

С.П. Березовская, И.И. Рыфф, М.С. Попова, В.Ю. Стаматиди

ВЛИЯНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА МЕСТНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА КРЫМА НА СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЙ И ПОКАЗАТЕЛИ УРОЖАЯ В 2023–2024 гг.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Всероссийский национальный научно-исследовательский
институт виноградарства и виноделия «Магарач»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»*

Приведены результаты по изучению устойчивости местных сортов винограда Крыма к жаре и засухе в 2023–2024 гг. Критериями оценки сортов на устойчивость были водный режим растений (измерение водных потенциалов листьев и их водоудерживающей способности), ростовые процессы (измерение длины побегов и площади листьев), урожайность (масса урожая с куста). Дана оценка учета депрессии урожая под влиянием стресса. Установлена достоверность различий водного режима по исследуемым сортам винограда. Определено влияние водного статуса растений на их рост, развитие и формирование урожая. В результате исследований выделены следующие наиболее устойчивые к жаре и засухе сорта винограда: ‘Асма’, ‘Тергульмек’, ‘Альбурла’, ‘Кок пандас’.

Ключевые слова: сорта винограда, водный статус, абиотический стресс, водный потенциал, стрессоустойчивость

Цитирование: Березовская С.П., Рыфф И.И., Попова М.С., Стаматиди В.Ю. Влияние стабильности водного режима местных сортов винограда Крыма на состояние растений и показатели урожая в 2023–2024 гг. // Промышленная ботаника. 2025. Вып. 25, № 4. С. 105–118. DOI: 10.5281/zenodo.17801047

Введение

Из всех типов абиотических стрессов, которым подвергаются растения, выращиваемые в полевых условиях, наиболее влиятельным является водный стресс [17, 22]. Засуха, вызванная длительным периодом отсутствия осадков в сочетании с чрезмерной жарой, снижает продуктивность побегов винограда, ослабляет их рост, вместе с избыточной радиацией приводит к ожогам листьев и сморщиванию ягод, а иногда и к гибели самих растений [3, 9, 22, 27]. При таких погодных условиях растения подвергаются одновременно водному и тепловому стрессу, который приводит к изменениям в их функциональном

состоянии и направленности физиологических процессов [3, 13, 17]. Для предотвращения водного стресса устьица закрываются, нарушается процесс фотосинтеза [20, 22, 27]. Сами ягоды уязвимы к тепловому стрессу, что сказывается на их составе и качестве вина [30, 31].

Способность переносить стресс у сортов винограда различна [29]. Многосторонний подход к решению проблемы – как противостоять жаре и засухе – может включать использование альтернативных, более устойчивых к жаре и засухе сортов [27], в связи с чем изучение стрессоустойчивости различных сортов винограда является актуальным.

Цель и задачи исследований

Цель исследований заключалась в выявлении специфики формирования урожая исследуемых сортов винограда в зависимости от их устойчивости к совместному действию высоких температур и засухи.

В задачи исследований входило изучение водного режима и анализ изменений физиологических, агробиологических и биохимических параметров исследуемых сортов винограда под влиянием жары и засухи; установление устойчивых к жаре и засухе сортов.

Объекты и методики исследований

Объектами исследований являлись местные сорта винограда: 'Крона', 'Солдайя', 'Кок пандас', 'Альбурла', 'Асма', 'Кокур белый/к.46-10-6', 'Танагоз', 'Тергульмек', произрастающие в ампелографической коллекции ФГБУН «ВНИИ-ВиВ «Магарач» НИЦ «Курчатовский институт» в Крымском западно-приморском предгорном районе. Все растения одного года посадки. Виноградник неорошаемый. Почва – чернозем южный слабогумусированный. Схема посадки 3,0 × 1,5 м. Кусты сформированы на одноплоскостной шпалере с высотой штамба 70–75 см. Каждый сорт представлен 10 кустами.

В работе использованы следующие методы исследований: физиологический, основанный на измерении водных потенциалов листьев (Ψ) предрассветных – Ψ лп и дневных – Ψ лд при помощи камеры давления [14, 17, 28]; колориметрический – для определения общего содержания фенольных веществ с применением реактива Фолин-Чокальгэу; определение содержания массовой концентрации титруемых кислот методом титрования 0,1N NaOH; рефрактометрический – для определения массовой концентрации сахаров [11]. Агробиологический учет и наблюдения проводились согласно общепринятым в виноградарстве методам [10]. Статистическая обработка данных выполнена согласно [8] и с помощью стандартных программ Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее важными параметрами, характеризующими периоды вегетации винограда,

являются температура воздуха и количество осадков [7]. Вегетационные периоды винограда 2023–2024 гг. в Крымском западно-приморском предгорном районе характеризовались значительными превышениями среднемесячных температур воздуха по сравнению со средними многолетними (рис. 1).

В вегетационный период винограда 2023 г. превышение среднемесячных температур воздуха отмечено в апреле, июне, июле и особенно в августе и сентябре на 0,7; 0,4; 0,6 и 2,9 и 2,4 °С соответственно. В июле максимальные температуры достигали +37 °С.

В вегетационный период винограда 2024 г. значительное превышение среднемесячных температур воздуха наблюдалось в апреле, июне, июле, августе, сентябре на: 5,0; 3,5; 3,9; 1,9; 3,5 °С, соответственно. Максимальные температуры воздуха в августе достигали +38 °С. Рост и развитие растений винограда по фазам вегетации зависит в основном от температуры воздуха и накопления активного тепла (температуры воздуха выше 10 °С).

В период исследований 2023–2024 гг. наблюдалось более интенсивное накопление суммы активных температур воздуха по сравнению со средними многолетними. В 2023 г. сумма активных температур составила 3396 °С, превышая среднюю многолетнюю величину (3200 °С) на 196 °С. В 2024 г. сумма активных температур составила 3712 °С, что значительно превышает среднюю многолетнюю на 512 °С.

При среднегодовой норме осадков в районе исследований, равной 531,3 мм, в 2023 г. выпало 532,3 мм, т.е. сумма осадков практически равнялась средней многолетней. Но выпадение осадков в течение вегетационного периода было крайне неравномерным (рис. 2). Так, в период март – апрель выпало соответственно 13,0 и 5,8 мм, а в августе – сентябре соответственно 8,0 и 4,0 мм, т.е. хозяйственно-полезные осадки в эти периоды практически отсутствовали, что на фоне высоких температур воздуха, особенно в период созревания ягод винограда – августе и сентябре – привело к возникновению летне-осенней засухи. В 2024 г. выпало 521,9 мм осадков, что также очень близко к средней мно-

