

УДК 634.8

РЕАКЦИЯ СОРТА CENTENNIAL SEEDLESS НА НАГРУЗКУ КУСТОВ ПОБЕГАМИ И ГРОЗДЯМИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ВИНОГРАДАРСТВА ПО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

REACTION OF CENTENNIAL SEEDLESS VARIETY TO THE BUSH LOAD WITH SHOOTS AND BUNCHES IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL AGROECOLOGICAL ZONE OF VITICULTURE ACCORDING TO PHYSIOLOGICAL CRITERIA

*А.А. Марморштейн, Д.М. Цику,
А.Е. Мишко, В.С. Петров*

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия, e-mail: am342@yandex.ru

*A.A. Marmorshtein, D.M. Tsiku,
A.E. Mishko, V.S. Petrov*

FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Wine-making", Krasnodar, Russia, e-mail: am342@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос влияния разной нагрузки кустов побегами и гроздьями на физиологическое состояние листьев винограда сорта Centennial Seedless в агроэкологических условиях Центральной зоны виноградарства Краснодарского края. Сорт Centennial Seedless возделывается в укрывной и привитой культуре на подвое СО4, капельное орошение. Климат умеренно-континентальный, почвы малогумусные выщелоченные мощные черноземы. Оценка физиологического состояния растений винограда сорта Centennial Seedless проводилась по вариантам дифференцированной нагрузки побегами и гроздьями (высокая, средняя и низкая) по следующим параметрам: квантовый выход фотосинтеза, содержание хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов, относительному содержанию воды в листьях, содержанию воды в листьях и выходу электролитов. В исследуемые летние месяцы средняя температура воздуха составила +24,3 °С, что на 0,4 °С выше климатической нормы, максимальные температуры поднимались до +35 °С. Сумма атмосферных осадков была на 132 мм выше нормы за счет обильных дождей в отдельные декады. Физиолого-биохимические показатели листьев винограда сорта Centennial Seedless в течение летнего периода находились в пределах нормы – квантовый выход был выше 0,7, относительное содержание воды в листьях выше 85 %, содержание воды – выше 70 % за исключе-

Summary. The article considers the issue of the influence of the different loads of bushes with shoots and bunches on the physiological state of the leaves of Centennial Seedless grape variety in the agroecological conditions of the Central viticulture zone of the Krasnodar region. The Centennial Seedless variety is cultivated in a covering and grafted culture on a SO4 rootstock, drip irrigation. Climate is moderately continental, the soils are low-humus, leached powerful chernozems. The assessment of the physiological state of Centennial Seedless grape plants was carried out according to the variants of differentiated load by shoots and bunches (high, medium and low) according to the following parameters: quantum yield of photosynthesis, chlorophyll *a* and *b* content, carotenoids, relative water content in leaves, water content in leaves and electrolyte leakage. In the studied summer months, the average air temperature was +24.3 °C, which is 0.4 °C above the climatic norm, the maximum temperatures rose to +35 °C. The total precipitation was 132 mm higher than normal due to heavy rains in some decades. The physiological and biochemical parameters of the leaves of the Centennial Seedless grape variety during the summer period were within the normal range – the quantum yield was above 0.7, the relative water content in the leaves was above 85 %, the water content was above 70 % except in August, the amount of chlorophylls *a* and *b* was above 1 except for the variant with the average load in July, the

нием августа, сумма хлорофиллов *a* и *b* была выше 1 за исключением варианта со средней нагрузкой в июле, выход электролитов варьировал от 7,3 % до 17,3 %. В августе, в период наибольшего температурного стресса для листьев, вариант с высокой нагрузкой кустов побегами и гроздьями показал себя лучше всего.

Ключевые слова: бессемянные сорта винограда, агротехнологии в столовом виноградарстве, физиологический анализ листа

electrolyte leakage varied from 7.3 % to 17.3 %. In August, during the period of the greatest temperature stress for the leaves, the variant with a high load of bushes with shoots and bunches proved to be the best.

