферополь: Научный мир. 2015:1-216.
11. Плугатарь Ю.В., Бабина Р.Д., Супрун И.И., Науменко Т.С., Алексеев Я.И. Оценка сортов груши, выделенных из генофондовой коллекции Никитского ботанического сада по комплексу хозяйственно ценных признаков, с помощью микросателлитных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(1):60-68. DOI 10.18699/VJ18.332.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС. 1973:1-496.
13. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
14. Еремеев Г.Н., Лищук А.И. Методические указания по отбору засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений. Ялта. 1974:1-18.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
16. Кузовлев А.Н., Ядгаров М.Я., Берикашвили Л.Б., Рябова Е.В., Гончарова Д.Д., Переходов С.Н., Лихванцев В.В. Выбор метода статистического анализа // Анестезиология и реаниматология. 2021;3:88-93. DOI 10.17116/anaesthesiology202103188.
17. Geng D., Shen X., Xie Y., Yang Y., Bian R., Gao Y., Li P., Sun L., Feng H., Ma F., Guan Q. Regulation of phenylpropanoid biosynthesis by MdMYB88 and MdMYB124 contributes to pathogen and drought resistance in apple. *Horticulture Research*. 2020;7(1):102. DOI 10.1038/s41438-020-0324-2.
18. Parmar N., Singh K.H., Sharma D., Singh L., Kumar P., Nanjunda J., Khan Y.J., Chauhan D.K., Thakur A.K. Genetic engineering strategies for biotic and abiotic stress tolerance and quality enhancement in horticultural crops: a comprehensive review. *3 Biotech*. 2017;7(4):239. DOI 10.1007/s13205-017-0870-y.
19. Kwiecien S., Jasnos K., Magierowski M., Sliwowski Z., Pajdo R., Brzozowski B., Mach T., Wojcik D., Brzozowski T. Lipid peroxidation, reactive oxygen species and antioxidative factors in the pathogenesis of gastric mucosal lesions and mechanism of protection against oxidative stress-induced gastric injury. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2014;65(5):613-622.
20. Юшков А.Н. Селекция плодовых растений на устойчивость к абиотическим стрессорам. Мичуринск: Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина. 2019:1-332.

References

1. Yermeev G.N. Methods for assessing the stability of fruit crops. Methods for assessing plant resistance to adverse environmental conditions. Leningrad: Kolos. 1976:101-115 (*in Russian*).
2. Ryndin A.V., Belous O.G., Malyarovskaya V.I., Pritula Z.V., Abilfazova Yu.S., Kozhevnikova A.M. Physiological and biochemical approaches in studying adaptation mechanisms of subtropical, fruit and ornamental crops grown in Russian subtropics. *Agricultural Biology*. 2014;49(3):40-48 (*in Russian*).
3. Kiseleva G.K., Nenko N.I., Ulyanovskaya E.V. Formation of adaptive resistance to summer drought of apple varieties of various ploidy. *Fundamental and applied aspects of modern ecological-biological and medical-technological research*. 2016:83-108 (*in Russian*).
4. Zhao S., Gao H., Jia X., Wang H., Mao K., Ma F. The HD-Zip I transcription factor MdHB-7 regulates drought tolerance in transgenic apple (*Malus domestica*). *Environmental and Experimental Botany*. 2020;180:104246. DOI 10.1016/j.envexpbot.2020.104246.
5. Vlasenko A.S., Popovich S.Yu. Protected dendrosoexots of Ukrainian Step. K.: CP Komprint. 2016:1-140 (*in Ukrainian*).
6. Krasova N.G. The initial material for the creation of apple varieties of high quality. *Horticulture and Viticulture*. 2016;3:18-22. DOI 10.18454/VSTISP.2016.3.1924 (*in Russian*).
7. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Investigation of drought tolerance of summer apple tree cultivars. *Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex*. 2019;33(2):31-33. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10208 (*in Russian*).
8. Opanasenko N.E. Skeleton soils in the Crimea and fruits crops. Kherson: Savchenko A.V. 2014:1-336 (*in Russian*).

