

УДК 634.13/14:581.1.045

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-14-25

ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ И ЖАРОСТОЙКОСТЬ ФОРМ ГРУШИ И АЙВЫ

Зацепина Илона Валериевна
канд. с.-х. наук
научный сотрудник
лаборатории генофонда
e-mail: ilona.valerevna@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр
им. И.В. Мичурина»,
Селекционно-генетический центр
имени И.В. Мичурина,
Мичуринск, Россия*

Засухоустойчивость растений – это способность растений переносить значительное обезвоживание и перегрев своего организма, выживать во время засухи с наименьшим снижением урожайности. Жароустойчивость (жаровыносливость) – это способность растений переносить действие высоких температур, перегрев. Были изучены семячковые культуры: формы груши ПГ 12 (к), ПГ 17-16, ПГ 2, К-1, К-2, Кавказская, ОНФ 333, Piro II, 4-26, 4-39 и айвы Северная, ВА 29, проведены исследования по устойчивости форм груши и айвы к засухе и жаростойкости в лабораторных условиях. В качестве контроля использовали районированную форму груши ПГ 12. В связи с этим, целью наших исследований являлся комплекс мероприятий для проведения оценки исходных форм груши и айвы на засухо- и жаростойкость. В результате проведённых исследований установлено, что у изученных форм груши и айвы показатель водоудерживающей способности значительно варьирует.

UDC 634.13/14:581.1.045

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-14-25

DROUGHT AND HEAT RESISTANCE OF PEAR AND QUINCE FORMS

Zatsepina Ilona Valerievna
Cand. Agr. Sci.
Research Associate
of Gene Pool Laboratory
e-mail: ilona.valerevna@mail.ru

*Federal State Budgetary
Scientific Institution
«I. V. Michurin Federal
Scientific Center»,
I.V. Michurin Breeding
and Genetic Center,
Michurinsk, Russia*

Drought resistance of plants is the ability of plants to withstand the significant dehydration and overheating of their organism, the ability to survive during drought with the least decrease in yield capacity. Heat resistance (heat tolerance) is the ability of plants to withstand the high temperature effect and overheat. Seed crops were studied: pear forms PG 12 (control), PG 17-16, PG 2, K-1, K-2, Kavkazskaya, OHF 333, Piro II, 4-26, 4-39 and quince forms Severnaya, BA 29, studies were conducted on the resistance of pear and quince forms to drought and heat resistance in laboratory conditions. The zoned pear form PG 12 was used as a control. In this regard, the purpose of our research was a set of measures to assess the initial forms of pears and quinces for drought and heat resistance. As a result of the research, it was found that moisture retention index varies significantly in the studied pear

Высокой устойчивостью к засухе характеризовались формы груши ПГ 2, К-2, Кавказская и айва ВА 29, потеря воды у которых была от 8,2 до 21,8 %, а степень восстановления оводненности – от 50,0 до 100,0 %. Водный дефицит у данных форм находился в пределах 4,4-7,1 %. Наибольшей водоудерживающей способностью обладали формы груши ПГ 17-16 – 79,5 %, Кавказская – 80,9 % и айва ВА 29 – 86,6 %. У формы груши К-2 определена водоудерживающая способность на уровне 67,3 %. При оценке жаростойкости форм груши и айвы выявлены различия по устойчивости форм к действию температур. Хорошую водоудерживающую способность после воздействия стрессовыми положительными температурами сохраняет форма груши Кавказская, у которой водный дефицит 4,8 %. При этом водоудерживающая способность составляла 70,9 %, потеря воды – 19,1, а степень восстановления оводненности – 38,4 %.

