

Толерантность сортов винограда к ожидаемым стрессам водного дефицита

Клименко В.П.✉

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31

✉vikklim@magarach-institut.ru

Аннотация. Из-за своего экономического значения, климатического разнообразия регионов и широкого спектра исследований виноград стал модельной многолетней культурой для экологических исследований. Основная цель данной работы – поиск ответов на вопрос, в какой мере сорта винограда способны противостоять прогнозируемым сценариям засухи. Виноград в целом относительно устойчивое к засухе растение, но продолжительные засухи приводят к негативным последствиям. Для оценки на толерантность к водному дефициту растений разработан ряд тестов, особенно перспективным представляется тестирование засухоустойчивости сортов винограда в условиях *in vitro*. Род *Vitis* в целом характеризуется высоким уровнем генетического разнообразия, но степень разнообразия винограда сократилась в связи с сокращением спектра выращиваемых сортов. Площади технических сортов винограда, устойчивых к засухе, в основном сократились. В вопросе противодействия водному дефициту следует изучить роль виноградных подвоев. В отечественном производстве посадочного материала винограда в основном используются подвои с невысоким уровнем адаптации к водному дефициту. Стратегии по повышению эффективности использования воды, предполагающие поиск новых регионов культивирования винограда, развитие водосберегающих агротехнологий, управление метаболизмом растений, адаптацию новых энологических методов, отбор устойчивых к засухе привойных и подвойных сортов, имеют фундаментальное значение для будущего виноградарства. Высокий адаптационный потенциал сортов винограда позволяет надеяться на стабильное развитие виноградарства. Новые привойные и подвойные сорта, клоны сортов винограда, адаптированные к климатическим изменениям, необходимо создавать как методами традиционной селекции, так и методами новых селекционных технологий.

Ключевые слова: виноград; засуха; водный дефицит; тесты; сорта; подвои; толерантность.

Для цитирования: Клименко В.П. Толерантность сортов винограда к ожидаемым стрессам водного дефицита // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):145-154. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.007.

Tolerance of grape varieties to expected stresses of water deficit

Klimenko V.P.✉

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉vikklim@magarach-institut.ru

Abstract. Due to its economic importance, the climatic diversity of the regions and the wide range of studies, grapes have become a model perennial crop for ecological research. The main purpose of this work is to find answers to the question of the extent to which grape varieties are able to withstand forecasted drought scenarios. Grapes are relatively tolerant to drought in general, but prolonged droughts lead to negative consequences. A number of tests have been developed to assess the tolerance to water deficit in plants, and testing the drought resistance of grape varieties *in vitro* seems to be especially promising. The genus *Vitis* is characterized by a high level of genetic diversity in general, but the degree of grape diversity has decreased due to the reduction in the range of cultivated varieties. In general, areas of drought-tolerant wine grape varieties have been reduced. The role of grape rootstocks in counteracting water deficit should be explored. Rootstocks with a low level of adaptation to water deficit are mainly used in the domestic production of grape propagation material. Strategies to increase water use efficiency, involving the search for new regions to cultivate grapes, the development of water-saving agricultural technologies, management of plant metabolism, adaptation of new oenological methods, selection of drought-resistant varieties and rootstocks are of fundamental importance for the future of viticulture. High adaptive potential of grape varieties allows us to hope for a stable development of viticulture. To solve the emerging problems of changing environmental conditions, the regulatory mechanisms of grapes should be studied. New varieties, clones and rootstocks of grapes, adapted to climate change, must be created both by traditional breeding methods and by the methods of new breeding technologies.

Key words: grapes; drought; water deficit; tests; varieties; rootstocks; tolerance.

For citation: Klimenko V.P. Tolerance of grape varieties to expected stresses of water deficit. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(2):145-154. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.007 (*in Russian*).

