

УДК 581.1:634.8

DOI 10.30679/2587-9847-2022-35-38-41

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИСТА НОВЫХ ГИБРИДНЫХ ФОРМ
СТОЛОВОГО ВИНОГРАДА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
ИСКУССТВЕННОЙ ЗАСУХИ**

**Мишко А.Е., канд. биол. наук, Цику Д.М., Мarmorштейн А.А.,
Петров В.С., д-р с.-х. наук**

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

Реферат. Были исследованы физиологические параметры листьев шести новых гибридных форм столового винограда в летний период, произрастающих на территории Краснодарского края. Для усиления негативного влияния засухи исследуемые признаки изучали в лабораторных условиях путем их искусственного высушивания, сравнивая с контрольными образцами, не подверженных стрессу. Работу фотосинтетического аппарата листьев изучали по одному из параметров флуоресценции хлорофилла – эффективному квантовому выходу фотосистемы II. Водоудерживающую способность определяли по относительному содержанию воды, а уровень развития вторичного окислительного стресса в клетках листьев винограда – по уровню малонового диальдегида. Полученные результаты показали, что наименее адаптированными к кратковременной засухе были две привитые формы Пестрый и Тимоти, тогда как привитая форма Агат Дубовский и корнесобственные гибриды Акелло и Артек по изученным параметрам характеризовались большим уровнем приспособленности к стрессу.

Ключевые слова: виноград, абиотические летние стрессоры, адаптация.

Summary. The physiological parameters of the leaves of six new hybrid forms of table grapes in the summer growing on the territory of the Krasnodar region were studied. To enhance the negative impact of drought, the researched parameters were studied in the laboratory under artificial drought, and results were compared with data of the control samples without treatment. The photosynthetic activity of leaves was studied by one of the parameters of chlorophyll fluorescence – the effective quantum yield of photosystem II. The water-holding capacity was determined by the relative water content, and the level of development of secondary oxidative stress in the cells of grape leaves was determined by the level of malondialdehyde. The obtained results showed that the two grafted form of Pestryi and Timati hybrids were the least adapted to a short-term drought, while the grafted form of Agat Dubovskiy and the self-rooted forms of Akello and Artek hybrids were characterized by a high level of adaptability to stress according to the studied parameters.

Key words: grapevine, abiotic summer stress, adaptation.

Введение. На развитие винограда в летний период наибольшее негативное влияние оказывают высокие температуры воздуха и дефицит почвенной влаги [1, 2]. Изменение климатических условий в сторону повышения континентальности в агроэкологических зонах Краснодарского края отражено в увеличении за последние 40 лет среднегодовой температуры воздуха на 1,0 °С, максимальной – на 3,0 °С, а также в снижении обеспечения территории осадками в период роста и созревания ягод винограда [3].

Устойчивость винограда к высоким температурам воздуха и дефициту почвенной влаги в современных работах оценивают по ряду физиолого-биохимических параметров таких, как степень повреждения клеточных мембран и выход электролитов, скорость фотосинтеза, содержание хлорофилла, водоудерживающая способность [4, 5]. Фотосинтетический аппарат растений считается наиболее чувствительным к температурному стрессу, и вызванный им дисбаланс между поглощенной энергией и ее использованием может приводить к ингибированию фотосинтеза и образованию активных форм кислорода, которые, в свою очередь, приводят к окислению клеточных структур [6].

Целью настоящего исследования являлось проведение оценки физиологического состояния листа винограда разных гибридных форм в ответ на кратковременное действие искусственной засухи.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлись шесть новых гибридных форм столового винограда с применением разных способов посадки куста – привитые и корнесобственные. В качестве контроля был выбран устойчивый сорт Ливия [7]. Материал отбирали на территории КФХ «Фисюра» с. Красносельское Динского района Краснодарского края (45°15'47"N 39°11'33"E). В настоящей работе приведены данные, полученные в начале летнего периода (июнь) и в конце (август) 2021 г. Отбирали по 2-3 листа с каждого куста винограда в пятикратной повторности для каждой гибридной формы и контрольного сорта. Искусственную засуху проводили путем высушивания собранных листьев в закрытых емкостях при температуре 24-26 °С в течение двух часов.