Keywords: seedless grape varieties, agricultural technologies in table vine growing, physiological analysis of the leaf

DOI: 10.32904/2712-8245-2023-25-93-102

Введение. Одним из способов управления продуктивностью и качеством винограда является нормирование кустов урожаем: зимняя и весенняя обрезка, обломка побегов и гроздей, прореживание ягод в грозди [1–4]. В первую очередь, данные манипуляции оказывают влияние на физиологические параметры растений. Существуют исследования по влиянию обрезки на физиологические параметры – скорость фотосинтеза, влияние данного показателя на продуктивность, общее содержание хлорофилла [2].

Однако, в основном физиологические исследования сконцентрированы на влиянии засоленности воды и дефицита орошения на физиологические показатели виноградного растения. Сорта Раша, Мамбрайма, Ягути, Аскари, Халили сефид, Фахри, Саяни, Риш баба, Ат узум, Блэк сидлис, Супериор, Флейм сидлис, Кишмиш белый овальный, Фиеста и Перлетт в Иране в тепличных условиях подвергали искусственной засухе и изучали помимо морфологических характеристик, изменение в физиологических параметрах – содержанию хлорофилла, относительному содержанию воды в листьях (далее – RWC) и температуре листьев [5]. Аналогичное исследование проводилось на автохтонных турецких сортах по физиологическим показателям: RWC, скорости потери воды (RWL), индексу стабильности мембран (MSI), концентрации пигментов в листьях, пероксидному окислению липидов (MDA), накоплению пролина и активность антиоксидантных ферментов [6]. Проводились исследования по влиянию подвоя на водный стресс для коммерческих сортов винограда, в том числе и бессемянных – Блэк сидлис, Флейм сидлис, Туркман сидлис, Кишмиш белый овальный и Шахани, по MSI, RWC, выходу электролитов (EL), каталазе, перекиси водорода, пролину, аскорбиновой кислоте, гваяколпероксидазе, уровню белков, натрия и калия [7]. Оценивается влияние растительных биорегуляторов на физико-химические изменения в бессемянном винограде по параметрам газообмена листьев, плотности устьиц листьев, RWC и биохимические параметры листьев [8]. В Египте изучается изменение морфофизиологических параметров засоленных растений сорта Кишмиш белый овальный при обработке брассинолидом – среди физиологических параметров использовались фотосин-

тетический пигмент, RWC и процентное содержание ионов [9]. В настоящей работе для оценки устойчивости к водным стрессорам бессемянной гибридной формы Кишмиш Дубовский проводились исследования по физиологическим параметрам виноградного листа – степень повреждения клеточных мембран (по содержанию малонового диальдегида), RWC, квантовый выход фотохимической реакции фотосистемы II, содержание хлорофилла *a*, соотношение хлорофиллов *a/b* [10, 11].

Ввиду современных изменений климата, для создания адаптивных насаждений винограда важны сорта, обладающие оптимальной засухоустойчивостью, высокой продуктивностью и качеством [12].

Целью исследований была оценка реакции сорта Centennial Seedless на нагрузку кустов побегами и гроздьями в условиях Центральной агроэкологической зоны виноградарства Краснодарского края по физиологическим критериям.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований является сорт винограда Centennial Seedless на подвое СО4 в укрывной культуре с капельным орошением. Схема посадки кустов – 4×2 м. Место исследований: виноградные насаждения КФХ «Фисюра Т.Б.», с. Красносельское, Динской район, Краснодарский край, в четвертой подзоне Центральной агроэкологической зоне виноградарства. Климат умеренно-континентальный.

Среднегодовая температура воздуха в районе исследований за базовый климатологический период 1991–2020 гг. составляла +12,7 °С, минимальная опускалась до -27,7 °С, максимальная поднималась до +40,7 °С. Сумма температур воздуха выше +10 °С в среднем за 30 лет составила 3945 °С. Климатическая норма годовых осадков за период 1991–2020 гг. – 729 мм. Гидротермический коэффициент Селянинова за период вегетации – 1,01. Почвы малогумусные, выщелоченные мощные черноземы [13].

Оценка физиологических параметров кустов винограда сорта Centennial Seedless проводилась в полевом опыте по вариантам нагрузки побегами и гроздьями: контрольный I вариант (высокая нагрузка) – 36 побегов и 27 гроздей на куст; II вариант (средняя нагрузка) – 23 побега и 15 гроздей на куст; III вариант (низкая нагрузка) – 13 побега и 8 гроздей на куст.