Введение

Виноград, ежегодная стоимость мирового урожая которого составляет около 70 миллиардов долларов США, – одна из наиболее экономически важных культур, является третьей по ценности сельскохозяйственной культурой в мире [1]. Виноград пользуется большим коммерческим спросом в мировом масшта-

бе, торговля виноградом составляет 0,066 % от общего объема мировой торговли [2]. Виноград выращивают для производства вина, ликеров, соков, столового винограда и изюма. Площадь виноградников в мире в 2021–2022 гг. составляла около 7,3 млн. га [3, 4]. С этой площади получено около 69 млн. т свежего винограда, в том числе 30 млн. столового винограда. Всего произведено около 2610 млн. дал вина и 1,4 млн. т сушеного винограда. В настоящее время виноград выращивают более чем в 90 странах. Но

больше половины всего мирового производства винограда сосредоточено в нескольких странах, в каждой из которых площадь виноградников составляет не менее 400 тыс. га: в Испании, Франции, Китае, Италии, Турции и США [4, 5]. К сожалению, Российская Федерация пока занимает 19-е место по площади виноградников (в 2022 г. виноград возделывали на площади 99 тыс. га), а по производству вина – 11-е место (в 2022 г. произведено 470 тыс. дал вина). Из-за своего глобального экономического значения, климатического разнообразия регионов возделывания и широкого спектра исследований виноград стал модельной многолетней культурой для экологических исследований [6–9].

Основная цель данной работы – поиск ответов на вопрос, в какой мере сорта винограда способны противостоять прогнозируемым угрозам засухи.

Проблемы виноградарства, связанные с изменениями условий окружающей среды

Культивированию винограда часто угрожают неблагоприятные условия окружающей среды. Изменение климата оказывает сильное влияние на сельское хозяйство во всем мире, поэтому виноградарству также предстоит считаться с новыми условиями окружающей среды [10]. Прогнозируемые изменения климатических факторов, таких как повышение температуры и концентрации CO₂, изменение уровней ультрафиолетового В-излучения и вариация характера осадков, существенно изменят методы виноградарства, физиологию виноградных лоз, биохимию винограда и качество вина [11]. Среди абиотических стрессоров засуха является фактором, который больше всего влияет на физиологию растений. Нестабильный режим выпадения осадков и повышение температуры в результате изменения климата, вероятно, сделают засухи более частыми во многих регионах, увеличивая спрос на ресурсы пресной воды и создавая серьезные проблемы для сельского хозяйства [7].

Виноград в целом относительно устойчивое к засухе растение, поэтому влияние изменения климата на стабильность виноградарства является предметом дискуссий [10]. Регулируемое дефицитное орошение успешно используется в производстве, поскольку вызывает увеличение общего содержания фенолов и антоцианов в ягодах [12]. Обычно виноградники испытывают дефицит почвенной влаги, который благоприятствует качеству вина. Напротив, избыток влаги может снизить интенсивность окраски и содержание сухих веществ в ягодах. Таким образом, умеренный дефицит влаги в почве – лучший компромисс, способствующий проявлению высокого энологического потенциала без изменения урожайности [13, 14]. Это происходит на большинстве виноградников, но гло-



Рис. 1. Эффекты сильного водного дефицита у виноградного растения
Fig. 1. Effects of strong water deficit in a grape plant

бальные изменения серьезно угрожают этому хрупкому равновесию.

Продолжительные засухи приводят к негативным последствиям в предстоящих сезонах вегетации, могут снизить качество плодов и привести к значительным потерям урожая, повысить восприимчивость к фитопатогенам [10]. Происходят изменения характеристик культивируемых сортов винограда, нарушение типичности местных вин, изменения в пригодности виноградных зон. Засуха – один из основных абиотических стрессов, отрицательно влияющих на важные аспекты производства винограда, такие как урожайность, величина ягод, консистенция мякоти и качество [12, 15–17].