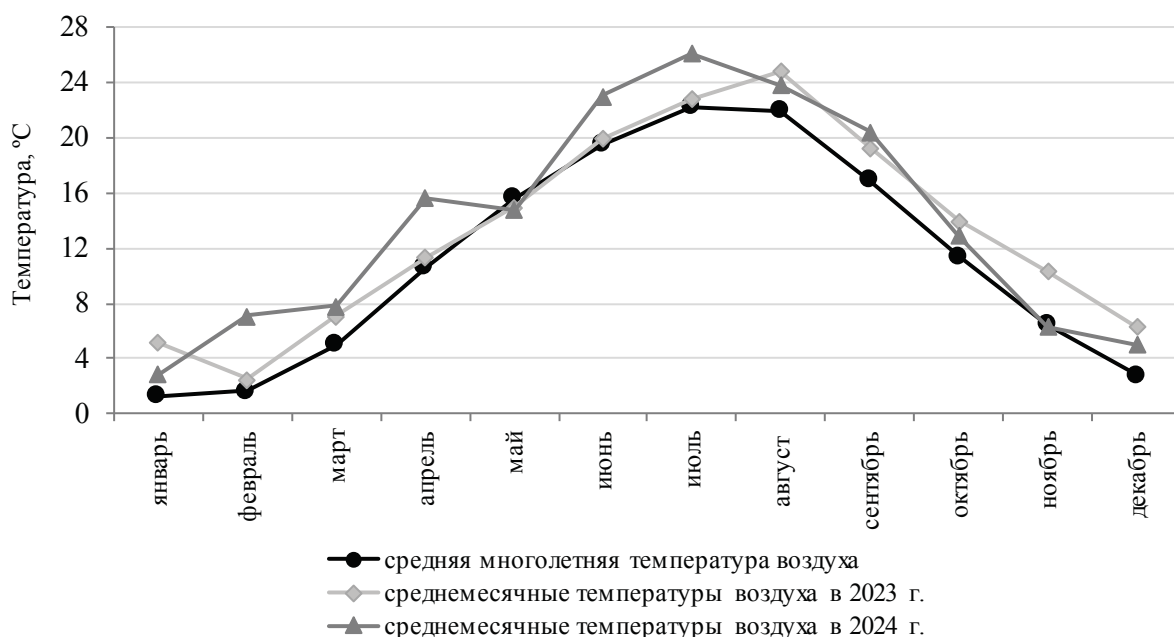


Рис. 1. Значения средних многолетних и среднемесячных температур воздуха в Крымском западно-приморском предгорном районе, 2023–2024 гг.

Fig. 1. Values of average long-term and average monthly air temperatures in the Crimean western coastal foothill region, 2023–2024

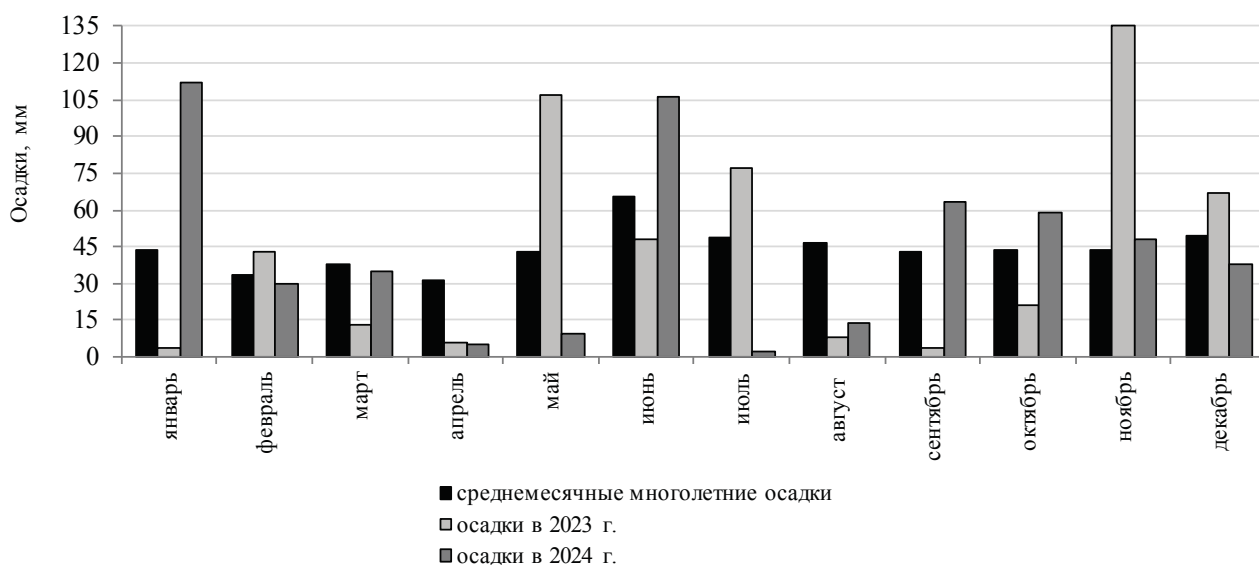


Рис. 2. Значения среднемесячных многолетних и сумм осадков в Крымском западно-приморском предгорном районе, 2023–2024 гг.

Fig. 2. Values of average monthly long-term and total precipitation in the Crimean western coastal foothill region, 2023–2024

голетней величине. Но, из-за неравномерного распределения осадков в течение вегетационного периода, практически их отсутствия в фазу роста винограда, распускания почек, роста побегов (в апреле и мае: 5,4 и 9,4 мм) и фазу созре-

вания ягод (в июле и августе: 2,1 и 14,0 мм) на фоне высоких температур воздуха, значительно превышающих средние многолетние, наблюдались ранняя весенне-летняя и летне-осенняя засухи.

Такие погодные условия, при которых наступает длительный период засухи и одновременно жары, приводят к снижению водного потенциала растений, включая листья, вызывают изменения в водном статусе растений и их функциональном состоянии, то есть влияют на рост и развитие побегов, листьев, ягод винограда и качественный состав их сока, а также товарный вид гроздей столовых сортов винограда. Поэтому данный параметр используют в качестве показателя устойчивости растений к дегидратации тканей [17, 22, 29]. В условиях отсутствия транспирации (в ночное время до восхода солнца) предрассветный водный потенциал растений ($\Psi_{лп}$) уравнивается с наиболее влажным слоем почвы, доступным корневой системе растений. В дневное время по мере увеличения скорости транспирации водный потенциал растений ($\Psi_{лд}$) уменьшается. Поскольку чрезмерное падение

водного потенциала может быть губительным для растений, они выработали разнообразные адаптации для его предотвращения [29]. Чтобы оценить адаптацию разных сортов винограда к стрессу рекомендуется изначально исследовать водное состояние растений путем измерения водного потенциала листьев [14, 22, 29]. Изучение водного статуса растений путем измерения водных потенциалов листьев в современных исследованиях признано маркером в определении их устойчивости к жаре и засухе [14, 22, 29].

Исследуемые сорта винограда неодинаково реагировали на стрессовые условия, возникающие вследствие жары и засухи. Анализ значений водных потенциалов листьев за вегетационный период 2023 г. показал (рис. 3), что в июне – в период роста побегов и цветения винограда все растения исследуемых сортов испытывали легкий водный стресс.