Для определения эффективности фотосинтеза использовали два параметра – квантовый выход фотохимической реакции фотосистемы II, определяемый согласно методу РАМ-флуориметрии [14], и содержание хлорофиллов *a* и *b* спектрофотометрическим методом [15]. Каратиноиды также определялись методом спектрофотометрии [15]. Относительное содержание воды (RWC) в листьях оценивали по степени насыщения клеток водой и способности ее удерживать при высушивании согласно общепринятой методике [16], содержание воды в листьях (WC) также оценивалось через высушивание до сухого веса [17]. Определение проницаемости клеточных мембран по выходу электролитов производилось кондуктометрическим методом [18]. Исследования физиологических изменений проведены в динамике – конец июня, июля и августа 2022 гг.

Данные представлены в виде средних значений и их стандартного отклонения, в случае квантового выхода – в виде средних и их ошибки.

Обсуждение результатов. Летний период 2022 г. характеризовался нестабильным температурным режимом – средняя температура июнь-август была выше климатической нормы на 0,4 °С и составила +24,3 °С, однако по месяцам только в июне и августе температура была выше нормы на 0,8 и 1,5 °С – 23,0 и 26,2 °С, соответственно; в июле средняя температура была на 1 °С ниже нормы – +23,8 °С (рисунок 1). Максимальные температуры не были выше абсолютного максимума климатологического периода, максимум отмечался +35 °С, в третьих, декадах июля и августа. Следует отметить, что абсолютный максимум года вышел за пределы летнего периода и наблюдался во вторую декаду сентября – +38 °С. Минимальная температура не опускалась ниже абсолютного минимума, колебалась от +13 °С в первую декаду июля до +19 °С в первую-вторую декаду августа. Сумма атмосферных осадков была выше среднемноголетнего значения на 132 мм за счет обильных дождей в третью декаду июня и вторую декаду августа. В первые декады июня и июля отмечалось отсутствие осадков.

