

Г.К. Киселева, кандидат биологических наук

И.А. Ильина, доктор технических наук

Н.М. Запорожец, кандидат сельскохозяйственных наук

В.В. Соколова, кандидат сельскохозяйственных наук

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия
РФ, 350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39

E-mail: kubansad@kubannet.ru

УДК 634.8:681

DOI: 10.30850/vrsn/2022/3/35-38, EDN: beikzc

АДАПТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВИНОГРАДА К СТРЕССОВЫМ УСЛОВИЯМ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА*

В Анапо-Таманской зоне Краснодарского края вопросы устойчивости растений регионального сортимента винограда к высоким температурам и засухе в летний период приобрели особую актуальность в связи с повышением значений температурного режима и уменьшением количества выпадающих осадков во время роста и созревания ягод. Дана физиолого-биохимическая оценка реакции сортов винограда различного эколого-географического происхождения: Кристалл, Достойный, Красностоп АЗОС, Восторг, Алиготе, Зариф на воздействие стрессоров летнего периода. Сорта винограда Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг и Зариф выделены как обладающие более широкими адаптивными возможностями по сравнению с сортами Достойный и Алиготе. Адаптационная устойчивость растений достигается за счет меньшего снижения оводненности листовых тканей к концу летнего периода (на 5,19-6,64%), установления более высокого соотношения хлорофиллы/каротиноиды (3,7-3,9) в пигментном составе листа. Доказано, что у сортов Кристалл и Восторг важная роль в обеспечении устойчивости к погодно-климатическим стресс-факторам принадлежит пролину, содержание которого за летние месяцы увеличилось в 9,84 и 8,21 раз соответственно. Таким образом, оводненность листа, соотношение Хл/Кар, содержание пролина можно рассматривать в качестве надежных критериев устойчивости растений сортов винограда различного эколого-географического происхождения к повышенным температурам и недостаточному количеству осадков в летний период.

Ключевые слова: виноград, сорт, засухоустойчивость, повышенные температуры, оводненность, хлорофилл, пролин.

G.K. Kiseleva, PhD in Biological Sciences

I.A. Il'ina, Grand PhD in Engineering Sciences

N.M. Zaporozhets, PhD in Agricultural Sciences

V.V. Sokolova, PhD in Agricultural Sciences

North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking
RF, 350901, Krasnodarskij kraj, g. Krasnodar, ul. im. 40-letiya Pobedy, 39

E-mail: kubansad@kubannet.ru

ADAPTABILITY RESISTANCE OF GRAPES TO STRESS CONDITIONS OF SUMMER PERIOD

In the Anapo-Taman zone of the Krasnodar Territory, the issues of resistance of the regional grape assortment to high temperatures and drought in the summer have become particularly relevant due to the fact that there is an increase in the temperature regime and a decrease in the amount of precipitation during the growth and ripening of grapes, thereby reducing its actual yield. As a result of the research, a physiological and biochemical assessment of the response of grape varieties of various ecological and geographical origins was given: Kristall, Dostoiny, Krasnostop AZOS, Vostorg, Aligote, Zarif to the impact of summer stressors. As a result, the grape varieties Krystal, Krasnostop AZOS, Vostorg and Zarif were identified as resistant to summer stresses, having wider adaptive capabilities in comparison with the grape varieties Dostoiny and Aligote. The adaptive resistance of the selected grape varieties is achieved due to a smaller decrease in the water content of leaf tissues by the end of the summer period (by 5.19-6.64%), the establishment of a higher ratio of chlorophylls / carotenoids (3.7-3.9) in the pigment composition of the leaf in comparison with the grape varieties Dostoiny and Aligote. It has been proven that proline, whose content increased by 9.84 and 8.21 times over the summer months, plays an important role in ensuring resistance to weather and climatic stress factors in the Crystal and Vostorg grape varieties. Thus, such indicators as leaf water content, Chl/Car ratio, proline content can be considered as reliable criteria for the resistance of grape varieties of various ecological and geographical origin to elevated temperatures and insufficient precipitation in summer.

Keywords: grapes, variety, drought resistance, elevated temperatures, water content, chlorophyll, proline.