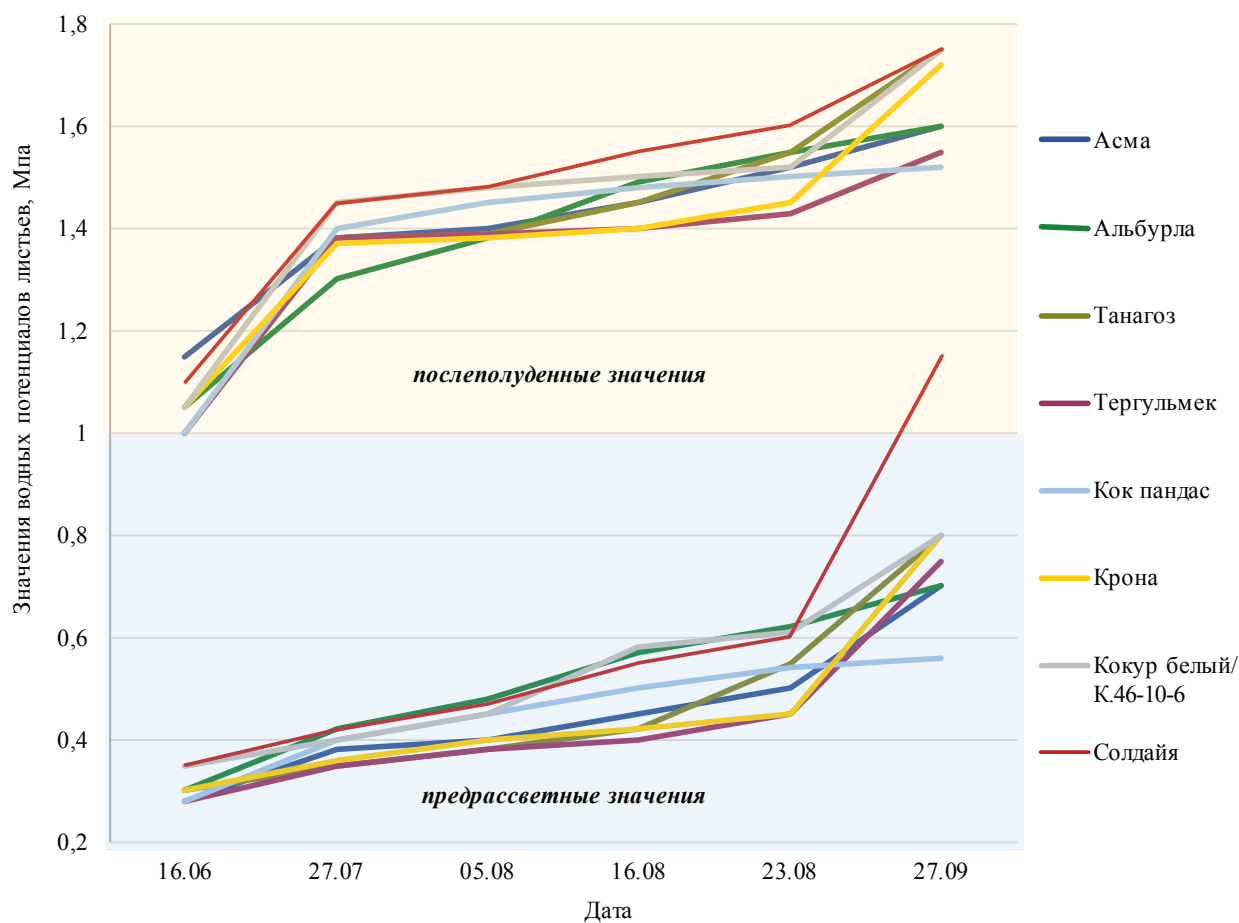


Рис. 3. Направленность значений водных потенциалов листьев в вегетационный период 2023 г. (значения по модулю)

Fig. 3. Direction of leaf water potential values during the vegetation period of 2023 (modulo values)

Средние значения $\Psi_{лп}$ не превышали $-0,35$ МПа, а $\Psi_{лд}$ $-1,1$ МПа. Этому способствовали еще невысокие температуры воздуха в данный период и запас влаги зимне-весеннего периода в почве. В июле, на фоне роста температур воздуха и усугубления засухи, наблюдалось постепенное нарастание водного стресса. Средние значения $\Psi_{лп}$ снижались до $-0,42$ МПа, а значения $\Psi_{лд}$ в среднем до $-1,45$ МПа, то есть все исследуемые растения испытывали довольно серьезный водный стресс средней глубины. Усиление жары и засухи в конце июля, августе и сентябре на фоне значительного превышения среднемесячных температур воздуха и отсутствие хозяйственно-полезных осадков в фазу созревания ягод винограда привело к еще более значительному снижению водного потенциала листьев как в предрассветные, так и в послеполуденные часы. Растения всех исследуемых сортов испытывали глубокий водный стресс. Наибольшее снижение значений $\Psi_{лп}$ отме-

чено у сортов Крона и Кокур белый/к.46-10-6 до $-0,8$ МПа, Солдайя до $-1,15$ МПа. У этих же сортов наблюдалось и наибольшее снижение $\Psi_{лд}$: Крона до $-1,72$ МПа, Кокур белый/к. 46-10-6 и Солдайя до $-1,75$ МПа. У сорта Танагоз снижение $\Psi_{лп}$ и $\Psi_{лд}$ было несколько меньше и соответственно составило $-0,75$ МПа и $-1,7$ МПа. У сортов Кок пандас, Тергульмек, Асма и Альбурла $\Psi_{лп}$ и $\Psi_{лд}$ снижались в меньшей степени и соответственно составили: $-0,58$ и $-1,54$; $-0,7$ и $-1,55$; $-0,7$ и $-1,6$; $-0,72$ и $-1,6$ МПа, что указывает на более стабильный водный статус этих сортов и их большую устойчивость к совместному влиянию жары и засухи.

В 2024 г. анализ водных потенциалов листьев исследуемых сортов в мае и июне – в период роста побегов и ягод винограда, показал, что растения испытывали легкий водный стресс (рис. 4), этому способствовало сохранение влаги в почве зимнего периода и выпадение осадков в июне.

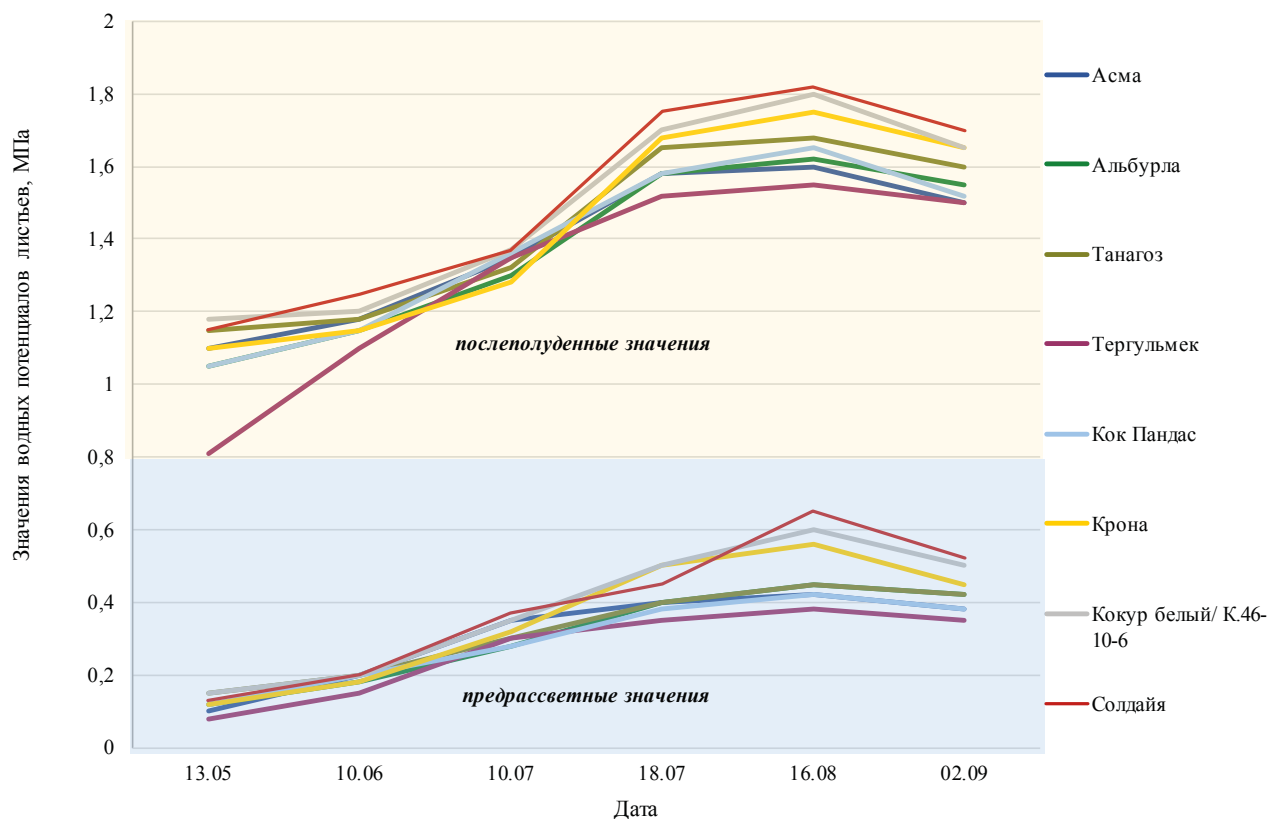


Рис. 4. Направленность значений водных потенциалов листьев в вегетационный период 2024 г. (значения по модулю)

