

УДК 634.8.03:581.522.4

UDC 634.8.03:581.522.4

DOI 10.30679/2219-5335-2023-2-80-170-179

DOI 10.30679/2219-5335-2023-2-80-170-179

**СОРТО-ПОДВОЙНЫЕ КОМБИНАЦИИ
ВИНОГРАДА КАК СПОСОБ
ПОВЫШЕНИЯ АДАПТАЦИОННОГО
ПОТЕНЦИАЛА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД
НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО
ПРЕДКАВКАЗЬЯ ***

**SCION-ROOTSTOCK
COMBINATIONS OF GRAPES
FOR INCREASING ADAPTATION
POTENTIAL IN THE SUMMER
PERIOD IN THE NORTH-WESTERN
CISCAUCASIA ***

Сундырева Мария Андреевна
канд. с.-х. наук
заведующая лабораторией физиологии
и биохимии растений
e-mail: mari.sundy@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1338-1725>

Sundyreva Maria Andreevna
Cand. Agr. Sci.
Head of Plant Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: mari.sundy@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1338-1725>

Мишко Алиса Евгеньевна
канд. биол. наук
научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: mishko-alisa@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8425-5216>

Mishko Alisa Evgenievna
Cand. Biol. Sci.
Research Associate
of Plant Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: mishko-alisa@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8425-5216>

Сегет Ольга Леонидовна
канд. с.-х. наук
научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: olya.yakovtseva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1566-9562>

Seget Olga Leonidovna
Cand. Agr. Sci.
Research Associate
of Reproduction Control
in the Ampelocenoses
and Ecosystems Laboratory
e-mail: olya.yakovtseva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1566-9562>

*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*

Большинство широко распространенных
сортов винограда, относящихся
к европейскому виду *Vitis vinifera* L.,
не обладают высокой устойчивостью

Most of the widespread grape varieties
belonging to the European species
Vitis vinifera L. are not highly resistant
to environmental stress factors.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-04-96591

* The research was carried out with the financial support of the RFBR within the framework of the scientific project No 13-04-96591

к стресс-факторам окружающей среды. Напротив, американские виды характеризуются невосприимчивостью ко многим патогенным организмам, а также способны развиваться при воздействии различных абиотических стрессов. Таким образом, использование сорто-подвойных комбинаций, где в качестве подвоя выступают устойчивые сорта американских видов винограда, позволяет повысить продукционный и адаптационный потенциал более уязвимого привоя. В данной работе представлены результаты трехлетних исследований влияния сорто-подвойных комбинаций винограда на устойчивость растений к абиотическим стрессовым факторам летнего периода в условиях Северо-Западного Предкавказья. Были изучены два сорта Кишмиш венгерский и Кишмиш лучистый на подвоях Феркаль и Паульсен, а также корнесобственные растения. Для оценки адаптационного потенциала винограда были проанализированы физиолого-биохимические параметры листьев, а именно, водный режим, содержание хлорофилла и уровень выхода электролитов. Погодные условия были получены со стационарной метеостанции в зоне произрастания винограда. В результате проведенных исследований было установлено, что сорто-подвойные комбинации Кишмиш венгерский – Паульсен и Кишмиш лучистый – Паульсен характеризуются наибольшими значениями общего содержания воды и хлорофилла в листьях. Погодные условия летнего периода на протяжении трех лет отличались наличием экстремально высоких температур и недостаточным количеством увлажнения по сравнению с многолетними средними показателями. К таким условиям привитые формы сортов Кишмиш лучистый и Кишмиш венгерский оказались наиболее адаптированными, чем корнесобственные контрольные растения. Полученные данные позволяют заключить о целесообразности использования подвоя Паульсен для сортов Кишмиш венгерский и Кишмиш в условиях

