

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ВИНОГРАДА

Мишко А.Е., канд. биол. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар, Россия)
mishko-alisa@mail.ru*

Реферат. На примере двух гибридных форм винограда и сорта Гранатовый рассмотрены одни из наиболее распространенных физиологических показателей засухоустойчивости – относительное содержание воды, уровень повреждения клеточных мембран и содержание фотосинтетических пигментов в листьях. Было установлено, что сорт Гранатовый является наиболее засухоустойчивым сортом по сравнению с гибридными формами Тана 82 и Тана 92. Это объясняется отсутствием резкой вариабельности исследуемых параметров в течение летнего периода, а также высокими значениями содержания хлорофиллов и каротиноидов относительно показателей гибридных форм и низким уровнем перекисного окисления клеточных мембран.

Ключевые слова: виноград, засуха, выход электролитов, малоновый диальдегид, хлорофилл, каротиноиды.

Summary. Two grape hybrid forms and one grape variety Granatovyi were considered to identify the most drought-resistant of them. The commonly used physiological indicators of drought resistance are the relative water content, the level of damage to cell membranes and the content of photosynthetic pigments in leaves. The level of damage to cell membranes was determined by the content of malondialdehyde and electrolyte leakage. It was found that the most adaptive grapevine was cultivar Granatovyi, as evident by stabilization all investigating parameters under drought conditions during the summer period. In addition, the level of malondialdehyde was significantly lower for cultivar Granatovyu than hybrid forms Tana 82 and Tana 92. Therefore, these physiological parameters may make it possible to identify drought tolerant or sensitive cultivars at the initial stages of research or to supplement the more extensive study of the mechanisms of plant adaptation to drought.

Key words: grapevine, drought stress, electrolyte leakage, malondialdehyde, chlorophyll, carotenoids.

Введение. В летний период одним из основных абиотических стрессоров для винограда является засуха. Негативное воздействие данного фактора приводит к ряду нарушений на физиологическом уровне. В первую очередь изменяется газообмен и водный режим, что отражается в снижении содержания фотосинтетических пигментов, фотохимической эффективности фотосистемы II и в падении водного потенциала [1-4]. Обладая адаптивными характеристиками, растения способны активизировать защитные механизмы в ответ на дефицит воды. При длительном отрицательном воздействии засухи у таких растений увеличивается синтез антиоксидантных ферментов, к которым относятся супероксиддисмутаза, пероксидаза и каталаза, также повышается содержание различных защитных белков и низкомолекулярных осмолитов [5].

Цель настоящего исследования заключалась в выявлении показателей засухоустойчивости по физиологическим параметрам среди анализируемых гибридных форм и сортов винограда.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования были выбраны две гибридные формы технического винограда Тана 82 и Тана 92. В качестве контрольного сорта использовали засухоустойчивый технический сорт Гранатовый. Листья были отобраны на опытном участке СКФНЦСВВ г. Краснодар.

Эксперимент проводили в течение летнего периода 2020 г. дважды – в июле и в августе. Погодные сведения были взяты с метеостанции г. Краснодар (Круглик, №34927). Для оценки воздействия засухи листья подвергали высушиванию в течение 1 часа при комнатной температуре в лабораторных условиях.

Для проведения физиологических исследований часть листьев после воздействия искусственной засухи измельчали в жидком азоте для определения содержания пигментов (Chl *a*, *b* хлорофиллы *a* и *b*, Car – каротиноиды) и малонового диальдегида (MDA) [6, 7]. Другую часть листьев использовали для оценки показателей относительного содержания воды (RWC) и выхода электролитов (EL) [8, 9].

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программного обеспечения Excel и Statistica 13.3. Данные представлены в виде средних и их ошибок. Статически значимые различия рассчитаны согласно результатам теста Тьюки (ANOVA) при уровне значимости 0,05.

Обсуждение результатов. В исследованный летний период 2020 г. самым засушливым месяцем был август (рис.). Для него были характерны низкие значения относительной влажности воздуха и минимальное количество выпавших осадков – 11 мм. Согласно проведенным исследованиям, листья, собранные в августе и подвергшиеся искусственному воздействию засухи в лабораторных условиях, имели меньшие показатели по анализируемым признакам по сравнению с июльскими данными.