Проблема водного дефицита существует и в России [18–22]. В частности, степной Крым характеризуется сухой весной, знойным летом, во время которого наблюдаются очень высокие температуры в сочетании с недостаточным количеством осадков и суховеи [23]. В условиях водного дефицита нарушается метаболизм, и поэтому быстрое накопление сахаров может сопровождаться отставанием по формированию аромата и образованию типичной для сорта окраски (рис. 1). Происходит смещение сроков созревания урожая: некоторые сорта созревают раньше обычного срока, а некоторые – намного позже. Засухи очень ослабляют растения и не дают им подготовиться к зиме. Ярким показателем нарушения физиологических процессов является вторичное цветение винограда осенью, что в условиях умеренного климата является крайне нежелательным явлением.

Дифференциация сортов винограда по толерантности к засухе

Для поддержания стабильности в контексте из-

Таблица 1. Распространение наиболее культивируемых в мире сортов технического винограда, 1990–2018 гг.
Table 1. Distribution of the world's most cultivated wine grape varieties, 1990–2018

№№	Сорта винограда, площадь виноградников				
	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2016 г.	2018 г.
1	Айрен, 476 тыс. га	Айрен, 388 тыс. га	Каберне Совиньон, 290 тыс. га	Каберне Совиньон, 311 тыс. га	Каберне Совиньон, 341 тыс. га
2	Гренаш, 283 тыс. га	Каберне Совиньон, 223 тыс. га	Мерло, 268 тыс. га	Мерло, 266 тыс. га	Мерло, 266 тыс. га
3	Ркацителли, 281 тыс. га	Гренаш, 214 тыс. га	Айрен, 252 тыс. га	Темпранильо, 219 тыс. га	Темпранильо, 231 тыс. га
4	Юни блан, 207 тыс. га	Мерло, 213 тыс. га	Темпранильо, 234 тыс. га	Айрен, 204 тыс. га	Айрен, 218 тыс. га
5	Кариньян, 203 тыс. га	Шардоне, 146 тыс. га	Шардоне, 200 тыс. га	Шардоне, 202 тыс. га	Шардоне, 210 тыс. га
6	Мерло, 155 тыс. га	Юни блан, 137 тыс. га	Сира, 186 тыс. га	Сира, 181 тыс. га	Сира, 190 тыс. га
7	Каберне Совиньон, 128 тыс. га	Кариньян, 127 тыс. га	Гренаш, 185 тыс. га	Гренаш, 150 тыс. га	Гренаш, 163 тыс. га
8	Мурведр, 108 тыс. га	Сира, 102 тыс. га	Совиньон блан, 112 тыс. га	Совиньон блан, 125 тыс. га	Совиньон блан, 123 тыс. га
9	Бобаль, 106 тыс. га	Бобаль, 100 тыс. га	Юни блан, 110 тыс. га	Пино нуар, 105 тыс. га	Пино нуар, 112 тыс. га
10	Санджовезе, 99 тыс. га	Темпранильо, 93 тыс. га	Пино нуар, 99 тыс. га	Юни блан, 110 тыс. га	Юни блан, 111 тыс. га

Примечание: данные о площади виноградников приводятся по [38, 39].

менения климата растет потребность в выявлении и создании устойчивых к засухе сортов сельскохозяйственных культур [7, 24]. Для оценки на засухоустойчивость растений разработан ряд тестов, основанных, прежде всего, на изучении водных потенциалов [25], а также транспирации, устьичной проводимости, ассимиляции углерода и содержания метаболитов.

В частности, на основе индекса стабильности хлорофилла 54 сорта винограда проверены на засухоустойчивость, при этом сорта Афины, Бакленд Свитиутер, Золотая королева, Кишмиш белый овальный, Президент и Хусайне белый оказались более устойчивыми к засухе по сравнению с другими сортами [26]. В ходе исследования 20 генотипов винограда (*Vitis* spp.) с использованием индексов засухоустойчивости подвой Рихтер 110, Польсен 1103, СО4, Телеки 5А, Кудерк 1613 и сорт Кишмиш черный признаны засухоустойчивыми [27]. В результате анализа влияния засухи на 72 местных сорта винограда Крыма выделены как наиболее засухоустойчивые сорта Артин зерва, Кок пандас, Манжил ал, Солнечная долина 58, Тергульмек, Халиль изюм и Эмир Вейс [28].