On the contrary, American species are characterized by immunity to many pathogenic organisms, and are also able to grow under the influence of various abiotic stresses. Thus, the use of scion-rootstock combinations, where resistant varieties of American grape species act as a rootstock, makes it possible to increase the production and adaptation potential of a more susceptible scion. This work presents the results of a three-year study of the influence of scion-rootstock combinations of grapes on the resistance of grape plants to abiotic stress factors in the summer period in the conditions of the North-Western Ciscaucasia. Two varieties – Kishmish vengerskiy and Kishmish luchistyi – were studied on rootstocks Ferkal and Paulsen, as well as own-rooted plants. To assess the adaptive potential of grapes, the physiological and biochemical parameters of the leaves were analyzed, namely, the water regime, chlorophyll content and the level of electrolyte leakage. The weather conditions were obtained from a stationary weather station in the grape growing zone. The results showed that the scion-rootstock combinations Kishmish vengerskiy - Paulsen and Kishmish luchistyi - Paulsen are characterized by the highest values of the water and chlorophyll content in the leaves. The weather conditions of the summer period during three years were characterized by the presence of extremely high air temperatures and insufficient amount of moisture compared to long-term averages. To such conditions, the grafted forms of varieties Kishmish luchistyy and Kishmish vengerskiy proved to be the most adapted than own-rooted control plants. The obtained data allow to conclude that it is expedient to use the Paulsen rootstock for Kishmish luchistyy and Kishmish vengerskiy varieties in the conditions

Северо-Западного Предкавказья с целью повышения адаптационного потенциала данных сортов к стрессовым факторам летнего периода.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, СОРТО-ПОДВОЙНЫЕ КОМБИНАЦИИ, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ, ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, ХЛОРОФИЛЛ, ВЫХОД ЭЛЕКТРОЛИТОВ

of the North-Western Ciscaucasia in order to increase the adaptive potential of these varieties to the stress factors of the summer period.

Key words: GRAPES, SCION-ROOTSTOCK COMBINATIONS, DROUGHT RESISTANCE, WATER CONTENT, CHLOROPHYLL, ELECTROLYTE LEAKAGE

Введение. Сорто-подвойные комбинации играют важную роль в повышении продукционного и адаптационного потенциала у ряда культурных растений [1, 2]. Известно, что большинство распространённых сортов винограда происходят от европейского вида *Vitis vinifera* L., не обладающего устойчивостью ко многим негативным воздействиям, как биотической, так и абиотической природы. В связи с этим, подвои широко используются в виноградарстве для предотвращения поражения такими основными вредителями, как филлоксеры и патогенные нематоды, а также для повышения устойчивости к абиотическим стрессорам [3-5]. В зависимости от генетического происхождения подвои обладают рядом морфологических, анатомических и физиолого-биохимических особенностей. В частности, подвои американского происхождения характеризуются высокой засухоустойчивостью, которая проявляется в поддержании низкого уровня водного потенциала в тканях листа и росте активности антиоксидантных ферментов – аскорбат пероксидазы и супероксиддисмутазы, препятствующих накоплению активных форм кислорода в клетках винограда [6, 7]. Исследователи отмечают и важную роль корневой системы таких подвоев, способной контролировать режимы поглощения и транспортировки воды к листьям и участвующей в восприятии стрессового фактора и передаче сигнальных реакций стресса на побег [8]. Кроме того, имеются данные о разных способах транскриптомных регуляций эффективности функционирования корневой системы у засухоустойчивых подвоев [9]. К ним относятся

индукция генов, участвующих в транспортировке сахаров и белков для обеспечения накопления углеводов и азота в корнях, увеличение экспрессии генов, отвечающих за синтез осмолитов, обеспечивающих эффективную адаптацию в стрессовых условиях, а также активация транскриптов ферментов, продуцирующих защитный воск. Кроме того, подвой оказывает непосредственное регуляторное влияние на привой, вырабатывая и транспортируя важнейшие фитогормоны: абсцизовую кислоту, индолилуксусную кислоту, гиббереллины и этилен [10-12].

Цель настоящей работы заключалась в оценке физиолого-биохимических параметров листьев винограда разных сорто-подвойных комбинаций в условиях летнего периода в течение трех лет.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись два столовых сорта винограда: Кишмиш венгерский и Кишмиш лучистый. Первый сорт имеет евро-американское происхождение. Кишмиш лучистый представляет собой результат гибридизации сортов *V. vinifera*. В качестве подвоев использовали подвои Феркаль (*V. vinifera* x *V. berlandieri*) и Паульсен (*V. berlandieri* x *V. rupestris*). Контролем исследуемых сортов были корнесобственные растения.

Отбор образцов проводили в течение летнего периода 2013-2015 гг. на виноградниках ООО «Кубань-Вино», ст. Старотитаровская (Темрюкский район, Краснодарский край). Данные по динамике температуры и количества осадков были получены со стационарной метеостанции, установленной на виноградниках ЗАО АФ «Фанагория-Юг», ст. Старотитаровская.