Ключевые слова: ЗАСУХА, ЖАРА, ПОДВОИ, ГРУША, АЙВА

and quince forms. The pear forms PG 2, K-2, Kavkazskaya and quince form BA 29 were characterized as highly resistant to drought, in which water loss was from 8.2 to 21.8%, and the degree of water was from 50.0 to 100.0%. Water deficit in these forms was within 4.4 - 7.1%. The highest water-holding capacity was observed in pear PG 17-16 – 79,5 %, Kavkazskaya – 80,9 % and quince BA 29 – 86,6 %. The water-holding capacity of the pear form K-2 was 67,3 %. When evaluating the heat resistance of pear and quince forms, the differences in the resistance of these forms to the action of temperatures were revealed. A good water-holding capacity after exposure to stressful positive temperatures is preserved by the pear form Kavkazskaya, which has a water deficit of 4,8 %. At the same time water-holding capacity was 70,9 %, water loss – 19,1 %, degree of water content – 38,4 %.

Key words: DROUGHT, HEAT, ROOTSTOCKS, PEAR, QUINCE

Введение. Устойчивость различных растений к абиотическим факторам среды (жара, засуха, заморозки, засоление и др.) является специфической особенностью видов и сортов плодовых и ягодных культур. К существенным показателям адаптации растений к условиям внешней среды относятся засухоустойчивость и зимостойкость [1].

При изменении климата повышается частота и непредсказуемость возникновения засух. В условиях дефицита влаги (вследствие усиления интенсивности транспирации и дыхания), сопровождающегося снижением фотосинтетической и водоудерживающей способности тканей, происходит угнетение роста и снижение продуктивности культурных растений [2].

В современных условиях, характеризующихся тем, что за последние 50 лет температура воздуха на планете поднялась в среднем на 2,5 °С,

при оценке плодовых культур учитывается тенденция к потеплению климата. Увеличилось количество дней с суховеями. Все это приводит к снижению продуктивности насаждений груши, так как культура является требовательной к влаге.

Знание и использование на практике вопросов засухоустойчивости сортов является необходимым условием рентабельности современного плодоводства. Засухоустойчивость является важным биологическим свойством сорта, определяющим возможность его возделывания в районах с засушливым летом. У многих сортов груши при засухе снижается урожайность, увеличивается осыпаемость плодов, наблюдается их недоразвитость, ухудшаются товарные свойства и вкусовые качества [3].

Многолетние насаждения в России, доля орошаемых земель которых в общей площади пашни составляет всего 3,6 %, зависят от внешних факторов, важнейшим из них является высокая температура воздуха, оказывающая негативное влияние на вегетативный рост и генеративное развитие растений [4, 5].

Для успешного возделывания плодовых культур в конкретных климатических условиях требуется очень внимательное изучение их устойчивости к абиотическим факторам внешней среды. К наиболее важным из них относятся такие как недостаток влаги, высокие температуры воздуха в летний период, которые оказывают отрицательное влияние на рост, развитие различных сельскохозяйственных культур и их хозяйственную продуктивность. Такие влияния окружающей среды в большей степени характерны для южных регионов России, страдающих от недостатка влаги, имеющих длинные засушливые периоды. Вопросы изучения засухо- и жароустойчивости различных сортов с целью выявления генотипов, которые обладают наиболее значительной адаптивностью по этим параметрам, являются весьма актуальными [6-10].

Многие ученые проводили изучение засухо- и жаростойкости плодовых и древесных культур. И они считают, что засухоустойчивость – это способность растений произрастать при недостатке воды и больших температурах за счет разнообразных морфологических признаков и физиологических механизмов адаптации к стрессовым условиям. Растения, выдержавшие небольшую засуху, становятся более устойчивыми к обезвоживанию и переносят повторную засуху уже с минимальными потерями [11, 12].

Засуха и жара отрицательно влияют на рост и развитие растений различных плодовых пород (яблони, груши, вишни, сливы и др.) – происходит осыпание листьев и плодов, ухудшается закладка генеративных органов, приводящая к снижению урожайности на 15-30 %, также данные факторы вызывают изменения в метаболизме растений, фотосинтезе, водном обмене [13-17].

Наиболее важными критериями, которые характеризуют способность растений выдерживать жару и засуху, признаются показатели водного режима – оводненность тканей, водоудерживающая способность, водный дефицит [18-20].

Такой же подход обширно применяют зарубежные ученые – в роли критерия засухоустойчивости выступает содержание воды в листьях как мера водного дефицита в стрессовых условиях [21, 22].

