

УДК 581:576.5:634.224

UDC 581:576.5:634.224

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-122-136

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-122-136

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ИЗМЕНЕНИЯ ЛИСТА ВИНОГРАДА
ПОД ДЕЙСТВИЕМ СТРЕССОРОВ
ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА***

**STRUCTURAL AND FUNCTIONAL
CHANGES OF THE GRAPE LEAF
UNDER THE ACTION
OF SUMMER STRESSORS ***

Киселева Галина Константиновна
канд. биол. наук,
старший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

Kiseleva Galina Konstantinovna
Cand. Biol. Sci.,
Senior Research Associate
of Plant of Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

Ильина Ирина Анатольевна
д-р техн. наук, профессор,
заместитель директора по науке
e-mail: kubansad@kubannet.ru

Irina Irina Anatolyevna
Dr. Tech. Sci., Professor
Deputy Chief for Science
e-mail: kubansad@kubannet.ru

Соколова Виктория Викторовна
канд. с.-х. наук,
заведующая научно-образовательным
сектором
e-mail: KudryshovaVV@yandex.ru

Sokolova Viktoria Viktorovna
Cand. Agr. Sci.
Head of Scientific
Educational Sector
e-mail: KudryshovaVV@yandex.ru

Запорожец Наталья Михайловна
канд. с.-х. наук,
учёный секретарь
e-mail: nat_zaporozhec@mail.ru

Zaporozhets Natalia Mikhailovna
Cand. Agr. Sci.
Scientific Secretary
e-mail: nat_zaporozhec@mail.ru

Караваева Алла Витальевна
младший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: alla.karavaeva.65@mail.ru

Karavaeva Alla Vitalevna
Junior Research Associate
of Plant of Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: alla.karavaeva.65@mail.ru

Схаляхо Татьяна Вячеславовна
младший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: tShalyho@mail.ru

Shalyakho Tatiana Vyacheslavovna
Junior Research Associate
of Plant of Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: tShalyho@mail.ru

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/19

* The study was carried out with financially supported of the Kuban Scientific Foundation within the framework of the scientific project No. MFI-20.1/19

*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*

В связи с последними климатическими изменениями – уменьшением количества атмосферных осадков в фенофазу роста и созревания ягод, вопросы засухоустойчивости винограда, выделение наиболее устойчивых сортов являются актуальными. Цель работы – изучить структурно-функциональные изменения листа различных сортов винограда под действием стрессоров летнего периода, выделить высоко засухоустойчивые сорта для возделывания в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края. Объекты исследований – сорта винограда различного эколого-географического происхождения: Кристалл (контроль) – евро-амуро-американского происхождения; Красностоп АЗОС, Достойный – евро-американского происхождения; Восторг – амуро-американского происхождения; Зариф восточного происхождения; Алиготе – западно-европейского происхождения. Обнаружены различия в оводненности листовых тканей и содержании фотосинтетических пигментов, связанные с формированием защитного ответа на метеорологические условия лета 2019-2021 гг. У сортов Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг, Зариф, выделенных как высоко засухоустойчивые, обнаружено наименьшее снижение оводненности листовых тканей (1,3-2,3 %) в отличие от сортов Достойный и Алиготе (на 2,9 %); незначительное (на 7,4-9,1 см²) уменьшение площади листа, в отличие от сортов Достойный и Алиготе (на 27,5-29,3 см²); наиболее стабильное содержание суммы хлорофиллов в течение летнего вегетационного периода, уменьшение их содержания (на 0,22-0,36 мг/г сырого веса) в отличие от сортов Достойный и Алиготе, у которых уменьшение было на 0,69-0,88 мг/г

Due to recent climatic changes – a decrease in the amount of precipitation in the phenophase of berry growth and ripening, the issues of drought resistance of grapes, the selection of the most resistant varieties are relevant. The purpose of the work is to study the structural and functional changes of the leaves of various grape varieties under the influence of stressors of the summer period, to identify highly drought-resistant varieties for cultivation in the Anapo-Taman zone of the Krasnodar region. The objects of research are grape varieties of various ecological and geographical origin: Kristall (control) – Euro-Amuro-American origin; Krasnostop AZOS, Dostoinyi – Euro-American origin; Vostorg – Amuro-American origin; Zarif – Eastern origin; Aligote – Western European origin. Differences in the hydration of leaf tissues and the content of photosynthetic pigments associated with the formation of a protective response to meteorological conditions in the summer of 2019-2021 were found. The following features were found in the varieties Kristall, Krasnostop AZOS, Vostorg, Zarif, identified as highly resistant to summer stresses: the smallest decrease in the water content of leaf tissues (1.3-2.3 %), in contrast to the varieties Dostoinyi and Aligote (by 2.9 %); - a slight (by 7.4-9.1 cm²) decrease in leaf area, in contrast to the varieties Dostoinyi and Aligote (by 27.5-29.3 cm²); - the most stable content of the total chlorophylls during the summer growing season, a decrease in their content (by 0.22-0.36 mg/g wet weight) in contrast to varieties Dostoinyi and Aligote, in which the decrease was 0.69-0.88 mg/g fresh weight; - the lowest values