В лабораторных условиях у отобранных образцов винограда было определено общее содержание воды в листьях весовым методом [13], концентрация хлорофилла [14] и уровень выхода электролитов [15]. Полученные данные приведены в виде средних и их ошибок.

Обсуждение результатов. Гидротермические условия периода вегетации с апреля по октябрь 2013-2015 гг. характеризуются как жаркие и засушливые в сравнении со среднемноголетними показателями. Для данной зоны наиболее жаркими были май и август 2013-2015 гг. (рис. 1). По сумме атмосферных осадков наиболее засушливыми были апрель-май и август-сентябрь 2013-2015 гг.

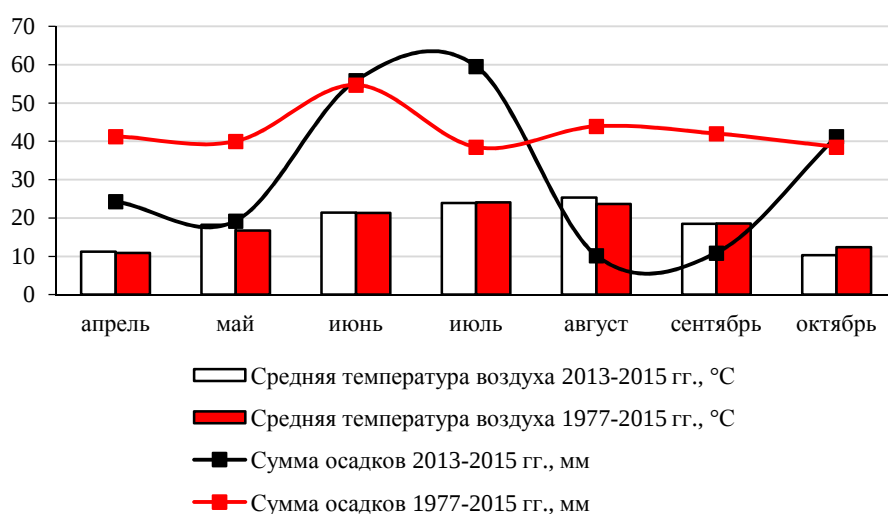


Рис. 1. Гидротермические условия ст. Старотитаровская 2013-2015 гг. в сравнении со средними показателями 1977-2015 гг.

По общему содержанию воды в листьях винограда было выявлено, что два исследованных сорта Кишмиш лучистый и Кишмиш венгерский имели максимальные показатели на подвое Паульсен, которые составляли 76,2 % и 77,4 %, соответственно (рис. 2). Содержание общей воды контрольных образцов не превышало 75 %.

Для растений винограда, привитых на подвое Паульсен, также были характерны наибольшие значения содержания хлорофилла в листьях. У сорта Кишмиш лучистый данный параметр был равен 9,0 мг/г сухого вещества, у сорта Кишмиш венгерский – 9,1 мг/г сухого вещества (рис. 3).

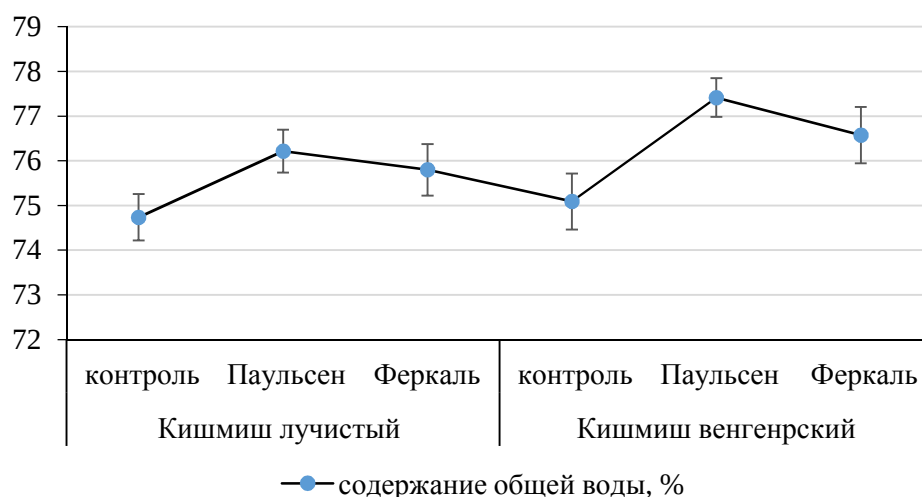


Рис. 2. Общее содержание воды в листьях сорто-подвойных комбинаций винограда в летний период 2013-2015 гг.