В данной работе были проведены исследования устойчивости форм груши и айвы к засухе и жаростойкости в лабораторных условиях.

Объекты и методы исследований. Многолетняя работа проводится в ФГБНУ «Федеральном научном центре им. И.В. Мичурина», в подразделении – Селекционно-генетический центр имени И.В. Мичурина.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования по изучению форм груши ПГ 17-16, ПГ 2, К-1, К-2, 4-26, 4-39, ОНФ 333,

Piro II, Кавказская и айвы Северной, ВА 29, направленные на изучение их засухоустойчивости и жаростойкости. В качестве контроля использовали районированную форму груши ПГ 12 (к).

При изучении засухоустойчивости руководствовались методическими рекомендациями Г.Н. Еремеева (1964) [23].

Комплекс воздействий «температура + водный дефицит» изучали моделированием данных факторов в лабораторных условиях согласно методическим рекомендациям В.Г. Леонченко (2007) [24].

Статистическая обработка полученных данных проводилась методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову (1985) [25].

Для оценки жаростойкости листья во время завядания подвергали тепловому шоку (+50 °С) в течение 30 минут в биологическом термостате ВТ-120.

Обсуждение результатов. В ходе проведённых исследований было установлено, что у изученных форм груши и айвы показатель водоудерживающей способности значительно варьирует (рис. 1, 2).

Низкой засухоустойчивостью обладали формы груши ПГ 17-16, К-1, 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II, у которых потеря воды после 4 часов выветривания и последующем насыщении составляет 28,9-30,1 %, а степень восстановления оводненности 5,7-8,6 %. Водный дефицит у данных форм составил 0,9-2,0 %, а водоудерживающая способность находилась в пределах 58,4-69,5 % (рис. 1, 2; табл. 1).

Средними значениями показателя водного режима характеризовалась форма груши ПГ 12 (к) и айва Северная, у которых потеря воды после 4 часов выветривания и последующим насыщением составляла 15,5 и 15,6 %, степень восстановления оводненности – 31,6 и 40,9 %, водный

дефицит 2,8 и 3,4 %, а водоудерживающая способность была высокой – 68,5 и 79,5 % (рис. 1 и 2; табл. 1).

Высокой устойчивостью к засухе характеризовались формы груши ПГ 2, К-2, Кавказская и айва ВА 29, у которых потеря воды составляла от 8, 2 до 21,8 %, а степень восстановления оводненности от 50,0 до 100,0 %. Водный дефицит у данных форм находилась в пределах 4,4-7,1 %. Наибольшей водоудерживающей способностью обладали формы груши ПГ 17-16 – 79,5 %, Кавказская – 80,9 % и айва ВА 29 – 86,6 % (табл. 1).

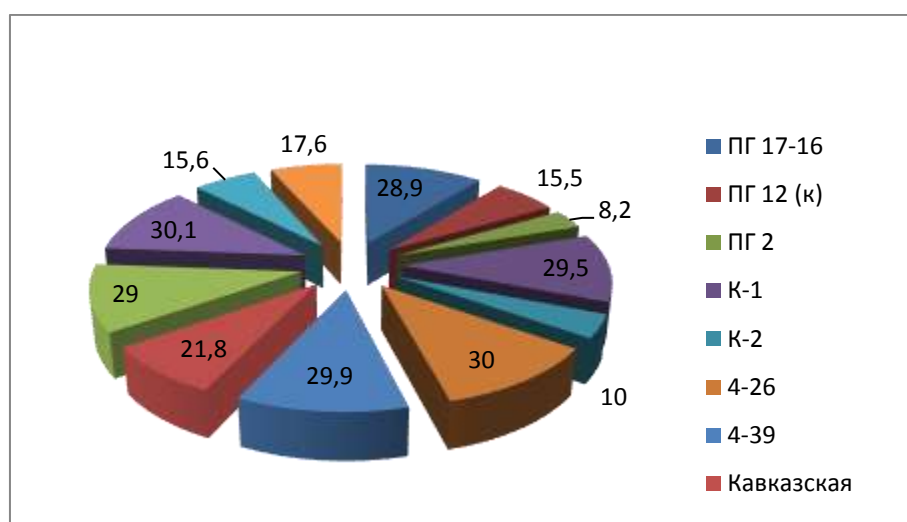


Рис. 1. Потеря воды листьев форм груши (%) после подсушивания (4 часа) и последующего насыщения (1 час)