Изменчивость некоторых морфологических признаков например, динамика увеличения листовой пластинки и удлинения побегов может быть использована на раннем этапе селекции винограда на засухоустойчивость [29]. Признаками для косвенного отбора по засухоустойчивости могут также служить относительная влагоемкость листьев, диаметр листьев,

индекс площади и опущение листьев [30]. Устьичная проводимость является эффективным средством прогнозирования засухоустойчивости в селекционной программе [31]. Но особенно перспективным представляется тестирование засухоустойчивости сортов винограда в условиях *in vitro* [32].

Пока неясно, в какой степени различия между сортами винограда в регулировании водопользования являются результатом генотипических различий или влияния факторов окружающей среды [7, 33]. Существует физиологическая классификация растений в зависимости от вариации управления устьицами [34]. Изогидрические виды могут поддерживать постоянный дневной водный потенциал листьев, закрывая свои устьица независимо от наличия влаги в почве, тогда как анизогидрические виды поддерживают более высокую устьичную апертуру для оптимизации фотосинтетической активности, но размеры их листьев значительно уменьшаются по мере увеличения дефицита влаги в почве. Между тем сорта винограда могут проявлять себя как по изогидрическому сценарию, так и по анизогидрическому, в зависимости от условий окружающей среды [12, 35].

Тенденции изменения насаждений сортов винограда

Род *Vitis* в целом характеризуется высоким уровнем генетического разнообразия. В мире известно 10 тыс. сортов винограда, из них 13 занимают более одной трети площади виноградников в мире, а

33 сорта – 50 % [36, 37]. Фактическое количество сортов винограда вида *V. vinifera* в мире оценивается в 6 тыс. Только в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации на 2 июня 2022 г. числится 432 привойных и подвойных сорта винограда. Тем не менее, степень разнообразия винограда сократилась в связи с резкими изменениями в спектре сортов винограда. Всемирно известные сорта все больше доминируют над местными сортами, возможно, более адаптированными к климатическим изменениям.

Такие сорта, как Айрен, Гренаш и Ркацителли, устойчивые к абиотическим стрессам, были некогда наиболее широко выращиваемыми сортами винограда в мире, но с тех пор уступили свое лидерство другим сортам (табл. 1). Причины изменения спектра сортов: смена предпочтений потребителей вин, глобализация в сфере обмена посадочным материалом и международной торговли, маркетинговое влияние на стереотипы восприятия сортов, геополитические изменения. Поскольку виноград многолетняя культура, выбор сортов для насаждений мог быть сделан предыдущим поколением производителей в совершенно другом историческом и коммерческом контексте. И сейчас это обострило проблему водного дефицита. В частности, площади технических сортов винограда, устойчивых к засухе, в основном сократились, за исключением сорта Сира (рис. 2).

Толерантность подвойных сортов винограда к водному дефициту

В вопросе противодействия водному дефициту, помимо сортов, которые используются в качестве привойного материала, следует дополнительно изучить роль подвоев, поскольку они определяют способность извлечения воды и могут изменять водный баланс привитых растений [14]. Виноградные подвои создавались прежде всего как средство противостояния филлоксеры, затем к ним стали предъявлять требования по толерантности к засоленности почв. В последнее время все чаще обращаются к подвоям как к фактору защиты виноградного растения от засухи. Подвои виноградной лозы играют ключевую роль в реакции растений на дефицит воды [40].