Проблемы устойчивости растений регионально-сортимента винограда к жаре и засухе приобрели особую актуальность в связи с изменением климата в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края, где атмосферные процессы отличаются повышенной нестабильностью. За последние десятилетия среднегодовая температура воздуха в этом регионе повысилась на 1,9°C, максимальная — 3,2°C, мини-

мальная — снизилась на 2,2°C, сумма атмосферных осадков в летние месяцы уменьшилась на 30 мм. [1]

Высокие температуры и недостаточная водообеспеченность в период активного роста и созревания ягод — стресс для винограда и снижают его урожайность.

В связи с этим большой интерес для производства виноградной продукции и селекции представляют

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/19/ The research was carried out with financial support of Kuban Science Foundation as part of science project № MFI-20.1/19.

сорта с повышенной устойчивостью к жаре и засухе. Стрессоры летнего периода вызывают перемены в метаболизме растений, фотосинтезе, водном обмене, что отражается на физиолого-биохимических показателях. Изменения параметров водного режима, пигментного состава листьев служат надежными критериями засухоустойчивости различных садовых культур и винограда. [4, 9]

Выявлено, что на начальных этапах увеличения водного дефицита уменьшается транспирация листовых тканей из-за закрытия устьиц. Дальнейшее нарастание водного стресса может снизить интенсивность фотосинтеза, задержать созревание ягод и привести к внезапной гибели куста винограда. [8, 12]

Для засухоустойчивых растений характерна высокая водоудерживающая способность листьев, меньшее изменение тургора в период засухи, более высокий водный потенциал. Благодаря накоплению осмолитов (сахароза, пролин) у растений в засушливых условиях нормализуется транспирация листовых тканей, сохраняется гомеостаз клеток и активность фотосинтетических процессов. [11]

Цель работы – физиолого-биохимическая оценка устойчивости сортов винограда различного эколого-географического происхождения к стрессорам летнего периода, выявление устойчивых сортов для возделывания в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края и использования в селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2019–2021 годах на базе Анапской ампелографической коллекции, лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ, Центра коллективного пользования технологичным оборудованием по направлениям: геномные и постгеномные технологии; физиолого-биохимические, микробиологические, почвенные, агрохимические и экотоксикологические исследования; пищевая безопасность.

Объект изучения – сорта винограда: межвидовые гибриды европейско-американского происхождения – *Достойный*, *Красноstop АЗОС*, *Восторг*, западно-европейского – *Алиготе*, восточно-европейского – *Зариф*. Контроль – высокозасухоустойчивый сорт *Кристалл* (межвидовой гибрид евро-амуро-американского происхождения). Растения одного года посадки, подвой – Кобер 5ББ. Формировка – двусторонний высокоштамбовый спиральный кордон АЗОС. Возделывание растений винограда – по черному пару, схема посадки – 3 × 2,5 м, повторность трехкратная, на пяти листьях каждого сорта.

Физиолого-биохимические показатели определяли в листьях с 8...12 узлов виноградной лозы. Общую оводненность находили весовым методом после высушивания навесок в термостате при 105°C до постоянной массы. Содержание суммы хлорофиллов (a+b) и каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом в 85 % ацетоновой вытяжке.

Содержание пролина устанавливали капиллярным электрофорезом на приборе Капель 104Р по электрофореграмме, полученной с помощью прямого детектирования поглощающих компонентов пробы. [3] Экспериментальные данные обрабатывали по общепринятым методам вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В летний период 2019 года среднемесячная дневная температура воздуха составила 21°C, максимальная – 39°C. Количество атмосферных осадков за период активной вегетации – 146 мм (на 10 мм меньше нормы). Летом 2020 года среднемесячная дневная температуры воздуха – 24,4°C, максимальная – 36°C. Количество атмосферных осадков за вегетацию – 65 мм (42 % нормы). В летний период 2021 года среднемесячная дневная температура воздуха – 21...26,1°C, максимальная – 35°C, атмосферные осадки – 553 мм (норма – 154 мм).