сырого веса; наименьшие значения хлорофиллы/каротиноиды – 2,0-2,8, в отличие от сортов Достойный, Алиготе – 3,3 и 3,4, соответственно. Сорта винограда Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг, Зариф по физиолого-биохимическим параметрам проявили себя как высоко засухоустойчивые для возделывания в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края и использовании в селекции.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, АДАПТАЦИЯ, ЛЕТНИЙ ПЕРИОД, ОВОДНЕННОСТЬ, ХЛОРОФИЛЛ, КАРОТИНОИДЫ

of chlorophylls/carotenoids are 2.0-2.8, in contrast to the varieties Dostoinyi, Aligote - 3.3 and 3.4, respectively. The grape varieties Kristall, Krasnostop AZOS, Vostorg, Zarif, according to physiological and biochemical parameters, proved to be highly drought-resistant for cultivation in the Anapa-Taman zone of the Krasnodar region and use in breeding.

Keywords: GRAPES, ADAPTATION, SUMMER PERIOD, WATER CONTENT, CHLOROPHYLL, CAROTENOIDS

Введение. В связи с последними климатическими изменениями – уменьшением количества атмосферных осадков в фенофазу роста и созревания ягод, вопросы засухоустойчивости винограда, выделение наиболее устойчивых сортов являются актуальными [1].

Абиотические стрессоры летнего вегетационного периода (экстремально высокие температуры и недостаточная водообеспеченность) вызывают структурно-функциональные изменения листовой пластинки, поэтому физиолого-биохимические и анатомо-морфологические параметры листа являются хорошими показателями его экологической приспособленности к условиям возделывания [2, 4].

Водообеспеченность является ключевым фактором роста и развития виноградной лозы. В отличие от многих растений кусты винограда, культивируемые в засушливых условиях, не обнаруживают признаков подвядания, так как способны хорошо приспосабливаться к варьирующей влажности. Этому способствует мощно развитая, глубоко проникающая в почву корневая система, хорошо развитая водопроводящая сосудистая система, а также регулирующие транспирацию механизмы (устьица, водоудерживающие силы, натяжение водных нитей в сосудах и пр.), предохраняющие растения

от чрезмерного обезвоживания. В то же время сильный водный стресс вызывает угнетение фотосинтетических процессов, и может задержать созревание ягод, снизить плодоносность почек, их зимостойкость и даже привести к внезапной гибели куста винограда [5-7].

Повышенные температуры летнего вегетационного периода могут приводить к перегреву листовых тканей, повышению интенсивности транспирации, уменьшению общего содержания воды и водному дефициту [8, 9].

Отечественные и зарубежные исследователи изучали влияние недостаточной водообеспеченности и повышенной температуры на рост, обмен веществ, физиологические процессы, продуктивность и качество ягод винограда [1, 2, 4-15].

Анатомо-морфологическое исследование листа различных плодово-ягодных культур проводилось главным образом в связи с изучением фотосинтетической способности. Изменение мезоструктуры листа можно рассматривать как существенное проявление регуляции фотосинтеза на морфологическом уровне, обеспечивающей оптимизацию и адаптацию фотосинтетического аппарата при различных экологических условиях [3, 16].

Изучение изменений листа винограда в ответ на действие стрессоров летнего периода, исследование физиолого-биохимических механизмов, лежащих в основе приспособительных реакций к повышенным температурам и недостаточной водообеспеченности является важным для разработки методов диагностики устойчивости, выявления наиболее устойчивых сортов винограда для оптимизации селекционной работы в виноградарстве.

Цель данной работы – изучить структурно-функциональные изменения листа различных сортов винограда под действием стрессоров летнего периода, выделить высоко засухоустойчивые сорта для возделывания в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2019-2021 годах на участках ампелографической коллекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия (АЗОСВиВ) – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ (г.-к. Анапа), в лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ, в Центре коллективного пользования технологичным оборудованием по направлениям: геномные и постгеномные технологии; физиолого-биохимические и микробиологические исследования; почвенные, агрохимические и экотоксикологические исследования; пищевая безопасность (СКФНЦСВВ).

Объектами исследований являлись 6 сортов винограда различного эколого-географического происхождения: Красностоп АЗОС, Достойный – евро-американского происхождения; Восторг – амуро-американского происхождения; Зариф – восточного происхождения; Алиготе – западно-европейского происхождения. Контроль – высоко засухоустойчивый сорт Кристалл – межвидовой гибрид евро-амуро-американского происхождения. Растения 1995 года посадки, подвой Кобер 5ББ. Формировка – двусторонний высокоштамбовый спиральный кордон АЗОС. Возделывание растений на черном паре при схеме посадки 3×2,5 м.