Хотя не всегда имеется четкая определенность в отношении толерантности сортов и клонов винограда к засухе, в основном наблюдается дифференциация подвоев по уровню адаптации к водному дефициту (табл. 2). Некоторые расхождения между оцен-

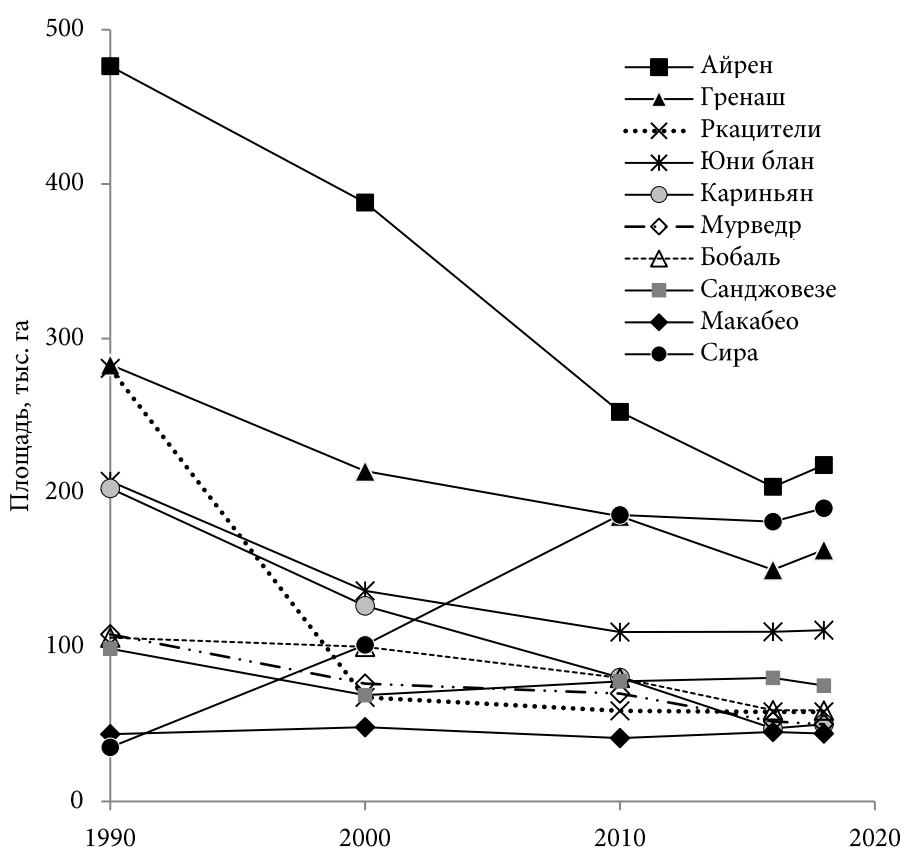


Рис. 2. Изменение площади 10 наиболее распространенных в мире устойчивых к засухе технических сортов винограда, использованы данные по [36, 38, 39]

Fig. 2. Change in the area of 10 most common drought-tolerant wine grape varieties in the world, using data by [36, 38, 39]

ками подвоев могут быть вызваны различными экологическими условиями исследований и различиями в методологии тестирования. Тем не менее, следует обратить внимание на тот факт, что в отечественном производстве посадочного материала винограда в основном используются подвои с невысоким уровнем адаптации к водному дефициту.

Стратегии для стабильного виноградарства в условиях климатических изменений

Стратегии по повышению эффективности использования воды, предполагающие поиск новых регионов культивирования винограда, развитие водосберегающих агротехнологий, управление метаболизмом растений, адаптацию новых энтологических методов, отбор устойчивых к засухе привойных и подвойных сортов, имеют фундаментальное значение для будущего виноградарства [11].

Постоянное повышение глобальной температуры привело к появлению новых виноградарских регионов, а также к дальнейшему распространению различных сортов винограда в районах, где виноградарство до недавнего времени было очень ограниченным [46]. Эти новые виноградарские регионы ориентированы на культивирование как классических сортов винограда, так и относительно новых сортов, обладающих высокой устойчивостью к специфическим климатическим условиям. Происходит поиск сортов и клонов, адаптированных к новым регионам и к условиям

Таблица 2. Характеристика адаптации к водному дефициту распространенных подвоев винограда
Table 2. Characteristics of adaptation of common vine rootstocks to water deficit