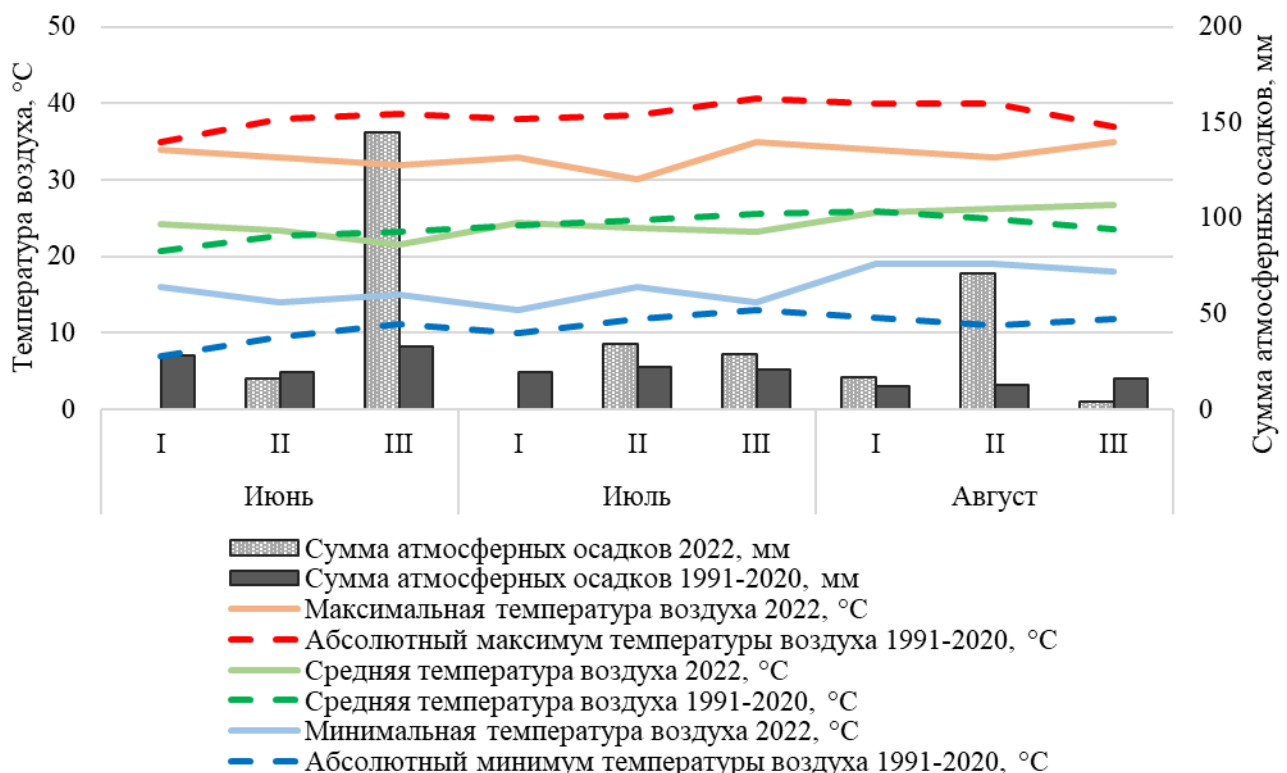


Рисунок 1. Метеорологические условия летнего периода 2022 г.

Квантовый выход фотосинтеза в листьях винограда сорта Centennial Seedless во всех вариантах и во все сроки наблюдений был больше 0,7, что является нормой для данного показателя. Существенные различия между вариантами отмечались в конце июня – у варианта со средней нагрузкой кустов побе-

гами и гроздьями был наибольший квантовый выход (0,79), с низкой – наименьший (0,71). Вариант с низкой нагрузкой кустов в июле имеет наибольший квантовый выход (0,78), с высокой и средней он одинаковый (0,76), различия не существенны. В августе квантовый выход фотосинтеза снижается по сравнению с июлем и существенно у вариантов с средней (0,71) и низкой нагрузкой кустов побегами (0,72) (рисунок 2).

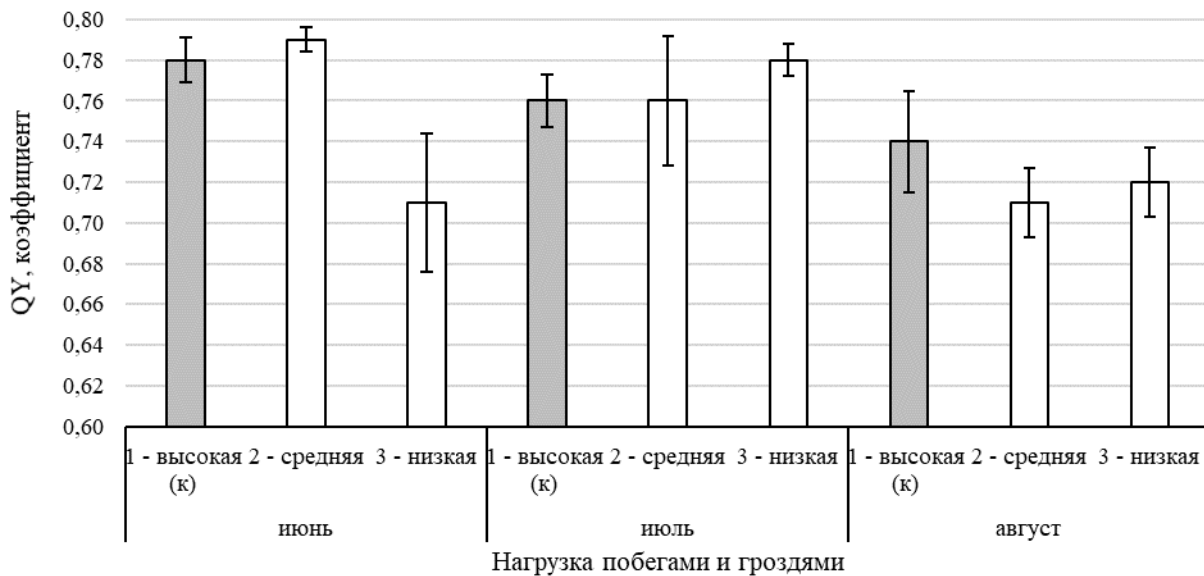


Рисунок 2. Квантовый выход (QY) фотосинтеза в листьях винограда сорта Centennial Seedless