Ежемесячно отбирали пробы листьев с седьмого-девятого узлов плодоносящих боковых побегов (полностью сформированные листья с трех кустов винограда каждого сорта в 5-кратной повторности). Для физиолого-биохимических анализов с листовой пластинки удаляли основные жилки, после чего листья измельчали ножницами. Общую оводненность листа определяли весовым методом по Кушниренко [17]. Содержание фотосинтетических пигментов определяли спектрофотометрическим методом в 85 % ацетоновой вытяжке [18]. Анатомо-морфологическое строение листа изучали на временных препаратах поперечных срезов на микроскопе Olympus BX41 («Olympus corporation», Япония) согласно методике [19]. Статистическую обработку полученного экспериментального материала проводили по

методике Б.А. Доспехова [20]. Расчеты выполняли с использованием программного пакета Microsoft Excel 2010.

Метеорологические условия различались в годы исследований. В летний период 2019 г. среднемесячные дневные температуры воздуха составляли +21 °С, максимальные доходили до +39 °С. Количество атмосферных осадков за период активной вегетации выпало 146 мм (на 10 мм меньше среднемноголетних значений). В летний период 2020 г. среднемесячные дневные температуры воздуха составляли +24,4 °С, максимальные +36 °С. Количество атмосферных осадков за период активной вегетации выпало 65 мм (42 % от среднемноголетних показателей). В летний период 2021 г. среднемесячные дневные температуры воздуха составляли от +2 °С до +26,1 °С, максимальные +35 °С. Количество атмосферных осадков за период активной вегетации выпало 553 мм (среднемноголетние значения 154 мм).

Обсуждение результатов. Лист – важнейший вегетативный орган виноградного растения, выполняющий основную физиологическую функцию – фотосинтез. От функционального состояния листьев, их фотосинтетической активности зависит синтез углеводов, сахаров, аминокислот и других органических соединений, необходимых для нарастания вегетативной массы куста, формирования урожая и накопления сахара в ягодах [5].

Лист у винограда простой, состоит из длинного черешка и листовой пластинки. У разных видов и сортов листья различаются по величине, форме, рассеченности, опушенности нижней стороны пластинки, ее изогнутости, а также по форме боковых вырезок, черешковой выемки, зубчиков, окаймляющих листовую пластинку, ее окраске и др. Морфологические признаки листа широко используются при определении сортов. Фото изучаемых сортов винограда представлены на рисунке 1.