Подвой	Происхождение	Уровень адаптации к водному дефициту
Рюгжери 140	Ресгайер №2 (<i>V. berlandieri</i>) × дю Ло (<i>V. rupestris</i>)	очень высокий [41-44]
Рихтер 110	Ресгайер №2 (<i>V. berlandieri</i>) × Мартин (<i>V. rupestris</i>)	очень высокий [42, 44]; высокий [11, 27, 41, 43]
Польсен 1103	Ресгайер №2 (<i>V. berlandieri</i>) × дю Ло (<i>V. rupestris</i>)	очень высокий [42]; высокий [27, 41, 43]
Рэмси	<i>V. champinii</i> Planchon	очень высокий [42, 43]; высокий [31, 43-45]; средний [44]
Польсен 1447	Ресгайер №2 (<i>V. berlandieri</i>) × Мартин (<i>V. rupestris</i>)	высокий [41]
Гравесак	Кудерк 161-49 (<i>Vitis riparia</i> × <i>Vitis berlandieri</i>) × Кудерк 3309 [<i>Vitis riparia</i> × Мартин (<i>Vitis rupestris</i>)]	средний [41]
Феркаль	В.С. № 1В [Лафон № 9 (<i>V. berlandieri</i>) × Юни Блан (<i>V. vinifera</i> L.)] × Рихтер 31 [Ресгайер №2 (<i>V. berlandieri</i>) × Ново-Мексикана (<i>V. longii</i>)]	средний [41]
СО4	<i>V. riparia</i> × <i>V. berlandieri</i>	высокий [27, 42]; средний [41, 44]; низкий [43]
Кобер 5ББ	<i>V. riparia</i> × <i>V. berlandieri</i>	средний [44]; низкий [43]
5С	<i>V. riparia</i> × <i>V. berlandieri</i>	средний [44]; низкий [43, 44]
41Б	Шасла (<i>V. vinifera</i> L.) × <i>V. berlandieri</i>	средний [41]; очень низкий [42]
Рипария × Рупестрис 101-14	<i>V. riparia</i> × <i>V. rupestris</i>	средний [41, 42, 44]; низкий [31, 44]; очень низкий [43]

ожидаемых климатических изменений. В последние десятилетия наибольшее увеличение площади виноградников произошло в более холодных регионах [38, 39].

Орошение остается основным средством преодоления водного дефицита [47, 48]. Чтобы противостоять кратковременной засухе или засушливому климату, развивается ирригация, однако нагрузка на использование водных ресурсов в сельском хозяйстве возрастает [14]. В настоящее время большая часть мирового производства винограда не обеспечивается орошением. В регионах, где используется орошение, большое внимание уделяется разработке стратегий ограниченного орошения, т.е. применение орошения на уровнях ниже необходимого для поддержания 100 % эвапотранспирации с целью получения высококачественного винограда, особенно для красных вин, сводя до минимума потери урожая [7]. Эффект ограниченного орошения зависит от климата, типа почвы и сроков применения, а также от привоя и подвоя. Это означает, что поиск оптимальных сочетаний компонентов прививки является наиболее перспективным решением.

Краткосрочные решения не всегда могут быть

достаточными, необходимы дополнительные стратегии, требующие всесторонних знаний о физиологическом воздействии засухи на урожай и его качество [14]. Стресс от засухи воспринимается и передается сложной сигнальной сетью растений и в конечном итоге активирует адаптивные реакции, регулирует экспрессию генов реакции на засуху [15]. К сожалению, исследования последствий изменения климата довольно фрагментарны, и лишь некоторые из них сочетают одновременно водный дефицит и высоко-температурный стресс или интерактивные эффекты повышенного содержания CO₂, температуры и доступности воды. Для решения возникающих проблем должны быть исследованы ключевые регуляторные механизмы физиологии винограда в изменяющихся условиях окружающей среды от гена до уровня всего растения и виноградника [11]. Необходимы исследования с целью разработки надежной системы для моделирования стресса, вызванного засухой, а также для определения физиологических реакций и регуляторных механизмов, изучения взаимодействия привоя и подвоя, влияющего на адаптацию всего привитого растения к условиям водного дефицита.