Содержание хлорофилла в листьях по вариантам опыта в июне отличается не существенно, наибольшее было у варианта со средней нагрузкой кустов побегами и гроздьями за счет хлорофилла *b* (сумма хлорофиллов 1,30 мг/г сыр. массы). Также у этого варианта наименьшее соотношение хлорофиллов *a* и *b* за все сроки наблюдений (первый в 1,96 раза больше второго). В июле соотношение показателей меняется – сумма хлорофиллов наибольшая в варианте с низкой нагрузкой кустов (сумма хлорофиллов 1,17 мг/г сыр. массы) за счет хлорофилла *a*, не существенно от нее отличается сумма у варианта с высокой нагрузкой (сумма хлорофиллов 1,02 мг/г сыр. массы) и наименьшее значение у варианта со средней нагрузкой (сумма хлорофиллов 0,68 мг/г сыр. массы), тогда же и наибольшее соотношение хлорофиллов *a* и *b* за все сроки наблюдений (первый в 3,5 раза больше второго). В августе по сумме хлорофиллов выделился контрольный вариант – в этом варианте отмечается наибольшая сумма хлорофиллов – 1,58 мг/г сыр. массы за счет более высоких хлорофиллов *a* и *b*, у вариантов со средней и низкой нагрузкой существенно между собой не отличается – 1,14 и 1,23 мг/г сыр. массы, соответственно (рисунок 3).

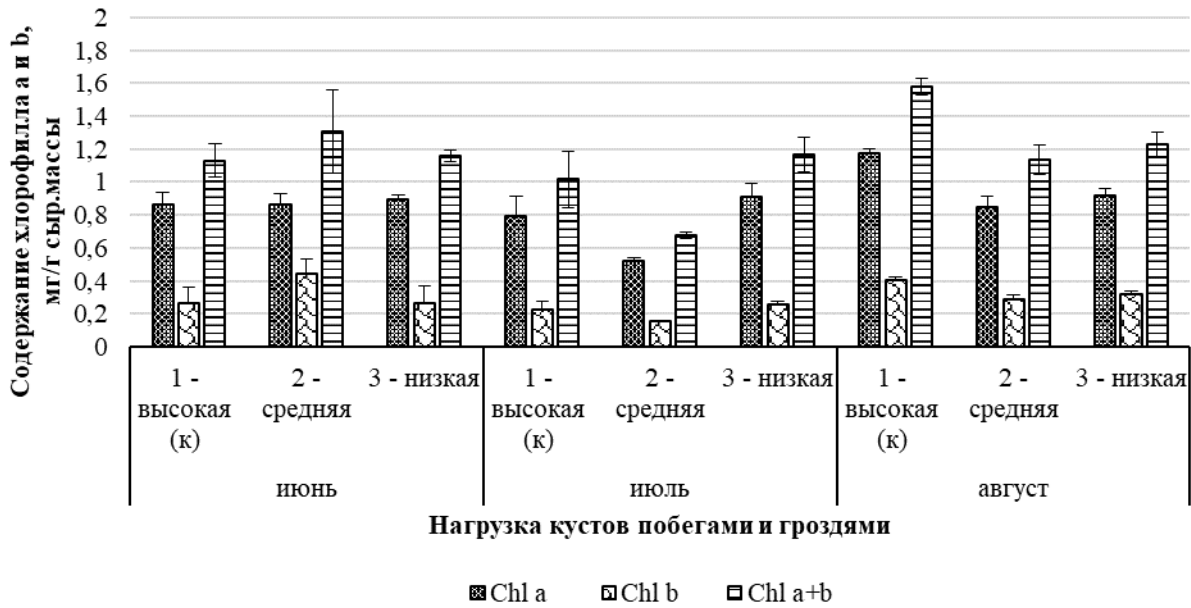


Рисунок 3. Содержание хлорофилла *a* и *b* (Chl *a*, Chl *b*) в листьях винограда сорта Centennial Seedless

Содержание каротиноидов в листьях винограда в июне наибольшее у варианта с низкой нагрузкой (0,30 мг/г сыр. массы), в июле – одинаково высокое значение у вариантов с высокой и низкой нагрузкой (0,27 мг/г сыр. массы). В оба месяца наименьшее содержание каротиноидов у варианта со средней нагрузкой кустов побегами и гроздьями (0,20 и 0,16 мг/г сыр. массы, соответственно). В августе содержание каротиноидов в листьях меняется существенно – наибольшее содержание отмечается у варианта с высокой нагрузкой (0,36 мг/г сыр. массы), у вариантов со средней и низкой оно меньше и примерно одинаково (0,32 и 0,31 мг/г сыр. массы, соответственно) (рисунок 4).