Fig. 4. Direction of leaf water potential values during the vegetation period of 2024 (modulo values)

Средние значения водных потенциалов листьев в предрассветные часы не опускались ниже $-0,25$ МПа, а дневные ниже $-1,25$ МПа. Практически отсутствие хозяйственно-полезных осадков в июле (2,1 мм) и августе (14,0 мм) на фоне температур воздуха, значительно превышающих средние многолетние значения, привели к снижению водного потенциала листьев у всех исследуемых сортов. Растения испытывали стресс средней глубины. Анализ показал, что снижение водных потенциалов листьев у сортов было выражено в разной степени. Наибольшее снижение $\Psi_{лп}$ отмечено у сортов Кокур белый/к.46-10-6, Крона, Солдайя $-0,45$ МПа. В дневные часы $\Psi_{лд}$ больше всего снижались у сорта Крона до $-1,68$ МПа, у сорта Кокур белый/к.46-10-6 до $-1,7$ МПа и до $-1,75$ МПа у сорта Солдайя. У сортов Асма, Альбурла, Кок пандас и Тергульмек $\Psi_{лп}$ не снижались менее чем до $-0,4$ МПа, а $\Psi_{лд}$ менее чем до $-1,6$ МПа, что характеризует их большую адаптацию к абиотическим стрессам (жаре и засухе).

В период созревания ягод винограда все сорта испытывали глубокий водный стресс. В этот период максимального напряжения вод-

ного режима растений из-за засухи и высоких температур нами были установлены достоверные различия (на уровне значимости ($p \leq 0,05$)) между сортами по предрассветным и послеполуденным значениям водных потенциалов листьев (табл. 1, 2). Для статистической обработки данных использовали критерий Стьюдента. 'Кок пандас' служил контролем как высоко засухоустойчивый сорт. Количество листьев рассматриваемого сорта равнялось пяти. Наряду с сортом Кок пандас были выделены наиболее устойчивые: 'Тергульмек', 'Асма', 'Альбурла', 'Танагоз' и наименее устойчивые: 'Солдайя', 'Кокур белый/к.46-10-6' и 'Крона'.

Данные, полученные по значениям водных потенциалов листьев, подтверждены показателями их водоудерживающей способности, которую характеризовали по величине водоотдачи исследуемых сортов [21]. Определялись показатели потери влаги листьями (по их весу) и соответствующие им значения водного потенциала листьев (табл. 3). При этом большей водоотдаче листьев соответствовала меньшая водоудерживающая способность и наоборот.

Снижение водных потенциалов листьев происходило быстрее у тех сортов, у которых

Таблица 1. Значения водных потенциалов листьев $\Psi_{л}$ (МПа) исследуемых сортов винограда в период жары и засухи, 2024 г.

Сорт	Дата наблюдения									
	18.07		30.07		16.08		25.08		02.09	
	$\Psi_{лп}$	$\Psi_{лд}$	$\Psi_{лп}$	$\Psi_{лд}$	$\Psi_{лп}$	$\Psi_{лд}$	$\Psi_{лп}$	$\Psi_{лд}$	$\Psi_{лп}$	$\Psi_{л}$
Асма	$-0,4 \pm 0,01$	$-1,58 \pm 0,02$	$-0,42 \pm 0,01$	$-1,59 \pm 0,01$	$-0,43 \pm 0,01$	$-1,6 \pm 0,01$	$-0,45 \pm 0,01$	$-1,62 \pm 0,02$	$-0,38 \pm 0,01$	$-1,5 \pm 0,1$
Кок пандас	$-0,38 \pm 0,02$	$-1,58 \pm 0,03$	$-0,4 \pm 0,02$	$-1,6 \pm 0,02$	$-0,42 \pm 0,01$	$-1,65 \pm 0,02$	$-0,45 \pm 0,01$	$-1,65 \pm 0,02$	$-0,38 \pm 0,01$	$-1,52 \pm 0,02$
Тергульмек	$-0,35 \pm 0,01$	$-0,52 \pm 0,01$	$-0,36 \pm 0,01$	$-1,53 \pm 0,01$	$-0,38 \pm 0,01$	$-1,55 \pm 0,02$	$-0,42 \pm 0,01$	$-1,58 \pm 0,01$	$-0,35 \pm 0,01$	$-1,5 \pm 0,01$
Крона	$-0,45 \pm 0,01$	$-0,68 \pm 0,01$	$-0,47 \pm 0,01$	$-1,7 \pm 0,01$	$-0,48 \pm 0,02$	$-1,75 \pm 0,01$	$-0,52 \pm 0,02$	$-1,76 \pm 0,01$	$-0,4 \pm 0,02$	$-1,65 \pm 0,02$
Кокур белый/к.46-10-6	$-0,5 \pm 0,02$	$-0,7 \pm 0,02$	$-0,52 \pm 0,01$	$-1,72 \pm 0,02$	$-0,56 \pm 0,02$	$-1,8 \pm 0,01$	$-0,58 \pm 0,02$	$-1,82 \pm 0,01$	$-0,45 \pm 0,02$	$-1,65 \pm 0,01$
Альбурла	$-0,4 \pm 0,01$	$-1,58 \pm 0,01$	$-0,42 \pm 0,01$	$-1,6 \pm 0,01$	$-0,45 \pm 0,01$	$-1,62 \pm 0,01$	$-0,47 \pm 0,01$	$-1,65 \pm 0,02$	$-0,42 \pm 0,01$	$-1,55 \pm 0,02$
Солдайя	$-0,45 \pm 0,01$	$-1,75 \pm 0,01$	$-0,55 \pm 0,02$	$-1,8 \pm 0,01$	$-0,63 \pm 0,02$	$-1,82 \pm 0,01$	$-0,65 \pm 0,01$	$-1,85 \pm 0,01$	$-0,52 \pm 0,02$	$-1,7 \pm 0,02$
Танагоз	$-0,4 \pm 0,02$	$-1,6 \pm 0,02$	$-0,45 \pm 0,02$	$-1,65 \pm 0,01$	$-0,48 \pm 0,01$	$-1,68 \pm 0,01$	$-0,5 \pm 0,02$	$-1,72 \pm 0,02$	$-0,4 \pm 0,01$	$-1,6 \pm 0,01$

Таблица 2. Достоверность различий значений водных потенциалов листьев в фазу созревания ягод винограда, 2024 г.