Оводненность листьев виноградной лозы – 70...85 % в зависимости от возраста, фенологической фазы и факторов окружающей среды. [7]

В июне отмечены самые высокие показатели оводненности листьев винограда – 76,64...79,07 %. В июле они несколько снизились и варьировали от 73,39 (*Кристалл*) до 76,25 % (*Зариф*). В августе произошло дальнейшее снижение оводненности листовых тканей, и в течение лета содержание влаги в листьях уменьшилось на 5,19...7,94 % в зависимости от сорта. У сортов *Достойный*, *Алиготе* оводненность тканей снизилась в большей степени – на 7,94 и 7,82 % соответственно, у остальных сортов – 5,19...6,64 % (рис. 1).

Уменьшение оводненности листовых тканей в летний период влияет на содержание и состав фотосинтетических пигментов. Количество хлорофилла в листьях винограда изменяется в онтогенезе, возрастает в фазы цветения и роста ягод и незначительно снижается в период созревания ягод. [2, 10]

Высокие температуры и водный стресс могут нарушать процессы фотосинтеза и изменять содержание фотосинтетических пигментов. У устойчивых сортов яблони и винограда содержание хлорофилла в листьях оставалось стабильным в период водного стресса по сравнению с неустойчивыми. [5, 9]

В наших исследованиях произошло увеличение содержания суммы хлорофиллов (a+b) в течение лета. В июне оно составляло 2,02...3,12 мг/г сырого веса (табл. 1).

В июле количество хлорофиллов (a+b) увеличилось у всех изучаемых сортов на 0,11...0,56 мг/г и составило 2,38...3,51 мг/г сырого веса в зависимости от сорта, в августе – на 0,06...0,70 мг/г.

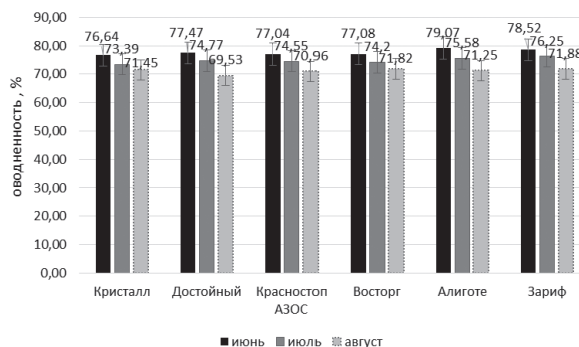


Рис. 1. Динамика оводненности листьев винограда (среднее значение) в летний период 2019–2021 годов, НСР_{0,05}: июнь – 1,36; июль – 2,01; август – 2,05.

Содержание пигментов в листьях винограда (среднее значение) в летний период 2019–2021 годов, мг/г сырого веса

Сорт	Сумма хлорофиллов (a+b)			Каротиноиды		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
<i>Кристалл</i>	3,12±0,26	3,51±0,76	4,00±0,21	0,90±0,11	0,91±0,06	1,02±0,08
<i>Достойный</i>	2,95±0,61	3,12±0,19	3,18±0,07	0,90±0,08	0,91±0,18	0,92±0,10
<i>Красностоп АЗОС</i>	2,06±0,07	2,62±0,42	3,03±0,05	0,72±0,23	0,73±0,47	0,81±0,14
<i>Восторг</i>	2,91±0,29	3,02±0,01	3,72±0,12	0,89±0,21	0,91±1,01	1,00±0,09
<i>Алиготе</i>	2,02±0,38	2,38±0,18	3,02±0,24	0,72±0,32	0,73±0,24	0,89±0,19
<i>Зариф</i>	2,45±0,48	2,72±0,19	3,11±0,12	0,71±0,12	0,72±0,09	0,81±0,12
НСР _{0,05}	0,34	0,22	0,41	0,24	0,51	0,27

Наиболее информативный показатель состояния листа в летний вегетационный период – отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам (Хл/Кар). Оно часто используется как индикатор старения, стресса или повреждения фотосинтетического аппарата. [6] К концу вегетационного периода при созревании ягод винограда содержание каротиноидов резко возрастает и отношение Хл/Кар может достигать 4,0. [7]

В июне количество каротиноидов составляло 0,71...0,90 мг/г сырого веса, июле – 0,72...0,91, августе – 0,81...1,02 мг/г. Отношение Хл/Кар тоже возрастало к августу.