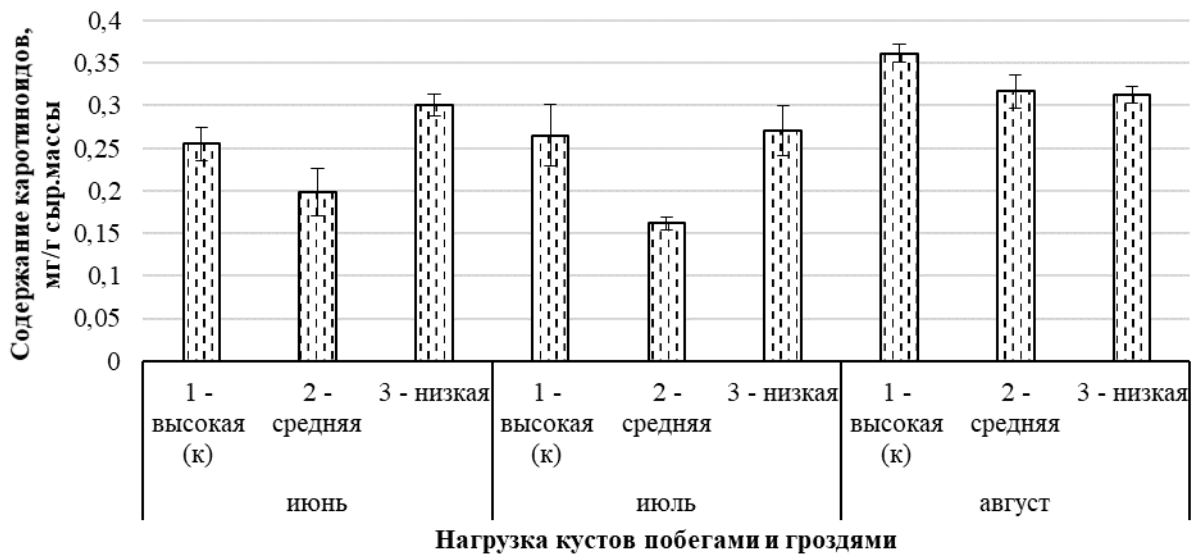


Рисунок 4. Содержание каротиноидов в листьях винограда сорта Centennial Seedless

Результаты анализов содержания каротиноидов следует сравнивать с выходом электролитов (рисунок 5). Чем выше выход электролитов, тем в большем стрессе находится растение. Высокое содержание каротиноидов говорит о высокой защитной функции растения. Выход электролитов ниже 10 % свидетельствует об отсутствии стресса. Данные значения наблюдаются у варианта со средней нагрузкой кустов гроздьями и побегами в июне и июле (8,3 и 7,3 %, соответственно), а также у варианта с высокой нагрузкой в июле (8,2 %). У варианта с низкой нагрузкой в июле выход электролитов чуть выше 10, стресс неярко выраженный.



Рисунок 5. Выход электролитов в листьях винограда сорта Centennial Seedless, %

В июне по числовому значению выхода электролитов стресс испытывали варианты с низкой и высокой нагрузкой (17,3 и 13,4 %, соответственно), содержание каротиноидов в этот месяц у данных вариантов также высокое. В августе стресс испытывали все варианты, поскольку этот месяц считается наиболее тяжелым для развития листа, содержание каротиноидов выше, чем в другие месяцы, что свидетельствует о хорошей защитной функции.

Относительное содержание воды в листьях было определено для трех вариантов нагрузки только в июле и августе, все значения выше 85 %. У вариантов с высокой и средней нагрузкой значения не сильно отличаются по срокам, у варианта с низкой нагрузкой – существенно (рисунок 6). В июле значения RWC колеблются от 88,6 % у варианта с высокой нагрузкой до 89,3 % с низкой нагрузкой. В августе ситуация обратная – от 85 % у растений с низкой нагрузкой до 88,4 % с высокой нагрузкой.