Сорт	Значения водных потенциалов листьев, Ψ л (МПа)					
	Ψ лп			Ψ лд		
	сред. ариф.	стан. откл.	ош. ср.	сред. ариф.	стан. откл.	ош. ср.
Контроль (Кок пандас)	0,406	0,29665	0,013266	1,6	0,054314	0,02429
Танагоз	0,446	0,045607	0,020396	1,674	0,039749	0,017776
Крона	0,464	0,043932	0,019647	1,708	0,046583	0,020833
Кокур белый/к.46-10-6	0,468	0,021679	0,009695	1,728	0,087864	0,039294
Солдайка	0,492	0,053572	0,023958	1,784	0,059414	0,026571
Асма	0,414	0,026077	0,011662	1,578	0,046043	0,020591
Альбурла	0,432	0,027749	0,01241266	1,608	0,054314	0,037014
Тергульмек	0,372	0,029496	0,013191	1,542	0,054314	0,036332

Примечание. Сред. ариф. – среднее арифметическое; стан. откл. – стандартное отклонение; ош. ср. – ошибка среднего арифметического.

при обезвоживании процент водоотдачи был выше: ‘Танагоз’, ‘Кокур белый/к.46-10-6’, ‘Крона’, ‘Солдайка’. Низкие значения водоотдачи отмечены у сортов Тергульмек, Асма, Альбурла, Кок пандас, что характеризует их водный статус как более стабильный и позволяет сортам быть более устойчивыми к условиям жары и засухи.

Общеизвестно, что на функциональное состояние растений в большей степени влияет их водный режим. В исследованиях растений на устойчивость к жару и засухе широко используются методы оценки по ростовым процессам и урожайности

[26]. Одним из наиболее достоверных и объективных эффектов дефицита влаги у растений является снижение роста побегов, который служит одним из наиболее чувствительных показателей водного стресса. Даже умеренный водный стресс замедляет рост побегов [3, 23, 31]. Анализ значений длины побегов исследуемых растений винограда в динамике показал, что в 2023 г. наблюдалась в большей степени средняя (1,3–2,0 м) и в меньшей степени слабая сила роста побегов (0,6–1,2 м), а в 2024 г. отмечен в основном слабый рост побегов у всех исследуемых сортов (рис. 5, 6).

Таблица 3. Средние значения водоотдачи листьев исследуемых сортов винограда при их обезвоживании, 2023–2024 гг.

Сорт	Параметры	Время, мин.				Потери веса	
		0	30	60	90	г	%
Асма	вес, г	4,45	4,42	4,38	4,34	0,11	2,3
	Ψ л, МПа	-0,1	-0,9	-1,18	-1,2		
Альбурла	вес, г	4,3	4,23	4,18	4,15	0,15	3,5
	Ψ л, МПа	-0,1	-0,95	-1,18	-1,25		
Танагоз	вес, г	2,3	2,26	2,24	2,21	0,09	3,9
	Ψ л, МПа	-0,1	-1,15	-1,2	-1,25		
Тергульмек	вес, г	5,53	5,48	5,46	5,42	0,11	2,0
	Ψ л, МПа	-0,1	-0,8	-0,95	-1,05		
Кок пандас	вес, г	3,61	3,58	3,56	3,54	0,07	1,9
	Ψ л, МПа	-0,1	-0,98	-1,12	-1,15		
Крона	вес, г	3,75	3,68	3,62	3,57	0,18	4,8
	Ψ л, МПа	-0,1	-1,2	-1,25	-1,35		
Кокур белый/к.46-10-6	вес, г	2,65	2,57	2,52	2,53	0,12	4,5
	Ψ л, МПа	-0,1	-1,18	-1,25	-1,3		
Солдайка	вес, г	2,95	2,86	2,83	2,8	0,15	5,0
	Ψ л, МПа	-0,1	-1,28	-1,32	-1,4		

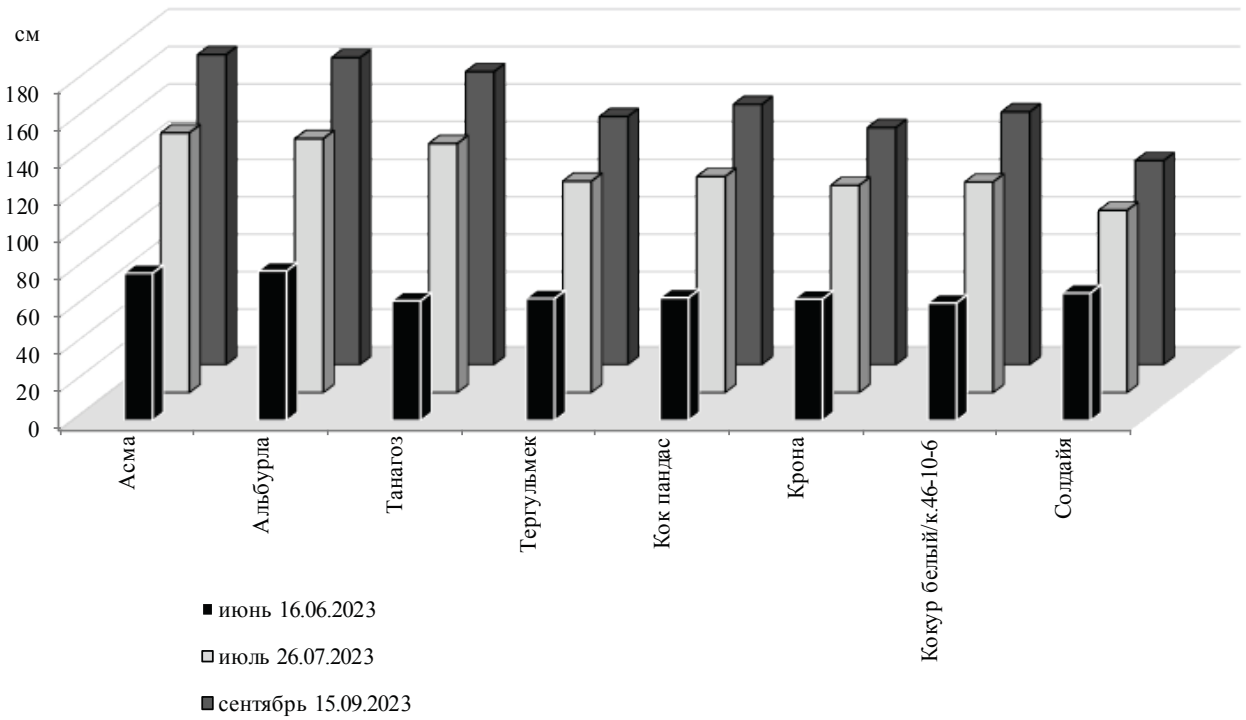


Рис. 5. Динамика роста побегов в вегетационный период 2023 г.
 Fig. 5. Dynamics of shoot growth during the vegetation period of 2023