9. Kopylov V.I., Balykina E.B., Berenstein I.B., Burlak V.A., Valeeva N.G., Kornienko N.Ya., Opanasenko N.E., Potanin D.V., Pichugin A.M., Ryabov V.A., Sklyar S.I., Storchous V.N., Stryukova N.M., Sychevskiy M.E. Horticulture system of the Republic of Crimea. Simferopol: Arial. 2016:1-288 (*in Russian*).
10. Opanasenko N.E., Kostenko I.V., Evtushenko A.P. Agroecological resources and districting of steppe and pre-mountain Crimea for fruit cultures. Simferopol: Scientific World. 2015:1-216 (*in Russian*).
11. Plugatar Yu.V., Babina R.D., Suprun I.I., Naumenko T.S., Alekseev Ya.I. Microsatellites-based evaluation of the pear cultivars selected from Nikitsky Botanical Garden's germplasm by their economically valuable characteristics. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(1):60-68. DOI 10.18699/VJ18.332 (*in Russian*).
12. Program and methodology of varietal study of fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of G.A. Lobanov. Michurinsk: VNIIS. 1973:1-496 (*in Russian*).
13. Program and methodology of sorting fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of E.N. Sedov, T.G. Ogoltsova. Orel: VNIISPK. 1999:1-606 (*in Russian*).
14. Yermeev G.N., Lischuk A.I. Methodological guidelines for the selection of drought-resistant varieties and rootstocks of fruit plants. Yalta. 1974:1-16 (*in Russian*).
15. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (*in Russian*).
16. Kuzovlev A.N., Yadgarov M.Ya., Berikashvili L.B., Ryabova E.V., Goncharova D.D., Perehodov S.N., Likhvantsev V.V. Choosing the right statistical test. Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology. 2021;3:88-93. DOI 10.17116/anaesthesiology202103188 (*in Russian*).
17. Geng D., Shen X., Xie Y., Yang Y., Bian R., Gao Y., Li P., Sun L., Feng H., Ma F., Guan Q. Regulation of phenylpropanoid biosynthesis by MdMYB88 and MdMYB124 contributes to pathogen and drought resistance in apple. Horticulture Research. 2020;7(1):102. DOI 10.1038/s41438-020-0324-2.
18. Parmar N., Singh K.H., Sharma D., Singh L., Kumar P., Nanjunda J., Khan Y.J., Chauhan D.K., Thakur A.K. Genetic engineering strategies for biotic and abiotic stress tolerance and quality enhancement in horticultural crops: a comprehensive review. 3 Biotech. 2017;7(4):239. DOI 10.1007/s13205-017-0870-y.
19. Kwiecien S., Jasnos K., Magierowski M., Sliwowski Z., Pajdo R., Brzozowski B., Mach T., Wojcik D., Brzozowski T. Lipid peroxidation, reactive oxygen species and antioxidative factors in the pathogenesis of gastric mucosal lesions and mechanism of protection against oxidative stress-induced gastric injury. Journal of Physiology and Pharmacology. 2014;65(5):613-622.
20. Yushkov A.N. Breeding of fruit plants on sustainability to abiotic stressors. Michurinsk: Federal Scientific Center named after I.V. Michurin. 2019:1-332 (*in Russian*).

Информация об авторах

Эдем Фахриевич Челебиев, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения отдела плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мейл: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Эрфан Сиранович Халилов, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения отдела плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мейл: dgerf.um@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5749-9736>;

Максим Константинович Усков, мл. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения отдела плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мейл: m0992497215@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6228-4094>.

Information about authors

Edem F. Chelebiev, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study, Fruit Crops Department, Crimean Experimental Horticulture Station Branch; e-mail: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Erfan S. Khalilov, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study, Fruit Crops Department, Crimean Experimental Horticulture Station Branch; e-mail: dgerf.um@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5749-9736>;

Maksim K. Uskov, Junior Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study, Fruit Crops Department, Crimean Experimental Horticulture Station Branch; e-mail: m0992497215@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6228-4094>.

Статья поступила в редакцию 19.02.2024, одобрена после рецензии 04.03.2024, принята к публикации 20.05.2024.