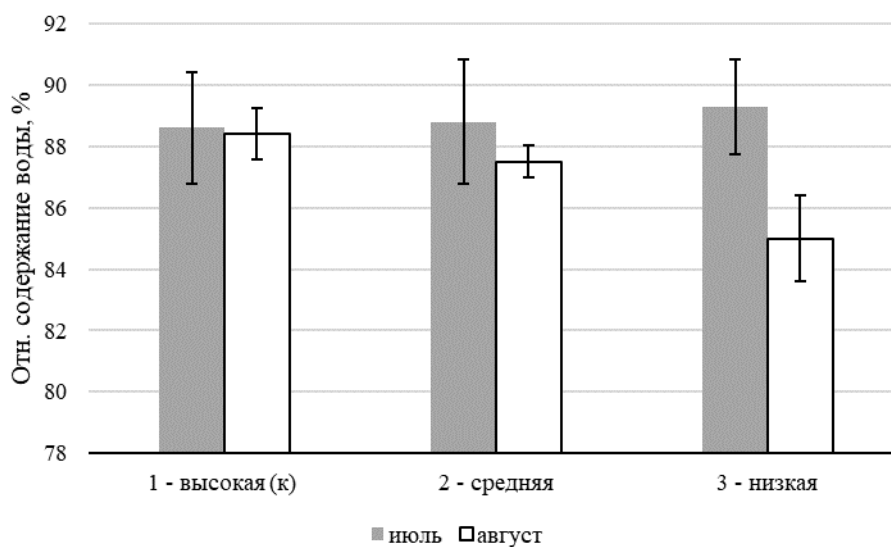


Рисунок 6. Относительное содержание воды (RWC) в листьях винограда сорта Centennial Seedless, %

Содержание воды в листьях винограда существенно меняется у варианта с высокой и средней нагрузкой кустов побегами и гроздьями с июня по август, у варианта с низкой нагрузкой – с июля по август. В июне значения варьируют от 71,6 % (средняя нагрузка) до 74,8 % (низкая нагрузка), в июле – от 74,9 % (средняя) до 76,1 % (высокая). Наименьшее значение отмечается у всех вариантов в августе, в начале созревания ягод винограда – от 63,8 % у варианта с низкой нагрузкой кустов побегами и гроздьями до 71,8 % у варианта с высокой нагрузкой (рисунок 7).

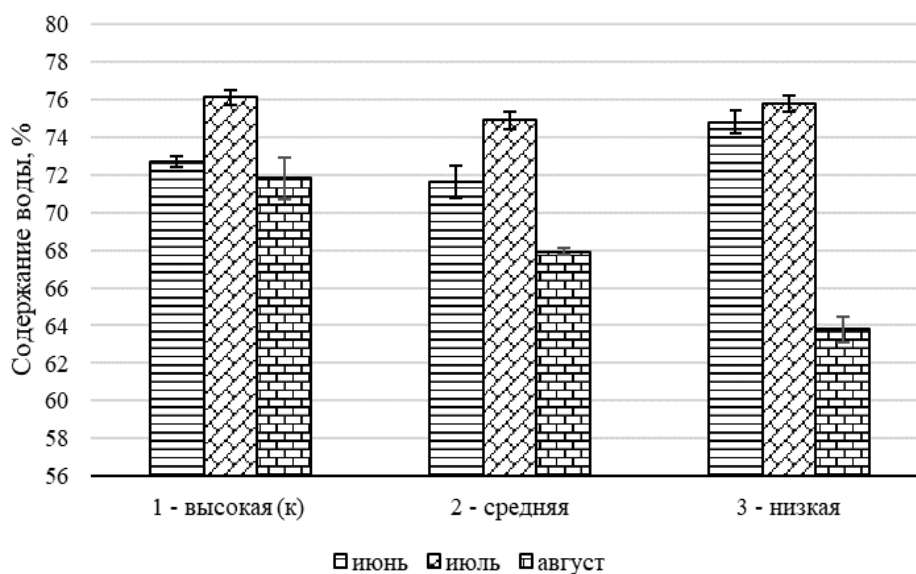


Рисунок 7. Содержание воды (WC) в листьях винограда сорта Centennial Seedless, %

Выводы. Физиолого-биохимические показатели листьев винограда сорта Centennial Seedless в течение летнего периода находились в пределах нормы, а в августе, в период наибольшего температурного стресса для листьев, вариант с высокой нагрузкой кустов побегами и гроздьями показал себя лучше всего.