К концу лета у сортов *Достойный* и *Алиготе* отношение Хл/Кар составляло 3,5 и 3,3 соответственно, у остальных – 3,7...3,9 (рис. 2). Увеличение доли каротиноидов в пигментном комплексе у этих сортов связано с их фотозащитной функцией от избыточной освещенности.



Рис. 2. Соотношение хлорофиллы/каротиноиды в листьях винограда (среднее значение) в летний период 2019–2021 годов, НСР_{0,05}: июнь – 0,22; июль – 0,31; август – 0,24.

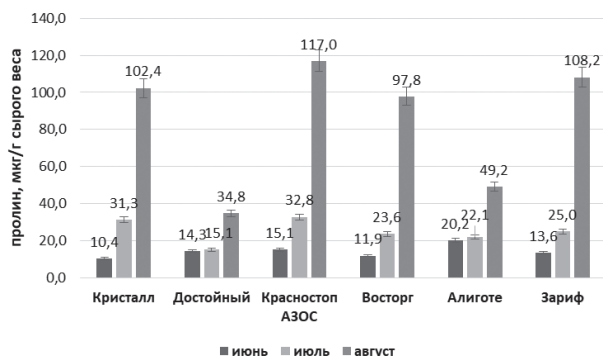


Рис. 3. Содержание пролина в листьях винограда (среднее значение) в летний период 2019–2021 годов, НСР_{0,05}: июнь – 2,51; июль – 1,64; август – 3,06.

Особое значение в осморегуляции имеет стрессовый метаболит пролин, содержание которого возрастает при засухе. [14] В июне сорта различались по конститутивному содержанию пролина (10,4...20,2 мкг/г сырого веса) (рис. 3).

В июле почти у всех сортов (исключение – *Достойный* и *Алиготе*) отмечено его накопление по сравнению с июнем в 1,83...3,01 раза, что свидетельствует об участии в механизме устойчивости к недостаточной водообеспеченности. У сортов *Достойный*, *Алиготе* количество пролина увеличилось незначительно. В августе происходило его дальнейшее накопление в 2,22...4,32 раза в зависимости от сорта. Больше всего стресс-протекторный эффект пролина проявился у сортов *Кристалл* и *Восторг*, за лето его содержание увеличилось в 9,84 и 8,21 раза соответственно.

Таким образом, сорта винограда *Кристалл*, *Красностоп АЗОС*, *Восторг*, *Зариф* обладают более широкими адаптивными возможностями сопротивления летним стрессам в нестабильных условиях Анапато-Таманской зоны Краснодарского края по сравнению с сортами *Достойный*, *Алиготе*. Оводненность листа, соотношение Хл/Кар, содержание пролина можно рассматривать в качестве надежных критериев устойчивости сортов винограда к повышенным температурам и недостатку осадков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алейникова, Г.Ю. Фенология винограда в условиях локального изменения климата / Г.Ю. Алейникова // Магарац. Виноградарство и виноделие. – 2018. – Т. 20. – № 3. – С. 4-6. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35619490>
2. Ильина, И.А. Биохимические и физиологические параметры различных по биологии сортов винограда при изменении экологии ампелоценозов / И.А. Ильина, В.С. Петров, Ю.Ф. Якубай и др. // Виноделие и виноградарство. – 2008. – №3. – С. 30-32.
3. Ненько, Н.И. Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда / Н.И. Ненько, И.А. Ильина, Т.Н. Воробьева и др. // Краснодар, СКЗНИИСИВ, 2015. – 115 с.
4. Рындин, А.В. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России / А.В. Рындин, О.Г. Белоус, В.И. Маляровская и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – №3. – С. 40-48.
5. Bhusal, N. Impact of drought stress on photosynthetic response, leaf water potential, and stem sap flow in two cultivars of bi-leader apple trees (*Malus domestica* Borkh.) / N. Bhusal, S.G. Han, T.M. Yoon // Scientia Horticulturae. –