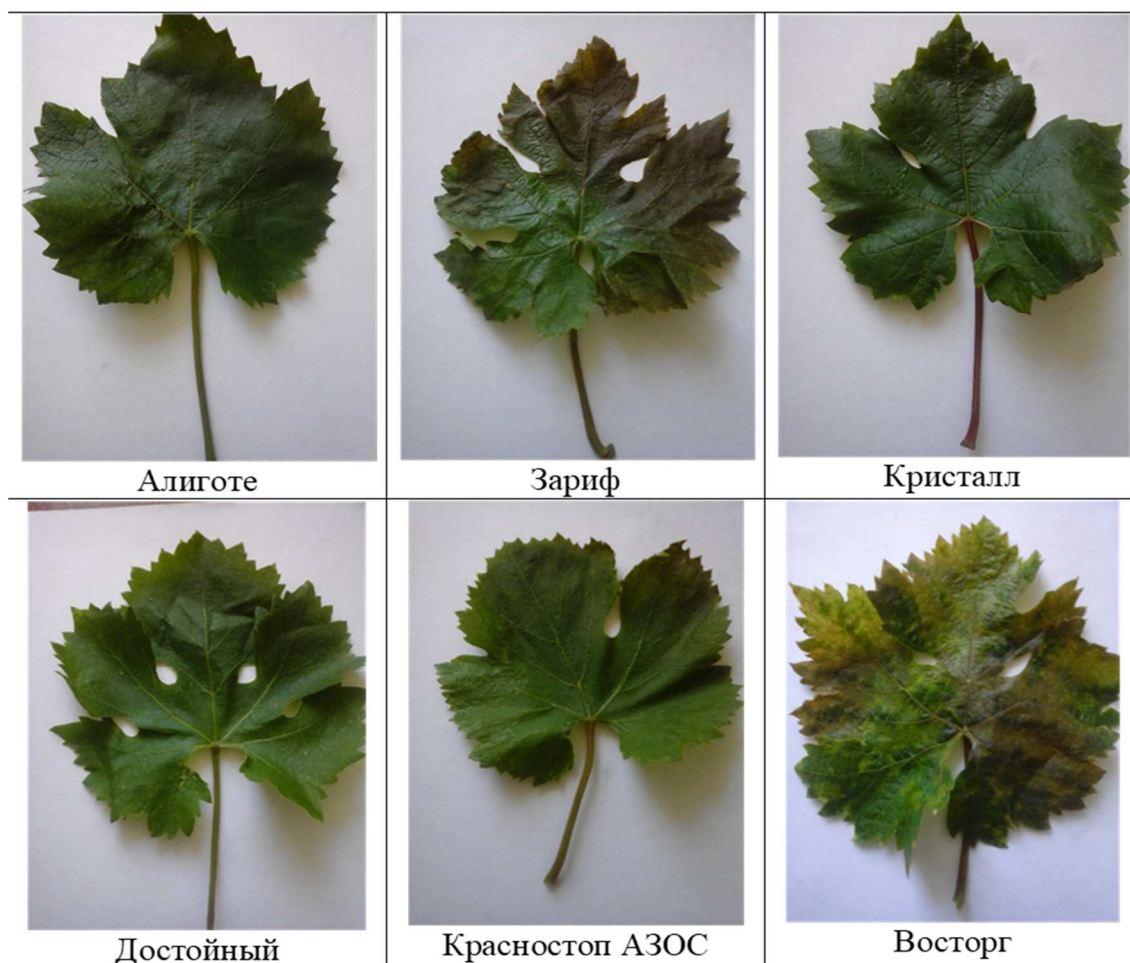


Рис. 1. Листьев сортов винограда различного эколого-географического происхождения в летний период 2019-2021 гг.

В процессе длительной эволюции лист винограда максимально адаптировался к условиям обитания и выработал ряд особенностей его структурной организации. С верхней стороны листовая пластинка покрыта эпидермисом, который защищен слоем плотной кутикулы, предохраняющей лист от излишнего испарения воды. Под верхним эпидермисом находится слой удлиненных клеток палисадной (столбчатой) паренхимы, содержащей хлоропласты, которые обеспечивают фотосинтез. Под палисадной паренхимой расположена губчатая паренхима, состоящая из рыхло соединенных клеток неправильной формы. Между ними находятся заполненные воздухом пространства – межклетники. Губчатая паренхима составляет основную толщу

листа, она также содержит хлоропласты, но в меньшем количестве, чем палисадная паренхима. К губчатой паренхиме примыкает эпидермис нижней поверхности листа, где находятся устьица и волоски, защищающие его от перегрева и излишней транспирации (рис. 2).



Рис. 2. Микрофото поперечного среза листовой пластинки винограда сорта Восторг (увеличение 10×20).

Проведенными исследованиями изучены структурно-функциональные изменения листа различных сортов винограда под действием стрессоров летнего периода. Важными показателями, характеризующими устойчивость любого растительного организма к летним стрессам, являются показатели водного режима.

В начале вегетации в листьях содержится до 82 % воды. К концу периода вегетации с понижением температуры воздуха и почвы, а также уменьшением водообеспеченности растений процессы транспирации и фотосинтеза замедляются, содержание воды в них уменьшается до 70 % [5].

В проведенных нами исследованиях, в различные по метеорологическим условиям периоды вегетации (2019-2021 гг.), оводненность листовых тканей винограда в июне составляла 77,2-81,4 %, в июле 76,9-79,8 %, в августе 75,9-79,1 % в зависимости от сорта (рис. 3).