Литература

1. Botelho R.V., Pires E.J.P., Terra M.M. Brotação e produtividade de videiras da cultivar Centennial Seedless (*Vitis vinifera* L.) tratadas com cianamida hidrogenada na região noroeste do estado de São Paulo // Rev. Bras. Frutic. 2002. Vol. 24. № 3. P. 611–614.
2. Effect of Pruning Severity on Vegetative, Physiological, Yield and Quality Attributes in Grape (*Vitis vinifera* L.) A Review / S. Senthilkumar, R.M. Vijayakumar, K. Soorianathasundaram, D.D. Devi // Curr. Agri. Res. 2015. Vol. 3(1). P. 42–54.
3. Berry-cluster thinning to prevent bunch compactness of ‘BRS Vitoria’, a new black seedless grape / S.R. Roberto, W.F.S. Borges, R.C. Colombo, R. Koyama, I. Hussain, R.T. Souza // Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 197. P. 297–303.
4. Виноградарство: учебник / К.В. Смирнов, Л.М. Малтабар, А.К. Раджабов, Н.В. Магузок, Л.П. Трошин. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 500 с.
5. Doulati Baneh H., Ahmadali J., Rasouli M. Effects of drought stress on some morpho-physiological traits of some Iranian and foreign commercial grape varieties // Research in Pomology. 2019. Vol. 4(2). P. 127–142.
6. Physiological and biochemical responses to drought stress in some autochthonous grapevines of Turkey / M. Koç, Ö. Kamiloğlu, R. Cangı, K. Yıldız // Acta Hort. 2019. Vol. 1248. P. 531–540.
7. Rootstock Control of Scion Response to Water Stress in Some Commercial Grapevine Cultivars (*Vitis vinifera* L.) / H. Rahmani, V. Rasoli, V. Abdossi, M. Ch. Ghanbari Jahromi // South African Journal of Enology and Viticulture. 2023. Vol. 44(1). P. 1–8.
8. Influence of new generation plant bio-regulators on physio-biochemical alterations in grapes cv. Beauty Seedless / V.B. Mhetre, V.B. Patel, S.K. Singh, M.K. Verma, C. Kumar, G.P. Mishra, A. Dahuja, A. Kumar // Indian Journal of Horticulture. 2021. Vol. 78(2). P. 198–204.
9. Morpho-Physiological and Anatomical Alterations of Salt-Affected Thompson Seedless Grapevine (*Vitis vinifera* L.) to Brassinolide Spraying / M.F.cEl-Banna, A.A. AL-Huqail, S. Farouk, B.E.A. Belal, M.A. El-Kenawy, A.F. Abd El-Khalek // Horticulturae. 2022. Vol. 8. 568.
10. Физиологические особенности корнесобственных гибридных форм винограда в летний период / А.Е. Мишко, М.А. Сундырева, В.С. Петров, Д.М. Цику, А.А. Мarmorштейн // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 68(2). С. 130–140.
11. Новые гибриды винограда селекции С.Э. Гусева в привитой и корнесобственной культуре [Электронный ресурс] / Д.М. Цику, А.А. Мarmorштейн, А.Е. Мишко, В.С. Петров // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 77(5). С. 34–46.
12. Gambetta G.A. Water stress and grape physiology in the context of global climate change // Journal of Wine Economics. 2016; 11(1): 168–180.
13. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия: монография. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2020. 138 с.
14. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В. Н. Гольцев [и др.]. Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2014. 220 с.
15. 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.

16. Leaf gas exchange and fluorescence of *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus* and *Quercus ilex* saplings in severe drought and high temperature conditions / I. Filella, J. Llusia, J. Pinol, J. Penuelas // *Environmental and Experimental Botany*. 1998. Vol. 39. P. 213–220.
17. Physiological Response to Short-Term Heat Stress in the Leaves of Traditional and Modern Plum (*Prunus domestica* L.) Cultivars / M. Viljevac Vuletić, I. Mihaljević, V. Tomaš, D. Horvat, Z. Zdunić, D. Vuković // *Horticulturae*. 2022. Vol. 8. 72.
18. Dionisio-Sese M.L., Tobita S. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress // *Plant Science*. 1998. Vol. 135. P. 1–9.