Флуоресценцию хлорофилла рассчитывали по уровню эффективного квантового выхода фотосистемы II $Y(II)$ с помощью РАМ-флуориметра [8]. Относительное содержание воды (RWC) в листьях было определено по общепринятой методике [9]. Содержание малонового диальдегида (МДА) после искусственного стресса оценивали по реакции с тиобарбитуровой кислотой колориметрическим методом [10]. Данные представлены в виде средних значений и их ошибки. Исследования были проведены в 2-3х кратной повторности.

Обсуждение результатов. В начале летнего периода исследованные гибридные формы винограда характеризовались относительно однородными показателями эффективного квантового выхода флуоресценции хлорофилла (~0,77) до и после воздействия искусственной засухи и превышали на 10-13% значения контрольного сорта Ливия (рис. 1). В конце летнего периода, когда влияние дефицита почвенной влаги и повышенных температур воздуха было достаточно интенсивным на растения винограда в полевых условиях, уровень эффективного квантового выхода флуоресценции хлорофилла снизился после действия искусственной засухи на 4-5% только у двух гибридных форм Акелло и Тимоти, но в пределах значений контрольного сорта Ливия. У остальных исследованных гибридных форм разница была не значительной.

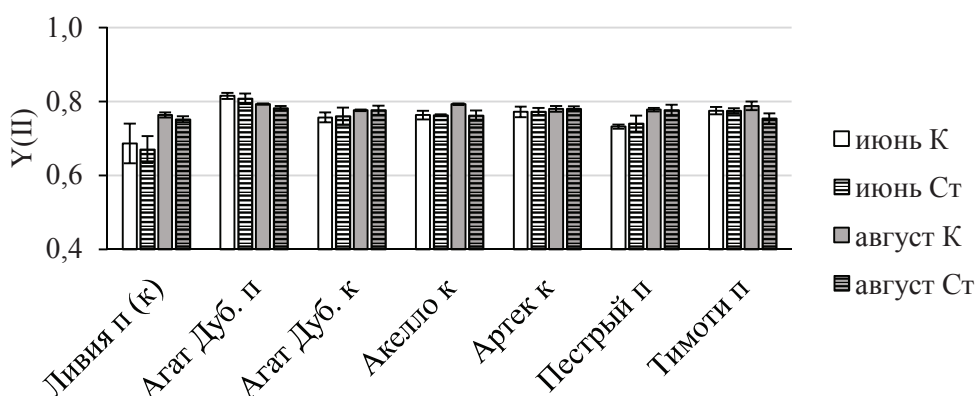


Рис. 1. Эффективный квантовый выход флуоресценции хлорофилла ($Y(II)$) в листьях винограда (п – привитые, к – корнесобственные) до (К) и после (Ст) воздействия искусственной засухи

Относительное содержание воды в июне месяце в контрольных условиях, не превышающее показатели контрольного сорта Ливия, было выявлено у привитой гибридной формы Агат Дубовский, а после воздействия искусственной засухи значительное снижение было отмечено у гибридов Пестрый и Тимоти – на 4,4 и 13,5% соответственно (рис. 2). У сорта Ливия данный параметр снизился на 6,7%. В августе при

более неблагоприятном температурном режиме в полевых условиях ниже значений контрольного сорта Ливия были показатели гибрида Артек. Действие искусственной засухи способствовало падению RWC на 5,7% у гибридной формы Пестрый.