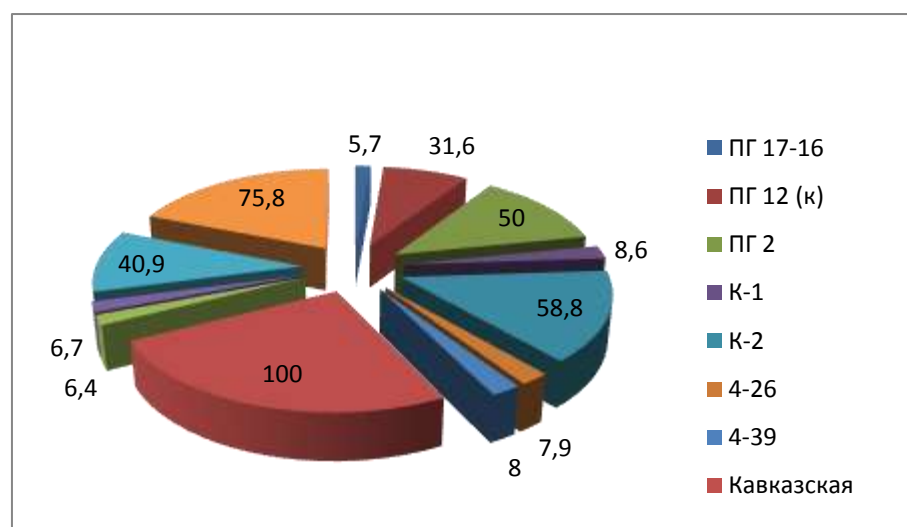


Рис. 2. Степень восстановления оводненности листьев форм груши (%) после подсушивания (4 часа) и последующего насыщения (1 час)

Таблица 1 – Состояние водного режима листьев форм груши и айвы после искусственной засухи

Форма	Водоудерживающая способность, % оставшейся воды после выветривания в течение 4 часов	Водный дефицит, %
Груша		
ПГ 12 (к)	68,5	0,9
ПГ 17-16	69,5	2,8
ПГ 2	61,1	4,4
К-1	68,3	1,1
К-2	67,3	5,0
4-26	59,3	2,0
4-39	60,4	2,0
ОНФ 333	59,0	2,2
Piro II	58,4	2,0
Кавказская	80,9	4,8
НСР ₀₅	5,3	
Айва		
Айва Северная	79,5	3,4
Айва ВА 29	86,6	7,1
НСР ₀₅	6,1	

У формы груши К-2 водоудерживающая способность составила – 67,3% (рис. 1 и 2; табл. 1).

При оценке жаростойкости форм груши и айвы были выявлены различия по устойчивости форм к действию температур (рис. 3, 4; табл. 2).