2019. – № 246. – P. 535-543. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.021>
6. Fassnacht, F.E. Non-destructive estimation of foliar carotenoid content of tree species using merged vegetation indices / F.E. Fassnacht, S. Stenzel, A.A. Gitelson // *J. Plant Physiol.* – 2015. – № 176. – C.210-217.
 7. Filimon, R.V. Quantitative investigation of leaf photosynthetic pigments during annual biological cycle of *Vitis vinifera* L. table grape cultivars / R.V. Filimon, L. Rotaru, R.M. Filimon // *South African Journal of Enology and Viticulture.* – 2016. – Т. 37. – №. 1. – С. 1-14. doi: <http://dx.doi.org/10.21548/37-1-753>
 8. Flexas, J. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations / J. Flexas, J. Bota, J. M. Escalona et al. // *Functional Plant Biology.* – 2002. – № 29(4). – С.461-471 <https://doi.org/10.1071/PP01119>
 9. Serra, I. The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine / I. Serra, A. Strever, P. A. Myburgh, A. Deloire // *Australian Journal of Grape and Wine Research.* – 2014. – Т. 20. – №. 1. – С. 1-14. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12054>
 10. Thomidis, T. Effect of prohexadione-Ca on leaf chlorophyll content, gas exchange, berry size and composition, wine quality and disease susceptibility in *Vitis vinifera* L. cv Xinomavro / T. Thomidis, E. Zioziou, S. Koundouras et al. // *Scientia Horticulturae.* – 2018. – Т. 238. – С.369-374. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818303352>
 11. Zhu, D. Functional analysis of a grape WRKY30 gene in drought resistance / D. Zhu, Y. Che, P. Xiao et al. // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC).* – 2018. – Т. 132. – №. 3. – С. 449-459. <https://doi.org/10.1007/s11240-017-1341-1>
 12. Zufferey, V. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland / V. Zufferey, J.L. Spring, T. Verdenal et al. // *Oeno One.* – 2017. – Vol. 51. – № 1. – P. 17-27 <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.1.1314>
- Nen'ko, I.A. Il'ina, T.N. Vorob'eva i dr. // *Krasnodar, SKZNIISiV,* 2015. – 115 s.
4. Ryndin, A.V. Ispol'zovanie fiziologo-biohimicheskikh metodov dlya vyavleniya mekhanizmov adaptatsii subtropicheskikh, yuzhnykh plodovykh i dekorativnykh kul'tur v usloviyakh subtropikov Rossii / A.V. Ryndin, O.G. Belous, V.I. Malyarovskaya i dr. // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya.* – 2014. – №3. – С. 40-48.
 5. Bhusal, N. Impact of drought stress on photosynthetic response, leaf water potential, and stem sap flow in two cultivars of bi-leader apple trees (*Malus domestica* Borkh.) / N. Bhusal, S.G. Han, T.M. Yoon // *Scientia Horticulturae.* – 2019. – № 246. – P. 535-543. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.021>
 6. Fassnacht, F.E. Non-destructive estimation of foliar carotenoid content of tree species using merged vegetation indices / F.E. Fassnacht, S. Stenzel, A.A. Gitelson // *J. Plant Physiol.* – 2015. – № 176. – С.210-217.
 7. Filimon, R.V. Quantitative investigation of leaf photosynthetic pigments during annual biological cycle of *Vitis vinifera* L. table grape cultivars / R.V. Filimon, L. Rotaru, R.M. Filimon // *South African Journal of Enology and Viticulture.* – 2016. – Т. 37. – №. 1. – С. 1-14. doi: <http://dx.doi.org/10.21548/37-1-753>
 8. Flexas, J. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations / J. Flexas, J. Bota, J.M. Escalona et al. // *Functional Plant Biology.* – 2002. – № 29(4). – С.461-471 <https://doi.org/10.1071/PP01119>
 9. Serra, I. The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine / I. Serra, A. Strever, P. A. Myburgh, A. Deloire // *Australian Journal of Grape and Wine Research.* – 2014. – Т. 20. – №. 1. – С. 1-14. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12054>
 10. Thomidis, T. Effect of prohexadione-Ca on leaf chlorophyll content, gas exchange, berry size and composition, wine quality and disease susceptibility in *Vitis vinifera* L. cv Xinomavro / T. Thomidis, E. Zioziou, S. Koundouras et al. // *Scientia Horticulturae.* – 2018. – Т. 238. – С. 369-374 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818303352>
 11. Zhu, D. Functional analysis of a grape WRKY30 gene in drought resistance / D. Zhu, Y. Che, P. Xiao et al. // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC).* – 2018. – Т. 132. – №. 3. – С. 449-459. <https://doi.org/10.1007/s11240-017-1341-1>
 12. Zufferey, V. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland / V. Zufferey, J.L. Spring, T. Verdenal et al. // *Oeno One.* – 2017. – Vol. 51. – № 1. – P. 17-27 <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.1.1314>