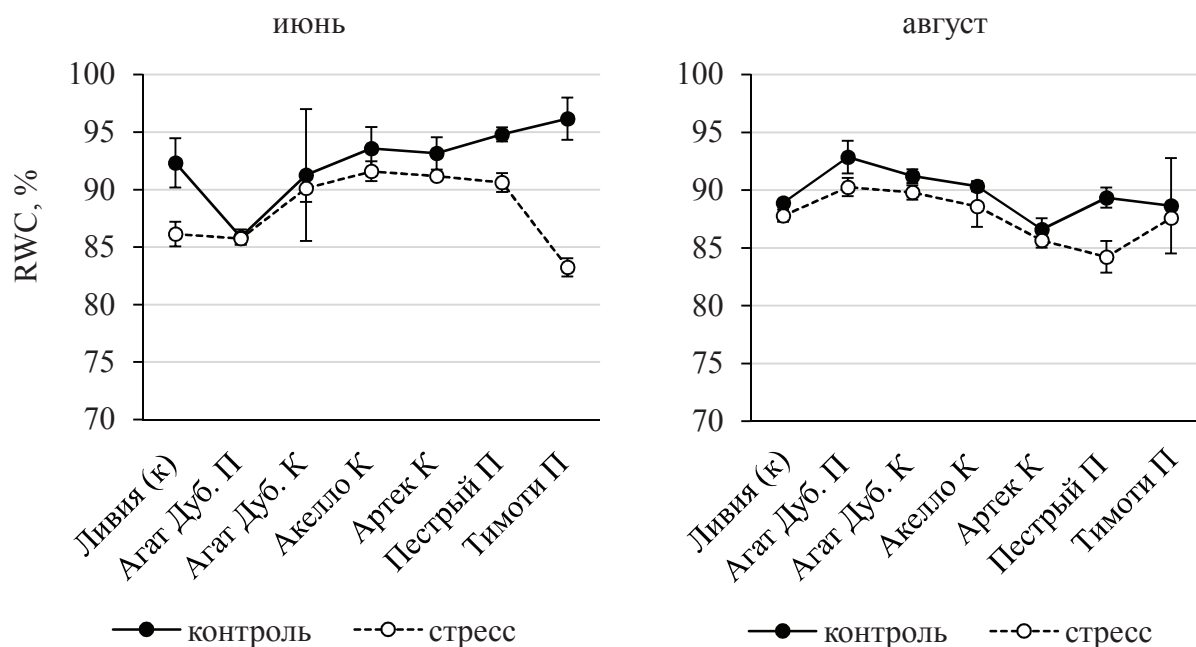


Рис. 2. Относительное содержание воды (RWC) в листьях винограда (п – привитые, к – корнесобственные) до (контроль) и после (стресс) воздействия искусственной засухи

В качестве маркерного физиолого-биохимического показателя уровня развития вторичного окислительного стресса в клетках листьев винограда под воздействием искусственной засухи использовали содержание малонового диальдегида, который является одним из конечных продуктов перекисного окисления липидов. Было установлено, что минимальные значения МДА характерны для контрольного сорта Ливия, а наибольшие показатели выявлены в июне у корнесобственных гибридных форм Агат Дубовский и Акелло, в августе – у привитых гибридов Пестрый и Тимоти (рис. 3).

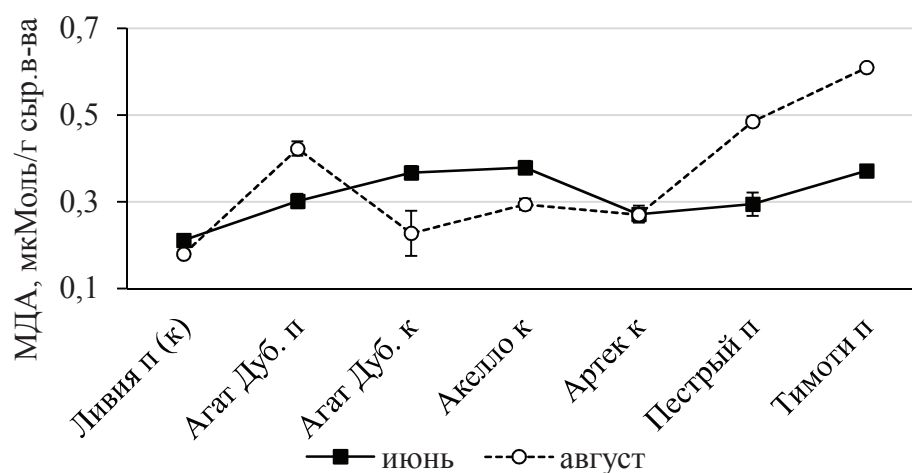


Рис. 3. Содержание малонового диальдегида (МДА) в листьях винограда (п – привитые, к – корнесобственные) после воздействия искусственной засухи