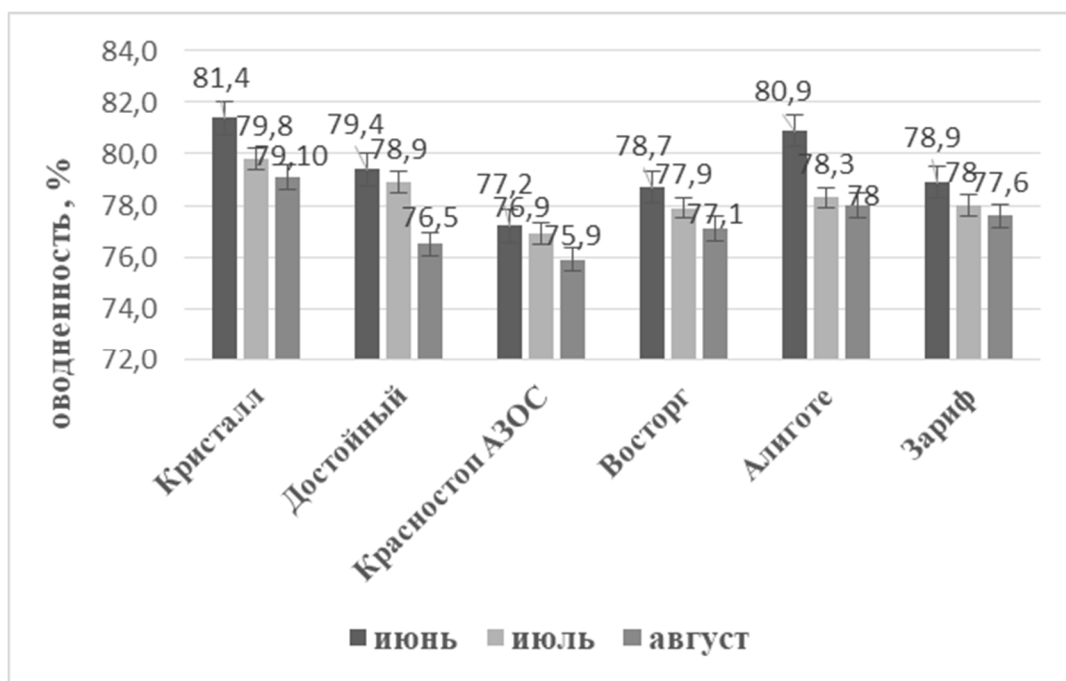


Рис. 3. Оводненность листьев сортов винограда различного эколого-географического происхождения в летний период 2019-2021 гг.
НСР₀₅: июнь – 3,1; июль – 3,6; август – 1,1

Таким образом, к августу оводненность листовых тканей уменьшилась на 1,3-2,9 % в зависимости от сорта в сравнении с июнем. В большей степени оводненность уменьшилась у сортов Достойный и Алиготе – на 2,9 %.

Температура окружающей среды и влагообеспеченность напрямую связаны с размерами листовой пластинки. Оптимальная температура для роста листьев 28-30 °С. При ее снижении, так же, как и при повышении, интенсивность роста листьев ослабевает. Ко времени завершения роста листа, который, как правило, заканчивается в фенофазу роста ягод площадь листовой пластинки (нижнего и среднего ярусов) достигает оптимальной величины и составляет в зависимости от сорта 120-300 см² [5].

В наших исследованиях в июне площадь листовой пластинки составляла 156,8-217,4 см² в зависимости от сорта (рис. 4).

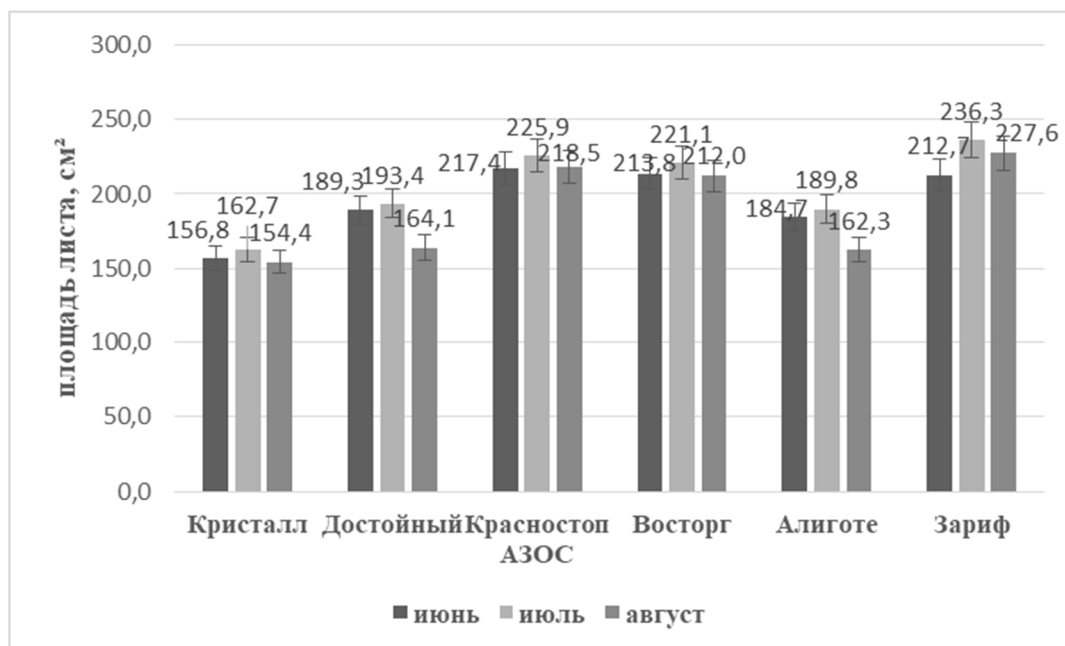


Рис. 4. Изменение площади листовой пластинки сортов винограда различного эколого-географического происхождения в летний период 2019-2021 гг.