LIST OF SOURCES

1. Alejnikova, G.Yu. Fenologiya vinograda v usloviyakh lokal'nogo izmeneniya klimata / G.Yu. Alejnikova // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie.* – 2018. – Т. 20. – №. 3. – С. 4-6. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35619490>
2. Il'ina, I.A. Biohimicheskie i fiziologicheskie parametry razlichnykh po biologii sortov vinograda pri izmenenii ekologii ampelocenzov / I.A. Il'ina, V.S. Petrov, Yu.F. Yakubai i dr. // *Vinodelie i vinogradarstvo.* – 2008. – №3. – С. 30-32.
3. Nen'ko, N.I. Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovaniya plodovykh kul'tur i vinograda / N.I.
4. Ryndin, A.V. Ispol'zovanie fiziologo-biohimicheskikh metodov dlya vyavleniya mekhanizmov adaptatsii subtropicheskikh, yuzhnykh plodovykh i dekorativnykh kul'tur v usloviyakh subtropikov Rossii / A.V. Ryndin, O.G. Belous, V.I. Malyarovskaya i dr. // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya.* – 2014. – №3. – С. 40-48.
5. Bhusal, N. Impact of drought stress on photosynthetic response, leaf water potential, and stem sap flow in two cultivars of bi-leader apple trees (*Malus domestica* Borkh.) / N. Bhusal, S.G. Han, T.M. Yoon // *Scientia Horticulturae.* – 2019. – № 246. – P. 535-543. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.021>
6. Fassnacht, F.E. Non-destructive estimation of foliar carotenoid content of tree species using merged vegetation indices / F.E. Fassnacht, S. Stenzel, A.A. Gitelson // *J. Plant Physiol.* – 2015. – № 176. – С.210-217.
7. Filimon, R.V. Quantitative investigation of leaf photosynthetic pigments during annual biological cycle of *Vitis vinifera* L. table grape cultivars / R.V. Filimon, L. Rotaru, R.M. Filimon // *South African Journal of Enology and Viticulture.* – 2016. – Т. 37. – №. 1. – С. 1-14. doi: <http://dx.doi.org/10.21548/37-1-753>
8. Flexas, J. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations / J. Flexas, J. Bota, J.M. Escalona et al. // *Functional Plant Biology.* – 2002. – № 29(4). – С.461-471 <https://doi.org/10.1071/PP01119>
9. Serra, I. The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine / I. Serra, A. Strever, P. A. Myburgh, A. Deloire // *Australian Journal of Grape and Wine Research.* – 2014. – Т. 20. – №. 1. – С. 1-14. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12054>
10. Thomidis, T. Effect of prohexadione-Ca on leaf chlorophyll content, gas exchange, berry size and composition, wine quality and disease susceptibility in *Vitis vinifera* L. cv Xinomavro / T. Thomidis, E. Zioziou, S. Koundouras et al. // *Scientia Horticulturae.* – 2018. – Т. 238. – С. 369-374 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818303352>
11. Zhu, D. Functional analysis of a grape WRKY30 gene in drought resistance / D. Zhu, Y. Che, P. Xiao et al. // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC).* – 2018. – Т. 132. – №. 3. – С. 449-459. <https://doi.org/10.1007/s11240-017-1341-1>
12. Zufferey, V. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland / V. Zufferey, J.L. Spring, T. Verdenal et al. // *Oeno One.* – 2017. – Vol. 51. – № 1. – P. 17-27 <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.1.1314>