Было установлено, что значения RWC в августе достоверно снизились у винограда на 13 %, EL – почти на 9 % (табл.). Причем максимальные значения EL в июле среди анализируемых образцов были отмечены у гибридной формы Тана 92, но в августе разница между сортом и гибридными формами не была установлена. По относительному содержанию воды в каждый отдельный месяц гибридные формы и сорт Гранатовый значимо не отличались.

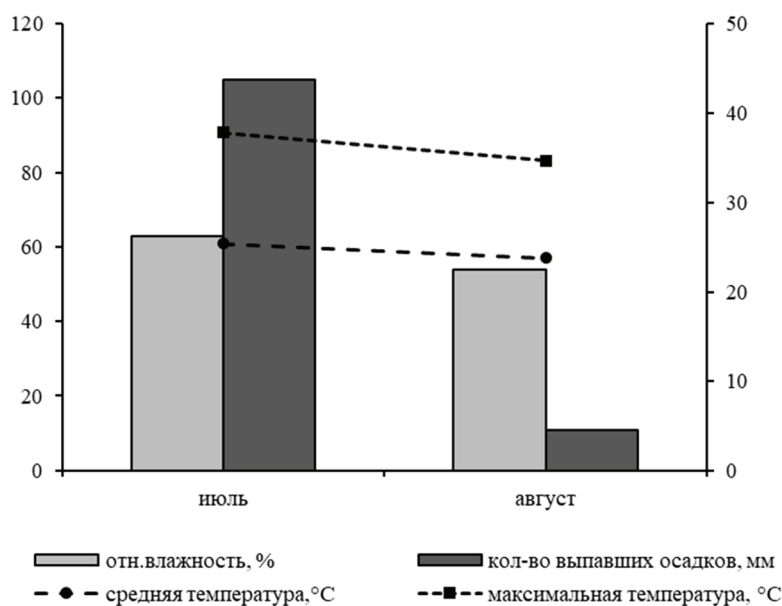


Рис. Погодные сведения летних месяцев 2020 г. (г. Краснодар)

Содержание MDA в листьях винограда в летний период было максимальным у гибридных форм Тана 82 и Тана 92 (табл.). Достоверных различий между показателями за июль и за август по данному признаку у исследуемых образцов винограда обнаружено не было.

По содержанию пигментов в июле наибольшие значения имели сорт Гранатовый и гибридная форма Тана 92 (табл.). В августе достоверные различия были отмечены только по содержанию хлорофилла *a* и сумме хлорофиллов с максимальными показателями контрольного сорта Гранатовый.

Таблица – Физиологические параметры листа винограда после воздействия искусственной засухи

Гибридная форма / сорт	RWC, %	EL, %	MDA, мМоль/г	Chl <i>a</i> , мг/г	Chl <i>b</i> , мг/г	Car, мг/г	Chl <i>a+b</i> , мг/г
Июль							
Тана 82	80,32±1,03	10,78±0,76 ^b	0,59±0,07 ^a	1,05±0,07 ^b	0,38±0,02 ^b	0,36±0,02 ^b	1,43±0,08 ^b
Тана 92	83,55±0,86	29,08±3,26 ^a	0,62±0,05 ^a	1,63±0,08 ^a	0,65±0,03 ^a	0,46±0,02 ^a	2,27±0,11 ^a
Гранатовый	83,42±0,22	13,39±1,82 ^b	0,37±0,02 ^b	1,39±0,09 ^{ab}	0,51±0,05 ^{ab}	0,46±0,03 ^a	1,9±0,14 ^{ab}
Август							
Тана 82	72,72±2,21	7,32±0,24	0,54±0,04 ^a	1,03±0,04 ^b	0,35±0,02	0,38±0,02	1,39±0,06 ^b
Тана 92	64,97±4,76	8,07±0,71	0,51±0,03 ^a	0,93±0,05 ^b	0,35±0,03	0,36±0,02	1,28±0,08 ^b
Гранатовый	70,74±3,48	9,44±0,59	0,35±0,02 ^b	1,31±0,04 ^a	0,44±0,04	0,44±0,02	1,75±0,07 ^a

Примечание: разными буквами достоверные различия при $P \leq 0,05$.