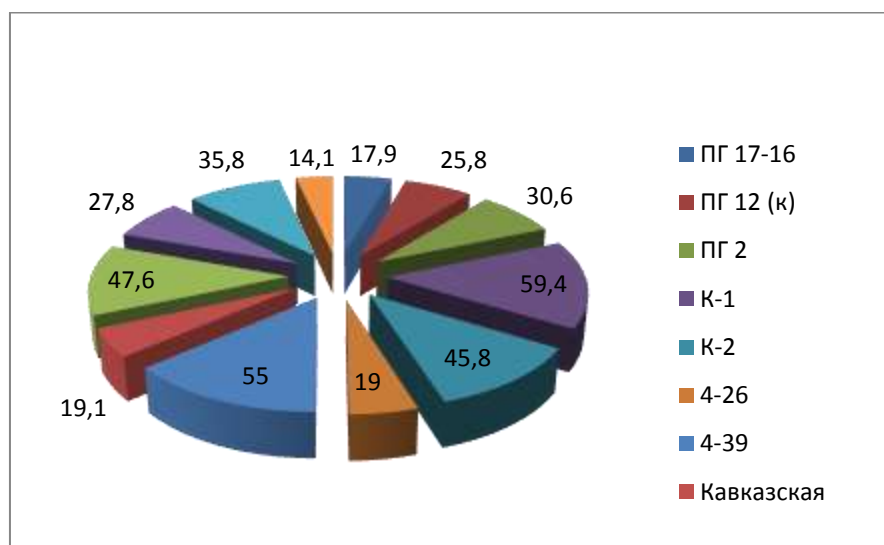


Рис. 3. Потеря воды листьев форм груши после теплового шока +50 °С и последующего насыщения 1 час

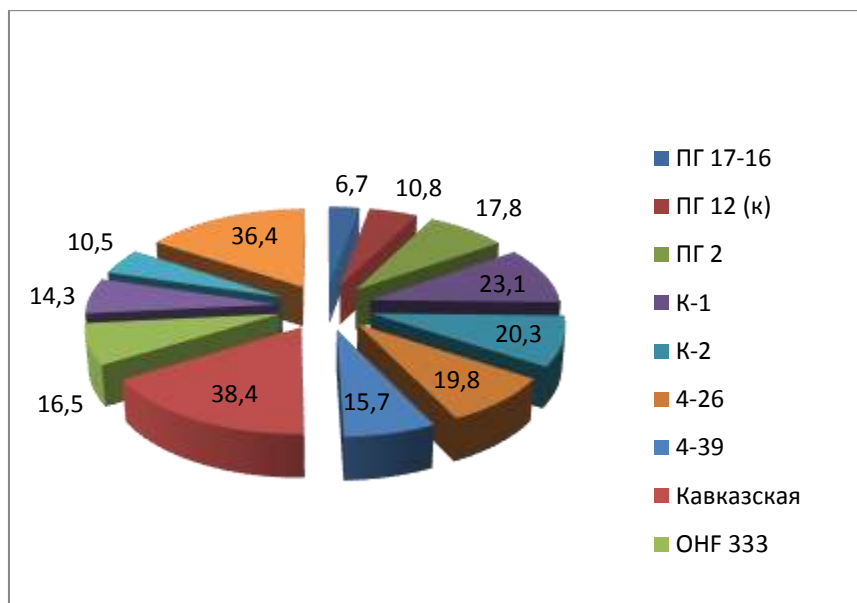


Рис. 4. Степень восстановления оводненности листьев форм груши после теплового шока +50 °С и последующего насыщения 1 час, %

Таблица 2 – Состояние водного режима листьев форм груши и айвы после теплового шока (+50 °С) и искусственной засухи

Форма	Водоудерживающая способность, %, степень восстановления оводнённости листьев после теплового шока +50 °С и последующего насыщения (1 час)	Водный дефицит, %
Груша		
ПГ 12 (к)	63,3	0,8
ПГ 17-16	62,0	1,0
ПГ 2	61,1	3,0
К-1	68,3	1,1
К-2	64,3	1,0
4-26	59,3	2,0
4-39	60,0	0,5
ОНФ 333	57,9	1,0
Piro II	55,6	1,6
Кавказская	70,9	4,8
НСР ₀₅	4,8	
Айва		
Айва Северная	55,6	3,0
Айва ВА 29	41,4	2,6
НСР ₀₅	3,9	

Очень низкую водоудерживающую способностью листьев после теплового шока имела айва ВА 29 – 41,4 %. Водный дефицит у данной формы составлял 2,6 %. Потеря воды – 14,1 %, а степень восстановления оводненности – 36,4 % (рис. 3 и 4; табл. 2).

Наиболее слабой жаростойкостью среди исследуемых образцов обладают формы груши ПГ 12 (к), ПГ 17-16, ПГ 2, К-1, К-2, 4-26, 4-39 ОНФ 333, Pigo II и айва Северная, потеря воды у которых составляет от 17,9 до 59,4 %, а степень восстановления оводненности – от 6,7 до 23,1 %. Водоудерживающая способность и водный дефицит у данных форм находились в пределах 55,6-68,3 % и 0,5-3,0 % (рис. 3, 4; табл. 2).