В последние годы наблюдается тенденция роста

производителей вина, возвращающихся к местным сортам винограда и включающих в сферу своей деятельности новые методы и так называемые альтернативные сорта [49–51]. Технологический прогресс дал толчок развитию виноделия ряда местных, автохтонных и современных сортов винограда [52–56].

Отбор новых генотипов является многообещающей стратегией для управления виноградарством, направленной на то, чтобы справиться с климатическими изменениями. В последние годы возрос спрос на сорта, более устойчивые к биотическим и абиотическим стрессам, такие сорта должны быть основными объектами селекционных программ винограда [57]. В селекционных программах следует уделять особое внимание скорости транспирации, которая имеет большое влияние на водный статус растений [14]. Селекция виноградных подвоев для повышения устойчивости к засухе способствует сохранению стабильных урожаев в условиях водного дефицита [31, 58]. В решении проблемы сценария климатических изменений может быть успешно использована биотехнология. Интрогрессивная гибридизация обеспечит рекомбинацию генетических вариантов в оптимальные комбинации, позволяя адаптироваться к новым экологическим нишам [59]. Среди растений рода *Vitis* и в целом семейства *Vitaceae* имеются представители с высокой степенью адаптации к условиям водного дефицита, которых можно использовать при создании новых сортов биотехнологическими методами [60–62]. Например, растения вида *Cissus quadrangularis* L., обладающие САМ-активностью, проявляют высокую устойчивость к длительной засухе: метаболическая активность сохраняется после 135 дней засухи [63]. Новые селекционные технологии позволяют улучшить свойства, которые невозможно изменить традиционным способом, и имеют огромный потенциал за счет вовлечения желаемых признаков специфическим и эффективным способом для развития устойчивости сельскохозяйственных культур к различным абиотическим и биотическим стрессам [64].

Заключение

Высокий адаптационный потенциал сортов винограда позволяет надеяться на успешное и стабильное развитие виноградарства, все более важным условием которого становится эффективность использования воды. Для противостояния угрозам засухи и других стрессоров окружающей среды следует изучать с помощью междисциплинарных исследований основные механизмы регуляции метаболизма винограда. Новые привойные и подвойные сорта, клоны сортов винограда для использования в практике, адаптированные к климатическим изменениям, необходимо создавать как методами традиционной селекции, так и методами новых селекционных технологий.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки России № FNZM-2022-0009.

Financing source

This work was conducted under public assignment

No. FNZM-2022-0009.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Автор посвящает свою работу светлой памяти коллеги, математика и физиолога Н.Г. Нилова.

The author dedicates this work to the blessed memory of his colleague, mathematician and physiologist N.G. Nilov.