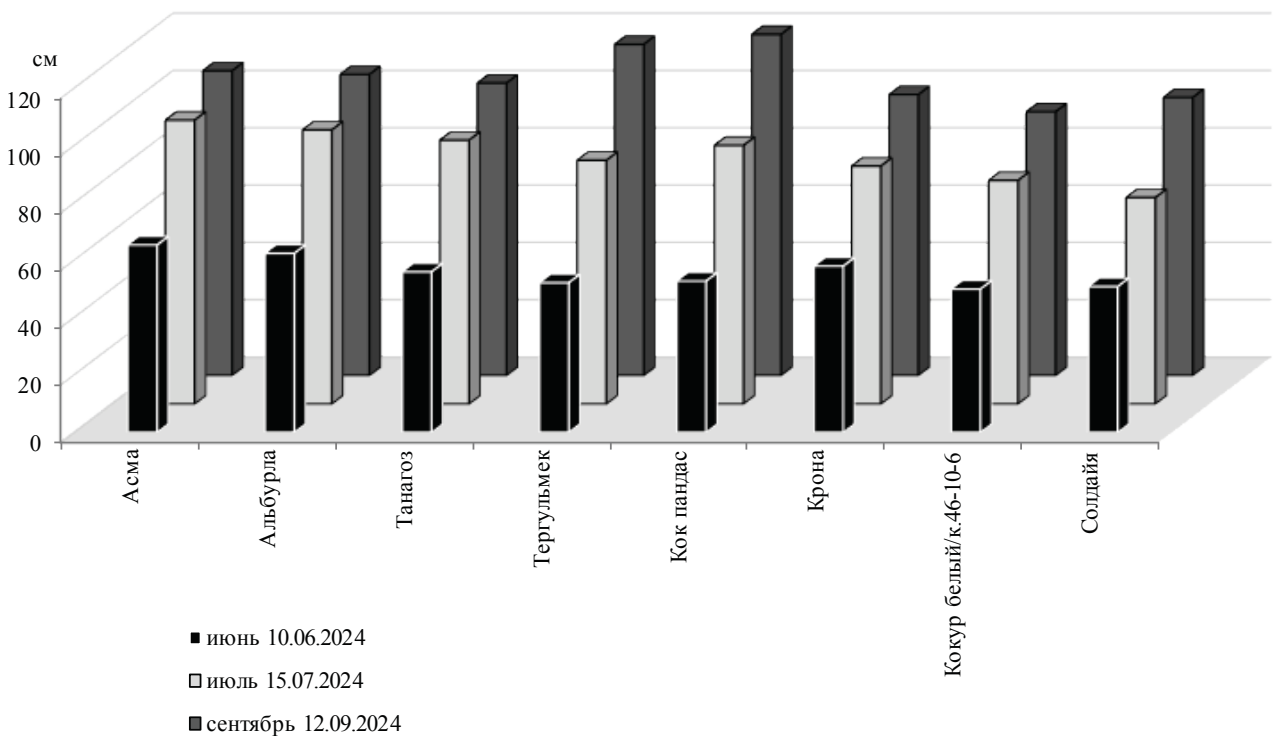


Рис. 6. Динамика роста побегов в вегетационный период 2024 г.
 Fig. 6. Dynamics of shoot growth during the vegetation period of 2024

Высокие показатели по силе роста побегов по годам исследований получены у сортов Кок пандас, Тергульмек, Асма, Альбурла и Танагоз, что характеризует их как более устойчивые; низкие показатели у сортов Крона, Кокур белый/к.46-10-6 и Солдайя, что характеризует их как менее устойчивые к жаре и засухе.

Получение высокого урожая винограда, как и других сельскохозяйственных культур, требует формирования мощного ассимиляционного аппарата, так как лист выполняет функции фотосинтеза и транспирации, участвует в важнейших процессах жизнедеятельности растений [2]. Тепловой стресс, который в большинстве случаев сопровождается засухой, снижает устьичную проводимость и эффективность использования воды, вызывает снижение фотосинтеза и увеличение транспирации [18, 19]. По мере повышения напряженности засухи на смену механизмам, обеспечивающим поддержание устьиц открытыми, приходит ограничение транспирационных потерь: закрытие устьиц и уменьшение скорости роста листьев [24].

Анализ средних значений площади листьев исследуемых сортов за два года показал (рис. 7), что более развитую листовую поверхность соответственно по годам имели сорта Асма, Кок

пандас, Тергульмек, Альбурла, Танагоз. Менее развитую листовую поверхность имели сорта Кокур белый/к.46-10-6, Крона, Солдайя.

Процент поражения листовой поверхности, вызванный жарой и засухой, в среднем за два года исследований (2023–2024 гг.) был меньше у сортов Асма – 6,5 %, Альбурла – 13,0 %, Кок пандас – 5 %, Тергульмек – 4,0 %, Танагоз – 16,0 %, больше у сортов Кокур белый/к.46-10-6 – 17,0 %, Крона – 21,0 %, Солдайя – 23,0 %.

Было установлено [5], что коэффициент полезного действия (КПД) фотосинтетической активной радиации (ФАР) на 93,4 % зависит от изменения площади листовой поверхности куста. Между КПД ФАР и урожаем винограда с куста существует сильная линейная корреляционная связь и регрессионная зависимость. Изменение массы урожая винограда с куста на 99,9 % зависит от площади листовой поверхности и КПД ФАР. Основным критерием уровня адаптации культурных растений по А.А. Жученко является обеспечение высокого количества и качества урожая [6].

Данные по массе урожая с куста, которые были определены нами в 2023 и 2024 гг. в сравнении со средними многолетними [15] значениями данных сортов, представлены на рис. 8.

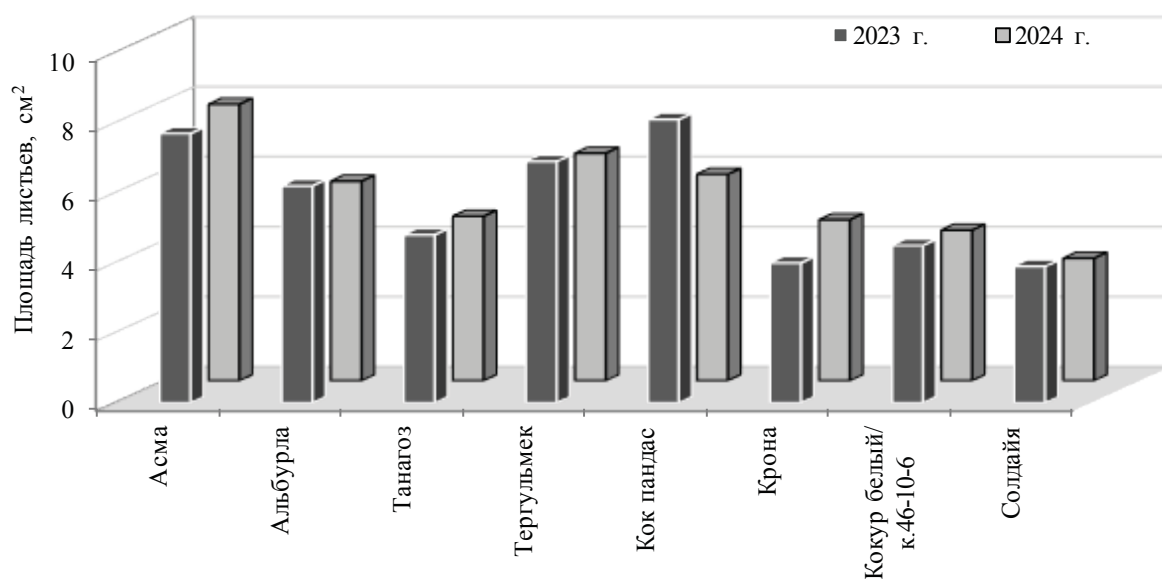


Рис. 7. Значения площади листьев исследуемых сортов за 2023–2024 гг.