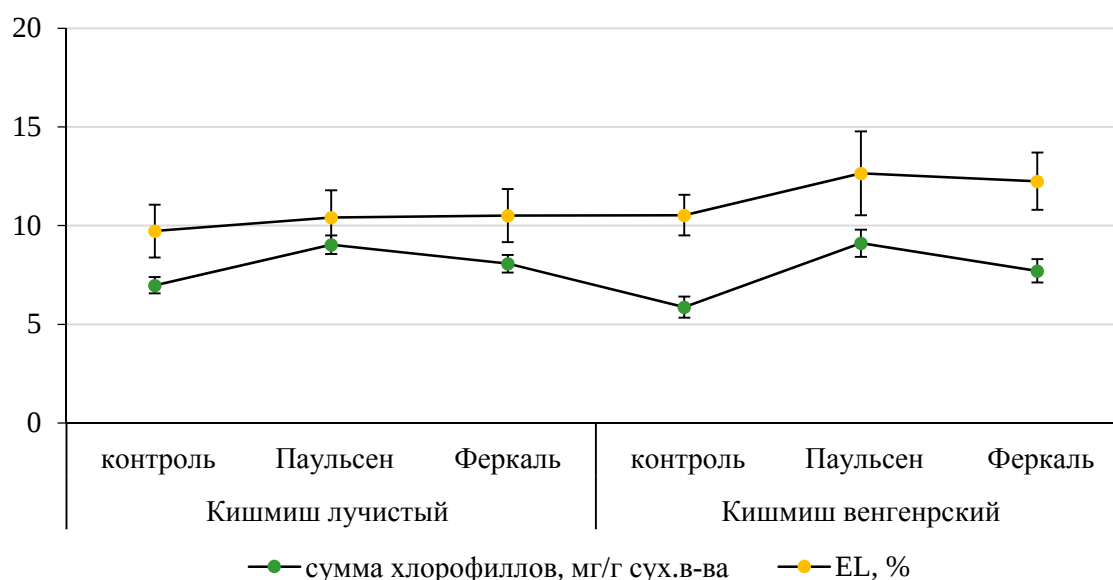


Рис. 3. Физиолого-биохимические параметры разных сорто-подвойных комбинаций винограда в летний период 2013-2015 гг.

От контрольных значений корнесобственных растений винограда данные показатели отличались на 29,4 и 55,2 %, соответственно. По уровню выхода электролитов все комбинации сорта Кишмиш лучистый имели относительно однородные показатели, которые варьировали от 9,7 до 10,5 %. У сорта Кишмиш венгерский подвойные комбинации имели несколько завышенные средние значения по сравнению с контролем, но учитывая достаточно высокий разброс данных по этому признаку, различия

нивелируются. Таким образом, уровень выхода электролитов у сорта Кишмиш венгерский составил 10,5-12,7 %.

Полученные данные за трехлетний период исследования позволяют заключить, что сорто-подвойные комбинации являются эффективным инструментом для повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Были установлены значительные превышения контрольных показателей у сортов винограда, привитых на подвое Паульсен, по содержанию хлорофилла в листьях. Засухоустойчивость данного подвоя подтверждена во многих работах [16-19]. Кроме того, отсутствие различий по уровню выхода электролитов свидетельствует об одинаковых условиях роста и развития сорто-подвойных комбинаций двух исследованных сортов. Данный параметр является маркером активно развивающихся процессов повреждения отдельных клеток [20]. Значительный рост уровня выхода электролитов свидетельствует о невозможности защитных механизмов растения препятствовать стрессовому воздействию.

Выводы. Таким образом, подвой Паульсен способствовал увеличению таких важных для роста и развития физиолого-биохимических показателей привоя, как общее содержание воды в листьях и содержание хлорофилла. Несмотря на то, что условия исследованного периода отличались наличием высокотемпературных стрессов и недостаточным количеством увлажнения по сравнению с многолетними средними показателями, привитые формы сортов Кишмиш лучистый и Кишмиш венгерский характеризовались более высокими значениями анализируемых параметров, чем корнесобственные контрольные растения. Подвой Паульсен оказывал выраженное положительное действие на физиологическое состояние привоя, что может быть использовано для повышения засухоустойчивости растений винограда в южных регионах страны.