При сравнении средних значений каждого исследуемого образца винограда в июле и в августе было установлено, что контрольный сорт Гранатовый после воздействия искусственной засухи достоверно имел более низкие значения в августе только по относительному содержанию воды.

У гибридной формы Тана 82 различия были выявлены по двум анализируемым параметрам – RWC и EL.

Гибридная форма Тана 92 характеризовалась наибольшей вариабельностью параметров (кроме MDA) за два летних месяца, снижение которых в августе изменялось от 1,5 до 3,6 раз по сравнению с июльскими данными.

Выводы. Полученные результаты позволяют заключить, что наиболее засухоустойчивым виноградом в исследованный период после стрессового воздействия оказался сорт Гранатовый, показатели которого значительно не изменялись за два летних

месяца и были по ряду физиологических параметров выше по сравнению с данными гибридных форм (содержание хлорофиллов и каротиноидов).

Одни из основных маркеров повреждения клеточных мембран – выход электролитов и содержание малонового диальдегида – были также ниже у данного сорта, чем у гибридных форм. Таким образом, можно допустить, что сорт Гранатовый испытывал в меньшей степени негативное воздействие от искусственной засухи, чем гибриды Тана 82 и Тана 92, так как имел низкий уровень окислительного стресса и более высокое содержание каротиноидов, выполняющих функцию гасителей свободных радикалов [10].

Среди гибридных форм согласно представленным данным Тана 82 проявила себя как более устойчивая форма по сравнению с Тана 92. Такое предположение основано на отсутствии резких изменений анализируемых показателей в наиболее засушливый месяц август. Напротив, для гибридной формы Тана 92 характерны высокие значения исследуемых физиологических параметров в июле и резкое их снижение в августе, что определяет ее как менее засухоустойчивую форму.

Литература

1. Chen L., Jun A.I., Wang Z.X., Zhao Y. Research progress on effect of drought stress on the physiological property and microstructure in grapevine // North. Hortic. 2011. V. 6. P. 205-209.
2. Wang Z.X., Chen L., Ai J., Qin H.Y., Liu Y.X., Xu P.L., Jiao Z.Q., Zhao Y., Zhang Q.T. Photosynthesis and activity of photosystem II in response to drought stress in Amur Grape (*Vitis amurensis* Rupr.) // Photosynthetica. 2012. V. 50(2). P. 189-196.
3. Haider M.S., Zhang C., Kurjogi M.M., Pervaiz T., Zheng T., Zhang C., Lide C., Shangguan L., Fang J. Insights into grapevine defense response against drought as revealed by biochemical, physiological and RNA-Seq analysis // Scientific Reports. 2017. V. 7. P. 13134.
4. Wang Z., Li G., Sun H., Ma L., Guo Y., Zhao Z., Gao H., Mei L. Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves // Biology Open. 2018. V. 7(11). P. bio035279.
5. Haider M.S., Zhang C., Kurjogi M.M., Pervaiz T., Zheng T., Zhang C., Lide C., Shangguan L., Fang J. Insights into grapevine defense response against drought as revealed by biochemical, physiological and RNA-Seq analysis // Scientific Reports. 2017. V. 7. P. 13134.
6. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Extraction of photosynthetic tissues: chlorophylls and carotenoids // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. P. F4.2.1-F4.2.6.
7. Heath R.L., Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Archives of Biochemistry and Biophysics. 1968. V. 125(1). P. 189-198.
8. 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.
9. Dionisio-Sese M.L., Tobita S. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress // Plant Science. 1998. V. 135. P. 1-9.
10. Смоликова Г.Н., Ламан Н.А., Борискеви О.В. Роль хлорофиллов и каротиноидов в устойчивости семян к абиотическим стрессорам // Физиология растений. 2011. Т. 58(6). С. 817-825.