Максимальная площадь листовой пластинки отмечена у всех сортов в июле – от 162,7 см² у сорта Кристалл до 225,9 см² у сорта Красностоп АЗОС. В августе происходило уменьшение площади у всех изучаемых сортов в связи с уменьшением количества выпавших осадков и ростом средней температуры воздуха. Самые значительные изменения в сторону уменьшения размеров листа – на 27,5-29,3 см² – обнаружены у сортов Достойный и Алиготе. У других сортов уменьшения были незначительные – на 7,4-9,1 см².

Для протекания процесса фотосинтеза также наиболее оптимальны температуры воздуха 28-30 °С, при которых он достигает максимальной интенсивности [8].

Набольшее содержание хлорофилла в листьях винограда наблюдается в фазы цветения и роста ягод, в период созревания ягод их содержание снижается. Содержание других пигментов – каротиноидов увеличивается в фазу созревания ягод [10, 13].

Повышенные температуры и недостаток осадков могут вызвать депрессию фотосинтеза. Это отражается на содержании листовых пигментов – суммы хлорофиллов (a+b) и каротиноидов.

В наших исследованиях содержание суммы хлорофиллов (a+b) в июне и июле составляло 3,00-4,26 мг/г сырого веса в зависимости от сорта (табл.).

Содержание пигментов в листьях винограда
(средние значения за 2019-2021 гг.), мг/г сырого веса

Сорт	Сумма хлорофиллов (a+b)			Каротиноиды		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Кристалл	3,71±0,12	3,42±1,11	3,19±1,16	0,91±0,21	0,96±0,16	1,04±0,12
Достойный	4,26±0,15	3,90±0,71	3,02±1,13	0,90±0,18	0,91±0,08	0,93±0,13
Красностоп АЗОС	3,25±0,77	3,04±0,52	2,61±0,24	0,63±0,33	0,83±0,07	1,11±0,24
Восторг	3,88±0,21	3,45±0,53	3,23±0,31	0,90±0,27	0,92±1,11	1,10±0,07
Алиготе	3,61±1,28	3,48±0,51	2,79±0,26	0,77±0,13	0,75±0,07	0,92±0,02
Зариф	3,22±0,18	3,00±0,37	2,59±0,14	0,77±0,52	0,79±0,14	0,90±0,09
НСР ₀₅	0,34	0,24	1,27	0,61	0,17	0,22

В августе оно несколько понизилось и составляло 2,59-3,23 мг/г сырого веса. Установлено, что наиболее стабильное содержание суммы хлорофиллов в течение летнего вегетационного периода отмечено у сортов Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг, Зариф, у которых наблюдали наименьшие изменения в их содержании (на 0,22-0,36 мг/г сырого веса) в отличие от сортов Достойный и Алиготе, у которых изменения в течение лета составляли 0,69-0,88 мг/г сырого веса.

Содержание каротиноидов, выполняющих защитную функцию в июне и июле, составляло 0,63-0,96 мг/г сырого веса в зависимости от сорта. В августе оно составляло 0,90-1,11 мг/г сырого веса. Наиболее информативным показателем является количественное соотношение суммы хлорофил-

лов и каротиноидов: чем оно ниже, тем больше доля каротиноидов в пигментном комплексе и тем устойчивее сорт.

Наименьшие значения хлорофиллы/каротиноиды 2,0-2,8 отмечены у сортов Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг, Зариф, у которых роль каротиноидов в защитном ответе максимальна. У сортов Достойный, Алиготе в течение лета значения хлорофиллы/каротиноиды составляло 3,3 и 3,4 соответственно.

Выводы. В результате проведенных исследований изучены структурно-функциональные изменения листа различных сортов винограда под действием стрессоров летнего периода. Выявлены сортовые различия в морфологии листовой пластинки в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского Края. Обнаружены различия в оводненности листовых тканей, содержании фотосинтетических пигментов, связанные с формированием защитного ответа на метеорологические условия лета 2019-2021 гг.

У сортов Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг, Зариф, выделенных как высоко засухоустойчивые обнаружено:

- наименьшее снижение оводненности листовых тканей (1,3-2,3 %) в отличие от сортов Достойный и Алиготе (на 2,9 %);
- незначительное (на 7,4-9,1 см²) уменьшение площади листа, в отличие от сортов Достойный и Алиготе (на 27,5-29,3 см²);
- наиболее стабильное содержание суммы хлорофиллов в течение летнего вегетационного периода, уменьшение их содержания (на 0,22-0,36 мг/г сырого веса) в отличие от сортов Достойный и Алиготе, у которых уменьшение было на 0,69-0,88 мг/г сырого веса;
- наименьшие значения хлорофиллы/каротиноиды 2,0-2,8 в отличие от сортов Достойный, Алиготе – 3,3 и 3,4, соответственно.