Хорошую водоудерживающую способность после воздействия стрессовыми положительными температурами сохраняет форма груши Кавказская, водный дефицит у которой – 4,8 %, при этом водоудерживающая способность составляла – 70,9 %, потеря воды – 19,1 %, а степень восстановления оводненности – 38,4 %.

Выводы. В ходе проведенных исследований установлена высокая засухоустойчивость форм груши ПГ 2, К-2, Кавказская и у айвы ВА 29, потеря воды у которых составляла от 8, 2 до 21,8 %, а степень восстановления оводненности от 50,0 до 100,0 %. Водный дефицит у данных форм находился в пределах 4,4-7,1 %. Наибольшей водоудерживающей способностью обладали формы груши ПГ 17-16 – 79,5 %, Кавказская – 80,9 % и айва ВА 29 – 86,6 %. У формы груши К-2 водоудерживающая способность составила 67,3 %.

Показано, что на фоне высоких температур форма груши Кавказская проявляет высокую водоудерживающую способность, водный дефицит при этом составляет 4,8 %, водоудерживающая способность – 70,9 %, потеря воды – 19,1 %, а степень восстановления оводненности – 38,4.

Литература

1. Анатов Д.М., Асадулаев З.М., Османов Р.М. Сравнительная оценка сеянцев абрикоса по засухоустойчивости и зимостойкости в условиях Дагестана // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2019. № 133. С. 199-207.
2. Osakabe Y., Osakabe K., Shinozaki K., Tran L.-S.P. Response of plants to water stress // *Front. Plant Sci.* 2014. V. 5. 86. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00086>
3. Сатибалов А.В. Засухоустойчивые сорта груши для садоводства Северного Кавказа // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 28. № 2. С. 220-223.
4. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Максимцов Д.В. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам: диагностика и пути повышения. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. 174 с.
5. FAO Statistical yearbook 2013. World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 2013. <http://www.fao.org/economic/ess/esspublications/essyearbook/en>
6. Галашева А.М., Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Павел А.Р. Оценка засухоустойчивости летних сортов яблони на различных слаборослых подвоях // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. XXXXVII. С. 82-86.
7. Корнилов Б.Б., Долматов Е.А., Ожерельева З.Е. Результаты изучения засухо- и жароустойчивости декоративных форм семечковых культур (яблоня, груша) генофонда ВНИИСПК // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. XXXXI. С. 186-191.
8. Свинцов И.П., Семенютина В.А. Влияние эдафических и климатических факторов на экологическую пластичность растений *Zizyphus jujuba* Mill. // АгроЭко-Инфо. 2018. № 3. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/3/st_366.doc.
9. Semeniyutina A.V., Svintsov I.P., Huzhahmetova I.P., Semeniyutina V.A. Regulations of safe and sustainable use of biodiversity of woody plants in protective afforestation // *Journal of Agriculture and Environment*. 2018. №3 (7). <http://jae.cifra.science/article/view/93> Data accessed: 16 July 2018. <http://dx.doi.org/10.23649/jae.2018.3.7.3>.
10. Semeniyutina A.V., Kostyukov S.M. Bioecological justification assortment of shrubs for landscaping urban landscapes // *Accent graphics communications*. Montreal, QC, Canada, 2013. 164 p.
11. Чивилев В.В., Кружков А.В., Кириллов Р.Е., Куликов В.Н. Оценка засухоустойчивости сортов и форм груши, вишни, черешни и абрикоса // Вестник современных исследований. 2019. № 1.2 (28). С. 115-117.
12. Savelyeva N.N. Drought resistance and heat resistance of apple varieties with monogenic scab resistance // *European applied sciences: challenges and solutions*. 1st International Scientific Conference. 2015. С. 128-130.
13. Засухоустойчивость // Сельскохозяйственный энциклопедический словарь / гл. ред. В.К. Мясн. М.: Сов. энциклопедия, 1989. С. 155.
14. Комплексный подход к отбору ценных генотипов яблони, устойчивых к стрессовым факторам среды [Электронный ресурс] / Е.В. Ульяновская [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. № 25(01). С. 11-26. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/01/02.pdf>. (дата обращения: 15.05.2020).
15. Alizadeh A., Alizade V., Nassery L., Eivazi A. Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks // *Technical Journal of Engineering and Applied Science*. 2011. № 1(3). P. 86-94.
16. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: An overview. *Environ // Exp. Bot.* 2007. № 61(3). P. 199-223. (doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011).