Fig. 7. Leaf area values of the studied cultivars for 2023–2024

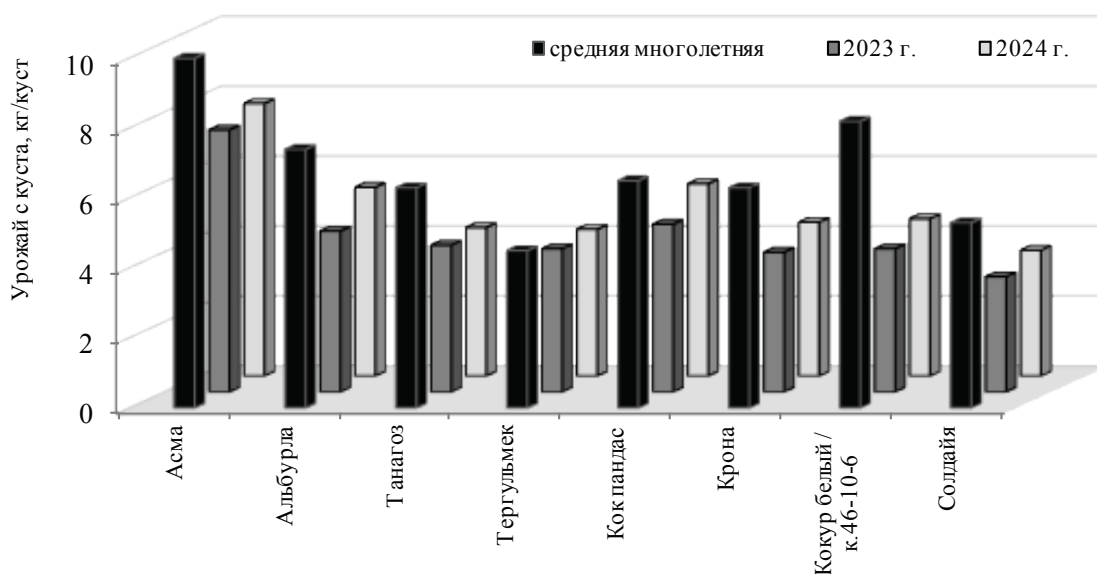


Рис. 8. Значения урожая с куста исследуемых сортов винограда по средним многолетним и средним показателям за 2023–2024 гг.

Fig. 8. Yield values per vine of the studied grape cultivars based on average long-term and average indicators for 2023–2024

Высокие урожаи в среднем за два года исследований были определены у сортов Асма, Альбурла и Кок пандас. Как было отмечено ранее, эти сорта обладали также и хорошо развитой листовой поверхностью. Несколько меньше урожай у сортов Тергульмек, Кокур белый/к. 46-10-6, Танагот. Самый низкий урожай отмечен у сорта Солдайя.

Наиболее полное представление об устойчивости сорта к стрессовым факторам в полевых условиях дает оценка учета депрессии урожая под влиянием стресса в естественных условиях [4]. Имея возможность сравнить средний урожай с куста, полученный у исследуемых сортов в 2023 и 2024 гг. со средними многолетними данными [15], нами был проведен учет депрессии урожая и определен процент отклонения полученных результатов по данному показателю от средних многолетних значений. Самый низкий средний процент отклонения по данному показателю за 2 года исследований был у сортов Тергульмек – 7,8 %, Кок пандас – 20,6 %, Асма – 24,1 %, Альбурла – 32,1 %. Как было показано ранее, у данных сортов были определены более развитые побеги и листовая поверхность,

а также меньшее снижение водного потенциала листьев как в предрассветные, так и в послеполуденные часы. Несколько ниже процент отклонения был у сортов: Танагот – 33,1 % и Крона – 33,7 %. Самые высокие значения отклонения от средних величин были у сортов Солдайя – 45,6 % и Кокур белый/к.46-10-6. – 47,1 %. У данных сортов было отмечено и большее снижение роста побегов и площади листьев. Зависимость урожая винограда от водного статуса растений отражена в работе В.Ю. Стаматиди и И.И. Рыфф И.И. [16]. В настоящее время водный обмен рассматривается как маркер функционального состояния виноградного растения [25, 29].

Явления жары и засухи снижают урожай растений, задерживают созревание ягод и вызывают значительное снижение их качества [23]. По биохимическим показателям у сортов Кок пандас, Тергульмек, Альбурла и Асма на фоне более высоких и стабильных урожаев отмечено характерное для них накопление массовой концентрации сахаров (г/100 см³) и титруемых кислот (г/дм³). Средние значения данных показателей за 2 года исследований по изучаемым

сортам соответственно составили: 'Кок пандас' – 23,2 и 5,7; 'Тергульмек' – 22,2 и 5,4; 'Альбурла' – 19,6 и 4,5; 'Асма' – 19,0 и 5,0; 'Крона' – 22,7 и 5,1; 'Танагоз' – 18,5 и 5; 'Кокур белый/к.46-10-6' – 22,8 и 5,3; 'Солдайя' – 21,7 и 5,6. Высокое содержание фенольных веществ получено у сортов Кок пандас – 335,0; Тергульмек – 271; Альбурла – 222; Солдайя – 245 и Крона – 269 мг/л. Несколько меньшее накопление фенольных веществ отмечено у сортов Кокур белый/к.46.10.6, Асма – 165, Танагоз – 168 мг/л. Процессам высокого сахаронакопления и образования фенольных веществ способствовали большая сумма активных температур воздуха и водный стресс в период созревания урожая. Повышение сахаров и фенольных веществ в соке ягод при абиотическом стрессе установлено в работах С.П. Березовской и М.С. Поповой [1], а также J.L. Chacón-Vozmediano с соавторами [17]. Нужно также отметить сбалансированность полученного сочетания массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в ягодах у более устойчивых к жаре и засухе сортов винограда: 'Кок пандас', 'Тергульмек', 'Асма', 'Альбурла', что является показателем качества получаемой продукции [12].

Суммируя полученные экспериментальные данные, можно заключить, что в вегетационные периоды 2023–2024 гг. были выявлены различные проявления агробиологического, физиологического и биохимического состояния растений исследуемых местных сортов винограда.

Выводы

В результате проведенных опытов установлено, что исследуемые сорта неодинаково реагировали на стрессовые условия жары и засухи 2023–2024 гг. вследствие различного снижения водных потенциалов листьев, что отразилось на изменениях их водного статуса. Чем меньше снижались водные потенциалы листьев, тем стабильней был водный режим растений. Достоверно установлены сортовые различия по водному статусу исследуемых растений винограда.

Полученные в результате измерений значения водных потенциалов листьев подтверждены аналогичными изменениями показателей водоудерживающей способности сортов винограда.

Установлено, что изменения в водном статусе растений привели к нарушениям в их функциональном состоянии и в результате повлияли на ростовые процессы (рост побегов, площадь листьев) и формирование урожая у исследуемых сортов винограда. Анализ депрессии урожая показал, что чем меньше процент депрессии, тем стабильней и качественней урожай.

По результатам полевых исследований водного статуса растений, агробиологических показателей и биохимического анализа было установлено, что сорта Асма, Альбурла, Тергульмек, Кок пандас являются более устойчивыми из изучаемых сортов к абиотическим стрессам жары и засухи.

1. *Березовская С.П., Попова М.С.* Накопление фенольных и красящих веществ в ягодах винограда при различных алгоритмах орошения и нагрузке урожаем // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023. N 79(1). С. 128–153.
2. *Ваттахов С.Г., Барчукова А.Я., Радчевский П.П., Тосунов Я.К., Синяшин К.О., Гугучкина Т.И., Прах А.В.* Способ повышения урожайности растений винограда и качества виноматериала на их основе. Патент на изобретение. RU 2611181 С1. 2017. [Электронный ресурс]. https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002611181_20170221_C1_RU/ (дата обращения 09.09.2025).
3. *Веселова Г.Р., Кудоярова Н.В., Кудрякова В.В., Кузнецов В.В.* Роль цитокининов в стресс-устойчивости растений // Физиология растений. 2017. Т. 64, N 1. С. 19–32.
4. *Гончарова А.* Стратегия диагностики и прогноза устойчивости сельскохозяйственных растений к погодноклиматическим аномалиям // Сельскохозяйственная биология. 2011. N 1. С. 24–31.
5. *Дикань А.П., Каширина Д.А.* Влияние элементов технологии возделывания винограда на урожай и КПД ФАР клона 337 сорта Каберне-Совиньон в условиях Западного предгорно-приморского района Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019. N 21(2). С. 117–121.

6. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (Эколого-генетические основы). М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2001. Т. 1. 779 с.
7. Корсакова С.П., Корсаков П.Б. Изменение климатических норм на Южном берегу Крыма за последние 90 лет // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2023. N 2(167). С. 84–93.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 348 с.
9. Мартинсон Т., Лаксо А. Как виноград реагирует на засуху (с сокращениями, перевод С.И. Красохиной) [Электронный ресурс]. URL: <https://vinograd.info/stati/stati/kak-vinograd-reagiruet-na-zasuhu.html> (дата обращения 05.09.2025).
10. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / под ред. А.М. Авидзба. Ялта: ИВиВ «Магарач», 2004. 264 с.
11. Методы теххимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврия, 2009. 303 с.
12. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Агробиологическая и фенологическая характеристика сортов винограда на коллекции в Нижнем Придонье в условиях климатических изменений // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. N 35(05). С. 37–50.
13. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Мишко А.Е., Схалыхо Т.В., Федорович С.В., Вялков В.В. Устойчивость сортов винограда различного эколого-географического происхождения к повышенным температурам и засухе // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2020. N 28. С. 105–111.
14. Нилов Н.Г. Организация службы мониторинга водного режима виноградников // Виноградарство и виноделие. Сборник научных трудов. 2007. Т. 37. С. 46–52.
15. Полулях А.А., Волынкин В.А. Реакция местных сортов винограда Крыма на засуху, как стресс-фактор биосферы // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019. N 21(4). С. 307–311.
16. Стаматида В.Ю., Рыфф И.И. Особенности изменения водных потенциалов у сортов винограда мускат белый и цитронный магарача в условиях южного берега Крыма при различных гидротермических факторах // Современное садоводство. 2022. N 4. С. 1–12.
17. Chacón-Vozmediano J.L., Martínez-Gascuña J., García-Romero E., Gómez-Alonso S., García-Navarro F.J., Jiménez-Ballega R. Effects of Water Stress on the Phenolic Compounds of ‘Merlot’ Grapes in a Semi-Arid Mediterranean Climate // Horticulturae. 2021. Vol. 7, N 7: 161 [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070161> (accessed 11.09.2025).
18. Charrier G., Delzon S., Domec J.C., Zhang L., Delmas C.E.L., Merlin I., Corso D., King A., Ojeda H., Ollat N., Prieto J.A., Scholach T., Skinner P., van Leeuwen C., Gambetta G.A. Drought will not leave your glass empty: Low risk of hydraulic failure revealed by long-term drought observations in world’s top wine regions. Science advances. 2018. Vol. 4, N 1: eaao6969 [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao6969> (accessed 11.09.2025).
19. Collins N.C., Tardieu F., Tuberosa R. Quantitative trait loci and crop performance under abiotic stress: where do we stand? // Plant Physiology. 2008. Vol. 147, Iss. 2. P. 469–486.
20. Dayer S., Gowdy M., van Leeuwen C., Gambetta G.A. Leveraging the grapevine drought response to increase vineyard sustainability. IVES Technical Reviews: Vine and Wine. 2020 [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2020.4482> (accessed 10.09.2025).
21. During H. Testing for drought tolerance in grapevine scions // Vereiningning für Angewandte Botanik, Jotting. 1986. Vol. 60, N 1–2. P. 103–111.
22. Gambetta G.A., Herrera J.C., Dayer S., Feng Q., Hochberg U., Castellarin S.D. The physiology

- of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance // *Journal of Experimental Botany*. 2020. Vol. 71, Iss. 16. P. 4658–4676.
23. Greer D.H., Weedon M.M. The impact of high temperatures on *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevine performance and berry ripening // *Frontiers in Plant science*. 2013. Vol. 4 [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00491> (accessed 10.09.2025).
24. Laulor D.W., Tezara W. Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: A critical evaluation on mechanisms and integration of process // *Annals of Botany*. 2009. Vol. 103, Iss. 4. P. 561–579.
25. Nilov N., Radchenko S. Phytomonitoring in grape breeding / VI th International Symposium on Grape Breeding. Yalta, 1994. P. 67.
26. Nilov N.G., Ryff I.I., Berezovskaya S.P., Stamatidi V.Yu., Popova M.S., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Responses of grapevine genotypes to abiotic stress // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2024. Vol. 185, N 2. P. 69–81.
27. Rogiers S.Y., Greer D.H., Liu Y., Baby T., Xiao Z. Impact of climate change on grape berry ripening: An assessment of adaptation strategies for the Australian vineyard // *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1094633> (accessed 07.09.2025).
28. Scholander P.F., Hammel H.T., Bradstreet E.D., Hemmingsen E.A. Sap Pressure in Vascular Plants // *Science*. 1965. Vol. 148. P. 339–346.
29. Shumilina J.S., Kuznesova A.V., Frolov A.A., Grishina T.V. Drought as a form of abiotic stress and physiological markers of drought stress // *Journal of stress physiology and biochemistry*. 2018. Vol. 14, Iss. 4. P. 5–15.
30. Simonneau T., Lebon E., Coupel-Ledru A., Marguerit E., Rossdeutsch L., Ollat N. Adapting plant material to face water stress in vineyards: which physiological targets for an optimal control of plant water status? // *OENO One*. 2017. Vol. 51, N 2 [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1870> (accessed 07.09.2025).
31. Van Leeuwen C., Destrac-Irvine A. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard // *OENO One*. 2017. Vol. 51, N 2 [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1647> (accessed 09.09.2025).

Поступила в редакцию: 14.10.2025

UDC: 634.8:631.524.85:57.085.1/2

**THE INFLUENCE OF WATER REGIME STABILITY
OF THE CRIMEA LOCAL GRAPEVINE CULTIVARS
ON PLANT CONDITION AND YIELD IN 2023–2024**

S.P. Berezovskaya, I.I. Ryff, M.S. Popova, V.Yu. Stamatidi

*Federal State Budget Scientific Institute
«All-Russian National Research Institute
of Viticulture and Winemaking «Magarach»
of the National Research Center «Kurchatov Institute»*

The research results on heat and drought resistance of the local grapevine cultivars of Crimea during 2023–2024 are presented. The criteria for assessing the cultivar resistance included plant water balance (determined by measuring the water potential of leaves and their water-holding capacity); growth processes (determined by measuring shoot length and leaf area); and yield (determined by the weight of the harvest per vine). An assessment of yield depression due to stress is provided. It has been reliably established that plant water status influences the growth, development, and formation of the grape harvest. The data obtained as a result of the research allowed us to identify the following varieties that are the most resistant to heat and drought: ‘Asma’, ‘Tergulmek’, ‘Alburla’ and ‘Kok Pandas’.

Key words: grape varieties, water status, abiotic stress, water potential, stress resistance

Citation: Berezovskaya S.P., Ryff I.I., Popova M.S., Stamatidi V.Yu. The influence of water regime stability of the Crimea local grapevine cultivars on plant condition and yield in 2023–2024 // *Industrial botany*. 2025. Vol. 25, N 4. P. 105–118. DOI: 10.5281/zenodo.17801047