Сорта винограда Кристалл, Красностоп АЗОС, Восторг, Зариф по физиолого-биохимическим параметрам проявили себя как высоко засухоустойчивые для возделывания в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края и использовании в селекции.

Литература

1. Петров В.С., Мarmorштейн А.А., Лукьянова А.А. Адаптивная фенологическая реакция интродуцированных сортов винограда *Occidentalis* C. Negr. на изменения погодно-климатических условий юга России [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 73(1). С. 62-76. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/01/06.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-62-76 (дата обращения: 05.07.2022).
2. Ненько Н.И., Ильина И.А., Петров В.С., Киселева Г.К., Запорожец Н.М., Соколова В.В. Засухоустойчивость сортов винограда различного эколого-географического происхождения // Садоводство и виноградарство. 2020. № 5. С. 37-41. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-5-37-41.
3. Панфилова О.В., Голяева О.Д. Физиологические особенности адаптации сортов и отборных форм смородины красной к засухе и повышенным температурам // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 52 (5). С. 1056-1064 doi: 10.15389/agrobiology.2017.5.1056rus.
4. Haider M.S., Zhang C., Kurjogi M.M. et al. Insights into grapevine defense response against drought as revealed by biochemical, physiological and RNA-Seq analysis // Sci. Rep. 2017. №7. P.13134. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13464-3>
5. Стоев К.Д. Физиология винограда и основы его возделывания. М.: Книга по требованию, 2013, 386 с.
6. Zufferey V., Spring J.L., Verdenal T., Dienes A., Belcher S. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland // Oeno One. 2017. Vol. 51. № 1. P. 17-27 DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.1.1314>
7. Dayer S., Peña J..P, Gindro K. et al. (2017a) Changes in leaf stomatal conductance, petiole hydraulics and vessel morphology in grapevine (*Vitis vinifera* cv. Chasselas) under different light and irrigation regimes // Functional Plant Biology. 2017. № 44(7). P. 679-693. <https://doi.org/10.1071/fp16041> //
8. Conesa M.R., De La Rosa J.M., Domingo R., Banon S. Changes induced by water stress on water relations, stomatal behaviour and morphology of table grapes (cv. Crimson Seedless) grown in pots // Scientia Horticulturae. 2016. № 202 (20). P. 9-16. doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.002
9. Cramer G.R., Ergül A., Grimplet J. et al. Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles // Functional & integrative genomics. 2007. № 7(2). P. 111-134.
10. Штирбу А. Влияние подвоев на рост и развитие ассимиляционной поверхности и накопление пластидных пигментов в листьях у растений винограда // Horticultură, Viticultură și vinificație, silvicultură și grădini publice, protecția plantelor. 2010. Т. 24. С. 26-34.
11. Xiao F., Yang Z.Q., Lee K.W. Photosynthetic and physiological responses to high temperature in grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves during the seedling stage // Hortic. Sci. Biotechnol. 2017. V. 92(1). P. 2-10 <http://doi.org/10.1080/14620316.2016.1211493>

12. Fort K., Fraga J., Grossi D., Walker M.A. Early Measures of Drought Tolerance in Four Grape Rootstocks // Journal of the American Society for Horticultural Science. 2017. №142. P.36-46 DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16>
13. Filimon R.V., Rotaru L., Filimon R.M. Quantitative investigation of leaf photosynthetic pigments during annual biological cycle of *Vitis vinifera* L. table grape cultivars // South African Journal of Enology and Viticulture. 2016. № 37 (1). P. 1-14. [scielo.org.za](https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16)
14. Chaves M.M., Miguel Costa J., Madeira Saibo N.J. Recent advances in photosynthesis under drought and salinity // Advances in botanical research. 2011. № 57. P. 49-104. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387692-8.00003-5>
15. Flexas J., Bota J., Cifre J. et al. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management // Annals of applied Biology. 2004. № 144(3). P. 273-283. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2004.tb00343.x>
16. Bai T., Li Z., Song C., Song S., Jiao J., Liu Y., Dong Z., Zheng X., Contrasting Drought Tolerance in Two Apple Cultivars Associated with Difference in Leaf Morphology and Anatomy // American Journal of Plant Sciences. 2019. № 10(5). P. 709-722 <http://doi.org/10.4236/ajps.2019.105051>
17. Кушниренко М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинев: Штиинца, 1975, 215 с.
18. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. М: Высшая школа, 1975, 392с.
19. Киселева Г.К., Ненько Н.И. Оценка степени засухоустойчивости яблони и винограда по ксероморфным признакам листовой пластинки // Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда. Под ред. Ненько Н.И. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. С. 36-39.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.