17. Tworkoski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // *Scientia Horticulturae*. 2016. № 204. P. 70-78 (doi: 10.1016/j.scienta.2016.01.047).
18. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Устойчивость сортов яблони на карликовом подвое и вставках в условиях теплового шока // *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2016. № 1(22). С. 24-27.
19. Ожерельева З.Е., Галашева А.М., Красова Н.Г. Изучение устойчивости яблони в условиях теплового шока // *Современное садоводство – Contemporary horticulture*. 2018. №2. С. 1-7. DOI: 10.24411/2218-5275-2018-10201.
20. Физиолого-биохимические критерии устойчивости яблони к абиотическим стрессам летнего периода / Н.И. Ненько [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54. № 1. С. 158-168. (doi: 10.15389/agrobiology.2019.1.158rus).
21. Munns, R., James R., Sirault X., Furbank R., Jones H. New phenotyping methods for screening wheat and barley for beneficial responses to water deficit // *Journal of Experimental Botany*. 2010. V. 61. № 13. P. 3499-3507 (doi: 10.1093/jxb/erq199).
22. Farrant J. Mechanisms of desiccation tolerance in angiosperm resurrection plants. In *Plant Desiccation Tolerance* / M. Jenks, A. Wood eds. Blackwell Publishing, Iowa, USA. 2002. P. 51-90.
23. Еремеев Г. Н. Методы оценки засухоустойчивости плодовых культур // *Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды* / под. ред. Г.В. Удовенко. Л., 1976. С. 101-115.
24. Леонченко В.Г., Евсеева Р.П., Жбанова Е.В., Черенкова Т.А. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: методические рекомендации. Мичуринск, 2007. 72 с.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

References

1. Anatov D.M., Asadulaev Z.M., Osmanov R.M. Sravnitel'na ocenka seyancev abrikosa po zasuhoustojchivosti i zimostojkosti v usloviyah Dagestana // *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2019. № 133. S. 199-207.
2. Osakabe Y., Osakabe K., Shinozaki K., Tran L.-S.P. Response of plants to water stress // *Front. Plant Sci*. 2014. V. 5. 86. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00086>
3. Satibalov A.V. Zasuhoustojchivye sorta grushi dlya sadovodstva Severnogo Kavkaza // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2011. T. 28. № 2. S. 220-223.
4. Doroshenko T.N., Zaharchuk N.V., Maksimov D.V. Ustojchivost' plodovyh i dekorativnyh rastenij k temperaturnym stressoram: diagnostika i puti povysheniya. Krasnodar: Kubanskij GAU, 2014. 174 s.
5. FAO Statistical yearbook 2013. World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 2013. <http://www.fao.org/economic/ess/esspublications/essyearbook/en>
6. Galasheva A.M., Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Pavel A.R. Ocenka zasuhoustojchivosti letnih sortov yablони na razlichnyh slaboroslyh podvoyah // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2016. T. XXXVII. S. 82-86.
7. Kornilov B. B., Dolmatov E. A., Ozherel'eva Z. E. Rezul'taty izucheniya zasuhoi zharoustojchivosti dekorativnyh form semechkovyh kul'tur (yablonya, grusha) genofonda VNIISPK // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2015. T. XXXXI. S. 186-191.
8. Svincov I. P., Semenytina V. A. Vliyanie edaficheskikh i klimaticheskikh faktorov na ekologicheskuyu plastichnost' rastenij Zizyphus jujuba Mill. // *Agro-EkoInfo*. 2018. № 3. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/3/st_366.doc.