Выводы. По результатам исследования за летний период 2021 года было установлено, что показатель флуоресценции хлорофилла оказался наиболее стабильным для всех изученных гибридных форм винограда как до искусственной засухи, так и после. Таким образом, при таком краткосрочном неблагоприятном воздействии не происходит снижение эффективности реакции ассимиляции CO₂, которое возможно при длительном периоде дефицита влаги для растений [7, 11].

Относительное содержание воды в листьях после искусственного стресса резко снизилось в начале летнего периода у гибридной формы Тимоти, а в августе – у гибридной формы Пестрый. Слабая водоудерживающая способность при краткосрочном негативном воздействии засухи свидетельствует о неустойчивом защитном механизме работы устьиц, при закрытии которых должно происходить уменьшение транспирации [5].

Высокий уровень малонового диальдегида указывает на ослабление антиоксидантной системы защиты и усиление перекисного окисления липидов при стрессе [4, 5]. Наибольшие значения данного параметра были установлены для гибридных форм Тимоти и Пестрый в августе.

Следует заключить, что в исследованный период наименее адаптированные свойства к кратковременной засухе проявили две привитые формы Пестрый и Тимоти, тогда как привитая форма Агат Дубовский и корнесобственные гибриды Акелло и Артек по изученным параметрам характеризовались большим уровнем приспособленности к стрессу.

Литература

1. Bohner H.J., Nelson D.E., Jensen R.G. Adaptation to environmental stresses // *Plant Cell*. 1995. Vol. 7. P. 1099-1111.
2. Flexas J., Bota J., Escalona J. M. et al. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations // *Functional Plant Biology*. 2002. Vol. 29. P. 461-471.
3. Алейникова Г.Ю., Петров В.С., Соколова В.В. Тенденции локального изменения климата и их влияние на продуктивность и фенологию винограда // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2019. Т.23. С. 117-125.
4. Ju Y., Yue X., Zhao X., Zhao H., Fang Y. Physiological, micro-morphological and metabolomic analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaf of plants under water stress // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018. Vol. 130. P. 501-510.
5. Min Z., Li R., Chen L. Zhang Y., Li Z., Liu M., Ju Y., Fang Y.L. Alleviation of drought stress in grapevine by foliar-applied strigolactones // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019. Vol. 135. P. 99-110.
6. Wang L.-J., Loescher W., Duan W., Li W.D., Yanf S.H., Li S.H. Heat acclimation induced acquired heat tolerance and cross adaptation in different grape cultivars: relationships to photosynthetic energy partitioning // *Functional Plant Biology*. 2009. Vol. 36. P. 516-526.
7. Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А. Развитие столового виноградарства на южном берегу Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2013. Т. 1. С. 2-3.
8. Гольцев В. Н., Каладжи Х. М., Паунов М. и др. Использование переменной флуоресценции хлорофилла для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата растений // *Физиология растений*. 2016. Т. 63(6). С. 881-907.
9. Gaxiola R.A., Li J., Undurraga S., Dang L.M., Allen G.J., Alper S.L., Fink G.R. Drought- and salt-tolerant plants result from overexpression of the AVP1 H⁺-pump // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2001. V. 98(20). P. 11444-11449.
10. Кузнецов Вл.В., Кузнецов В.В., Романов Г.А. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений. М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. 487 с.
11. Wang Z.X., Chen L., Ai J. et al. Photosynthesis and activity of photosystem II in response to drought stress in Amur Grape (*Vitis amurensis* Rupr.) // *Photosynthetica*. 2012. Vol. 50 (2) P. 189-196.