References

1. Petrov V.S., Marmorshtejn A.A., Luk'yanova A.A. Adaptivnaya fenologicheskaya reakciya introducirovannyh sortov vinograda Occidentalis C. Negr. na izmeneniya pogodno-klimaticheskikh uslovij yuga Rossii [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2022. № 73(1). S. 62-76. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/01/06.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-62-76 (data obrashcheniya: 05.07.2022).
2. Nen'ko N.I., Il'ina I.A., Petrov V.S., Kiseleva G.K., Zaporozhec N.M., Sokolova V.V. Zasuhooustojchivost' sortov vinograda razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2020. № 5. S. 37-41. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-5-37-41.
3. Panfilova O.V., Golyaeva O.D. Fiziologicheskie osobennosti adaptacii sortov i otbornyh form smorodiny krasnoj k zasuhe i povyshennym temperaturam // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2017. № 52 (5). S. 1056-1064 doi: 10.15389/agrobiology.2017.5.1056rus.
4. Haider M.S., Zhang C., Kurjogi M.M. et al. Insights into grapevine defense response against drought as revealed by biochemical, physiological and RNA-Seq analysis // Sci. Rep. 2017. №7. P.13134. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13464-3>
5. Stoev K.D. Fiziologiya vinograda i osnovy ego vozdel'yvaniya. M.: Kniga po trebovaniyu, 2013, 386 s.
6. Zufferey V., Spring J.L., Verdenal T., Dienes A., Belcher S. The influence of water stress on plant hydraulics, gas exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland // Oeno One. 2017. Vol. 51. № 1. P. 17-27 DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.1.1314->

7. Dayer S., Peña J.P, Gindro K. et al. (2017a) Changes in leaf stomatal conductance, petiole hydraulics and vessel morphology in grapevine (*Vitis vinifera* cv. *Chasselas*) under different light and irrigation regimes // Functional Plant Biology. 2017. № 44(7). P. 679-693. <https://doi.org/10.1071/fp16041> //
8. Conesa M.R., De La Rosa J.M., Domingo R., Banon S. Changes induced by water stress on water relations, stomatal behaviour and morphology of table grapes (cv. Crimson Seedless) grown in pots // Scientia Horticulturae. 2016. № 202 (20). P. 9-16. doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.002
9. Cramer G.R., Ergül A., Grimplet J. et al. Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles // Functional & integrative genomics. 2007. № 7(2). P. 111-134.
10. Shtirbu A. Vliyanie podvov na rost i razvitie assimilyacionnoj poverhnosti i nakoplenie plastidnyh pigmentov v list'yah u rastenij vinograda // Horticultură, Viticultură și vinificație, silvicultură și grădini publice, protecția plantelor. 2010. T. 24. S. 26-34.
11. Xiao F., Yang Z.Q., Lee K.W. Photosynthetic and physiological responses to high temperature in grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves during the seedling stage // Hortic. Sci. Biotechnol. 2017. V. 92(1). P. 2-10 <http://doi.org/10.1080/14620316.2016.1211493>
12. Fort K., Fraga J., Grossi D., Walker M.A. Early Measures of Drought Tolerance in Four Grape Rootstocks // Journal of the American Society for Horticultural Science. 2017. №142. P.36-46 DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16>
13. Filimon R.V., Rotaru L., Filimon R.M. Quantitative investigation of leaf photosynthetic pigments during annual biological cycle of *Vitis vinifera* L. table grape cultivars // South African Journal of Enology and Viticulture. 2016. № 37 (1). P. 1-14. [scielo.org.za](https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16)
14. Chaves M.M., Miguel Costa J., Madeira Saibo N.J. Recent advances in photosynthesis under drought and salinity // Advances in botanical research. 2011. № 57. P. 49-104. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387692-8.00003-5>
15. Flexas J., Bota J., Cifre J. et al. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management // Annals of applied Biology. 2004. № 144(3). P. 273-283. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2004.tb00343.x>
16. Bai T., Li Z., Song C., Song S., Jiao J., Liu Y., Dong Z., Zheng X., Contrasting Drought Tolerance in Two Apple Cultivars Associated with Difference in Leaf Morphology and Anatomy // American Journal of Plant Sciences. 2019. № 10(5). P. 709-722 <http://doi.org/10.4236/ajps.2019.105051>
17. Kushnirenko M.D. Fiziologiya vodoobmena i zasuhoustojchivosti plodovyh rastenij. Kishinev: Shtiinca, 1975, 215 s.
18. Gavrilenko V.F., Ladygina M.E., Handobina L.M. Bol'shoj praktikum po fiziologii rastenij. M: Vysshaya shkola, 1975, 392s.
19. Kiseleva G.K., Nen'ko N.I. Ocenka stepeni zasuhoustojchivosti yabloni i vinograda po kseromorfnyh priznakam listovoj plastinki // Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovaniya plodovyh kul'tur i vinograda. Pod red. Nen'ko N.I. Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. S. 36-39.
20. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. M.: Al'yans, 2014. 351 s.