9. Semenyutina A.V., Svintsov I.P., Huzhahmetova I.P., Semenyutina V.A. Regulations of safe and sustainable use of biodiversity of woody plants in protective afforestation // *Journal of Agriculture and Environment*. 2018. №3 (7). <http://jae.cifra.science/article/view/93> Data accessed: 16 July 2018. <http://dx.doi.org/10.23649/jae.2018.3.7.3>.
10. Semenyutina A. V., Kostyukov S. M. Bioecological justification assortment of shrubs for landscaping urban landscapes // *Accent graphics communications*. Montreal, QC, Canada, 2013. 164 p.
11. Chivilev V.V., Kruzhkov A.V., Kirillov R.E., Kulikov V.N. Ocenka zasuhoustojchivosti sortov i form grushi, vishni, chereshni i abrikosa // *Vestnik sovremennykh issledovaniy*. 2019. № 1.2 (28). S. 115-117.
12. Savelyeva N.N. Drought resistance and heat resistance of apple varieties with monogenic scab resistance // *European applied sciences: challenges and solutions*. 1st International Scientific Conference. 2015. S. 128-130.
13. Zasuhostojchivost' // *Sel'skohozyajstvennyy enciklopedicheskij slovar' / gl. red. V.K. Mesyac. M.: Sov. enciklopediya*, 1989. S. 155.
14. Kompleksnyy podhod k otboru cennykh genotipov yabloni, ustojchivyyh k stressovym faktoram sredy [Elektronnyy resurs] / E.V. Ul'yanovskaya [i dr.] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2014. № 25(01). S. 11-26. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/01/02.pdf>. (data obrashcheniya: 15.05.2020).
15. Alizadeh A., Alizade V., Nassery L., Eivazi A. Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks // *Technical Journal of Engineering and Applied Science*. 2011. № 1(3). P. 86-94.
16. Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M. Heat tolerance in plants: An overview. *Environ // Exp. Bot.* 2007. № 61(3). P. 199-223. (doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011).
17. Tworokski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // *Scientia Horticulturae*. 2016. № 204. P. 70-78 (doi: 10.1016/j.scienta.2016.01.047).
18. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Ustojchivost' sortov yabloni na karlikovom podvoe i vstavkah v usloviyah teplovogo shoka // *Sortovivchennyya ta ohorona prav na sorti roslin*. 2016. № 1(22). S. 24-27.
19. Ozherel'eva Z.E., Galasheva A.M., Krasova N.G. Izuchenie ustojchivosti yabloni v usloviyah teplovogo shoka // *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*. 2018. №2. S. 1-7. DOI: 10.24411/2218-5275-2018-10201.
20. Fiziologo-biohimicheskie kriterii ustojchivosti yabloni k abioticheskim stressam letnego perioda / N.I. Nen'ko [i dr.] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2019. T. 54. № 1. S. 158-168. (doi: 10.15389/agrobiology.2019.1.158rus).
21. Munns, R., James R., Sirault X., Furbank R., Jones H. New phenotyping methods for screening wheat and barley for beneficial responses to water deficit // *Journal of Experimental Botany*. 2010. V. 61. № 13. P. 3499-3507 (doi: 10.1093/jxb/erq199).
22. Farrant J. Mechanisms of desiccation tolerance in angiosperm resurrection plants. In *Plant Desiccation Tolerance* / M. Jenks, A. Wood eds. Blackwell Publishing, Iowa, USA. 2002. R. 51-90.
23. Ereemeev G. N. Metody ocenki zasuhoustojchivosti plodovykh kul'tur // *Metody ocenki ustojchivosti rasteniy k neblagopriyatnym usloviyam sredy / pod. red. G.V. Udovenko. L., 1976. S. 101-115*.
24. Leonchenko V.G., Evseeva R.P., Zhbanova E.V., Cherenkova T.A. Predvaritel'nyy otbor perspektivnykh genotipov plodovykh rasteniy na ekologicheskuyu ustojchivost' i biohimicheskuyu cennost' plodov: metodicheskie rekomendacii. Michurinsk, 2007. 72 s.
25. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1985. 351 s.