Литература

1. Warschefsky E.J., Klein L.L., Frank M.H., Chitwood D.H., Londo J.P., von Wettberg E.J.B., Miller A.J. Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes // Trends in Plant Science. 2016. Vol. 21(5). P. 418-437. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.11.008>
2. Yang L., Xia L., Zeng Y., Han Q., Zhang S. Grafting enhances plants drought resistance: Current understanding, mechanisms, and future perspectives // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 13. 1015317. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1015317>
3. Granett J., Walker M.A., Kocsis L., Omer A.D. Biology and management of grape phylloxera // Annu Rev Entomol. 2001. Vol. 46. P. 387-412. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.387>
4. Mudge K., Janick J., Scofield S., Goldschmidt E.E. A history of grafting // Horticult. Rev. 2009. Vol. 35. P. 437-493.
5. Li Z., Elisa M., Landry R., Nathalie O. Gregory A.G. The influence of grapevine rootstocks on scion growth and drought resistance. Theoretical and experimental // Plant Physiol. 2016. Vol. 28(2). P. 143-157. <https://doi.org/10.1007/s40626-016-0070-x>
6. Fort K., Fraga J., Grossi D., Walke M.A. Early measures of drought tolerance in four grape rootstocks // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 2017. Vol. 142(1). P. 36-46. <https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16>
7. Sucu S., Yağcı A., Yıldırım K. Changes in morphological, physiological traits and enzyme activity of grafted and ungrafted grapevine rootstocks under drought stress // Erwerbs-Obstbau. 2017. Vol. 60. P. 127-136. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0345-7>
8. Prinsi B., Simeoni F., Galbiati M., Meggio F., Tonelli C., Scienza A., Espen L. Grapevine rootstocks differently affect physiological and molecular responses of the scion under water deficit condition // Agronomy. 2021. Vol. 11. 289. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020289>
9. Yıldırım K., Yağcı A., Sucu S., Tunç S. Responses of grapevine rootstocks to drought through altered root system architecture and root transcriptomic regulations // Plant Physiol. Biochem. 2018. Vol. 127. P. 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.03.034>
10. Sepulveda G., Kliewer W.M., Ryugo K/ Effect of high temperature on grapevines (*Vitis vinifera* L.) I. Translocation of ¹⁴C-Photosynthates // American journal of enology and viticulture. 1986. Vol. 37(1). P. 13-19. <https://doi.org/10.5344/ajev.1986.37.1.13>
11. Stoll M., Loveys B., Dry P. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine // J Exp Bot. 2000. Vol. 51. P. 1627-1634. <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.350.1627>
12. Patil S.G., Karkamkar S.P., Deshmukh M.R. Evaluation of grape varieties for their drought tolerance // J. Maharashtra Agr. Univ. 2003. Vol. 28(3). P. 250-251.
13. Кушниренко М.Д. Водный обмен и степень засухоустойчивости некоторых пород // Физиология растений. 1964. Т. 2(3). С. 487-495.
14. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Extraction of photosynthetic tissues: chlorophylls and carotenoids // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. F4.2.1-F4.2.6. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0403s01>
15. Dionisio-Sese M.L., Tobita S. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress // Plant Science. 1998. Vol. 135. P. 1-9.
16. Koundouras S., Tsiatas I.T., Zioziou E., Nikolaou N. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet–Sauvignon) under contrasting water status: leaf physiological and structural responses // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2008. Vol. 128. P. 86-96. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.05.006>

17. Keller M., Mills L.J., Harbertson J.F. Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor, yield formation, and fruit ripening // *Am J Enol Vitic.* 2012. Vol. 63. P. 29-39. <https://doi.org/10.5344/ajev.2011.11078>
18. Serra I., Strever A., Myburgh P.A., Deloire A. The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine // *Aust. J. Grape Wine Res.* 2014. Vol. 20. P. 1-14. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12054>
19. Jiao S., Zeng F., Huang Y., Zhang L., Mao J., Chen B. Physiological, biochemical and molecular responses associated with drought tolerance in grafted grapevine // *BMC Plant Biology.* 2023. Vol. 23. P. 110. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04109-x>
20. Hasanuzzaman M., Bhuyan B., Zulfiqar F., Raza A., Mohsin S.M., Mahmud J.A., Fujita M., Fotopoulos V. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: revisiting the crucial role of a universal defense regulator// *Antioxidants.* 2020. Vol. 9. P. 681. <https://doi.org/10.3390/antiox9080681>

References

1. Warschefsky E.J., Klein L.L., Frank M.H., Chitwood D.H., Londo J.P., von Wettberg E.J.B., Miller A.J. Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes // *Trends in Plant Science.* 2016. Vol. 21(5). P. 418-437. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.11.008>
2. Yang L., Xia L., Zeng Y., Han Q., Zhang S. Grafting enhances plants drought resistance: Current understanding, mechanisms, and future perspectives // *Front. Plant Sci.* 2022. Vol. 13. 1015317. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1015317>
3. Granett J., Walker M.A., Kocsis L., Omer A.D. Biology and management of grape phylloxera // *Annu Rev Entomol.* 2001. Vol. 46. P. 387-412. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.387>
4. Mudge K., Janick J., Scofield S., Goldschmidt E.E. A history of grafting // *Hortic Rev.* 2009. Vol. 35. P. 437-493.
5. Li Z., Elisa M., Landry R., Nathalie O. Gregory A.G. The influence of grapevine rootstocks on scion growth and drought resistance. Theoretical and experimental // *Plant Physiol.* 2016. Vol. 28(2). P. 143-157. <https://doi.org/10.1007/s40626-016-0070-x>
6. Fort K., Fraga J., Grossi D., Walke M.A. Early measures of drought tolerance in four grape rootstocks // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 2017. Vol. 142(1). P. 36-46. <https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16>
7. Sucu S., Yağcı A., Yıldırım K. Changes in morphological, physiological traits and enzyme activity of grafted and ungrafted grapevine rootstocks under drought stress // *Erwerbs-Obstbau.* 2017. Vol. 60. P. 127-136. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0345-7>
8. Prinsi B., Simeoni F., Galbiati M., Meggio F., Tonelli C., Scienza A., Espen L. Grapevine rootstocks differently affect physiological and molecular responses of the scion under water deficit condition // *Agronomy.* 2021. Vol. 11. 289. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020289>
9. Yıldırım K., Yağcı A., Sucu S., Tunç S. Responses of grapevine rootstocks to drought through altered root system architecture and root transcriptomic regulations // *Plant Physiol. Biochem.* 2018. Vol. 127. P. 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.03.034>
10. Sepulveda G., Kliewer W.M., Ryugo K/ Effect of high temperature on grapevines (*Vitis vinifera* L.) I. Translocation of ¹⁴C-Photosynthates // *American journal of enology and viticulture.* 1986. Vol. 37(1). P. 13-19. <https://doi.org/10.5344/ajev.1986.37.1.13>
11. Stoll M., Loveys B., Dry P. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine // *J Exp Bot.* 2000. Vol. 51. P. 1627-1634. <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.350.1627>

12. Patil S.G., Karkamkar S.P., Deshmukh M.R. Evaluation of grape varieties for their drought tolerance // J. Maharashtra Agr. Univ. 2003. Vol. 28(3). P. 250-251.
13. Kushnirenko M.D. Water metabolism and degree of drought tolerance of some fruit trees // Plant Physiol. 1964. Vol. 2(3). P. 487-495 (in Russian).
14. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Extraction of photosynthetic tissues: chlorophylls and carotenoids // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. F4.2.1-F4.2.6. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0403s01>
15. Dionisio-Sese M.L., Tobita S. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress // Plant Science. 1998. Vol. 135. P. 1-9.
16. Koundouras S., Tsialtas I.T., Zioziou E., Nikolaou N. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet–Sauvignon) under contrasting water status: leaf physiological and structural responses // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2008. Vol. 128. P. 86-96. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.05.006>
17. Keller M., Mills L.J., Harbertson J.F. Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor, yield formation, and fruit ripening // Am J Enol Vitic. 2012. Vol. 63. P. 29-39. <https://doi.org/10.5344/ajev.2011.11078>
18. Serra I., Strever A., Myburgh P.A., Deloire A. The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine // Aust. J. Grape Wine Res. 2014. Vol. 20. P. 1-14. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12054>
19. Jiao S., Zeng F., Huang Y., Zhang L., Mao J., Chen B. Physiological, biochemical and molecular responses associated with drought tolerance in grafted grapevine // BMC Plant Biology. 2023. Vol. 23. P. 110. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04109-x>
20. Hasanuzzaman M., Bhuyan B., Zulfiqar F., Raza A., Mohsin S.M., Mahmud J.A., Fujita M., Fotopoulos V. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: revisiting the crucial role of a universal defense regulator// Antioxidants. 2020. Vol. 9. P. 681. <https://doi.org/10.3390/antiox9080681>