Список литературы

1. Alston J.M., Sambucci O. Grapes in the world economy. The grape genome. 2019:1-24. DOI 10.1007/978-3-030-18601-2_1.
2. The Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/profile/hs/grapes> (дата обращения: 01.05.2022).
3. OIV Statistics Database. <https://www.oiv.int/what-we-do/data-discovery-report?oiv> (дата обращения: 11.03.2023).
4. State of the world vine and wine sector 2022. OIV. <https://www.oiv.int/> (дата обращения: 21.04.2023).
5. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата обращения: 10.02.2022).
6. Fraga H., Pinto J.G., Santos J.A. Climate change projections for chilling and heat forcing conditions in European vineyards and olive orchards: a multi-model assessment. *Climatic Change*. 2019;152(1):179-193. DOI 10.1007/s10584-018-2337-5.
7. 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;71(16):4658-4676. DOI 10.1093/jxb/eraa245.
8. Koufos G.C., Mavromatis T., Koundouras S., Jones G.V. Adaptive capacity of winegrape varieties cultivated in Greece to climate change: Current trends and future projections. *OENO One*. 2020;54(4):1201-1219. DOI 10.20870/oenoone.2020.54.4.3129.
9. Suter B., Destrac I.A., Gowdy M., Dai Z., Van Leeuwen C. Adapting wine grape ripening to global change requires a multi-trait approach. *Frontiers in Plant Science*. 2021;12:624867. DOI 10.3389/fpls.2021.624867.
10. Trenti M., Lorenzi S., Bianchedi P., Grossi D., Failla O., Grando M.S., Emanuelli F. Candidate genes and SNPs associated with stomatal conductance under drought stress in *Vitis*. *BMC Plant Biology*. 2021;21(1):7. DOI 10.1186/s12870-020-02739-z.
11. Peccoux A. Molecular and physiological characterization of grapevine rootstock adaptation to drought. Bordeaux: Université Bordeaux Segalen. 2011:1-176.
12. Cardone M.F., Perniola R., Catacchio C.R., Alagna F., Rotunno S., Crupi P., Antonacci D., Velasco R., Ventura M., Bergamini C. Grapevine adaptation to drought: New candidate genes for the genotype-dependent response. *BIO Web of Conferences*. 42nd World Congress of Vine and Wine. 2019;15:01016. DOI 10.1051/bioconf/20191501016.
13. Medrano H., Tortosa I., Montes E., Pou A., Balda P., Bota J., Escalona J.M. Genetic improvement of grapevine (*Vitis vinifera* L.) water use efficiency. *Water scarcity and sustainable agriculture in semiarid environment*. 2018:377-401. DOI 10.1016/B978-0-12-813164-0.00016-8.
14. 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;51(2):167-179. DOI 10.20870/oeno-one.2016.0.0.1870.
15. Zhu D., Che Y., Xiao P., Hou L., Guo Y., Liu X. Functional

- analysis of a grape WRKY30 gene in drought resistance. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 2018;132(2):449-459. DOI 10.1007/s11240-017-1341-1.
16. Drori E, Munitz S, Pinkus A, Stanevsky M, Netzer Y. The effect of irrigation-initiation timing on the phenolic composition and overall quality of Cabernet Sauvignon wines grown in a semi-arid climate. *Foods*. 2022;11(5):770. DOI 10.3390/foods11050770.
 17. Stefanos K. Environmental and viticultural effects on grape composition and wine sensory properties. *Elements*. 2018;14(3):173-178. DOI 10.2138/gselements.14.3.173.
 18. Киселева Г.К., Ильина И.А., Соколова В.В., Запорожец Н.М., Хохлова А.А., Караваева А.В., Схаляхо Т.В. Засухоустойчивость сортов винограда в условиях Краснодарского края // *Вестник КрасГАУ*. 2022;6(183):75-83. DOI 10.36718/1819-4036-2022-6-75-83.
 19. 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;5:37-41. DOI 10.31676/0235-2591-2020-5-37-41.
 20. Ненько Н.И., Ильина И.А., Петров В.С., Сундырева М.А., Соколова В.В., Запорожец Н.М., Киселева Г.К., Схаляхо Т.В. Устойчивость сортов винограда к засухе // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2019;5:40-45. DOI 10.30850/vrsn/2019/5/40-45.
 21. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г., Лукьянова А.А. Влияние изменений климата на фенологию винограда // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019;57(3):29-50. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-29-50.
 22. Петров В.С., Мarmorштейн А.А., Лукьянова А.А. Адаптивная фенологическая реакция интродуцированных сортов винограда *occidentalis* С. Negr. на изменения погодно-климатических условий Юга России // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022;73(1):62-76. DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-62-76.
 23. Клименко В.П., Любимая А.Н., Мурова Л.П. Природно-климатические ресурсы степных экспериментальных участков Крыма // *Виноград и вино России*. 2001;1:39-40.
 24. Su L., Dai Z., Li S., Xin H. A novel system for evaluating drought-cold tolerance of grapevines using chlorophyll fluorescence. *BMC Plant Biology*. 2015;15(1):82. DOI 10.1186/s12870-015-0459-8.
 25. Стаматиди 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;4:1-12. DOI 10.52415/23126701_2022_0401.
 26. Patil S.G., Karkamkar S.P., Deshmukh M.R. Screening of grape varieties for their drought tolerance. *Indian Journal of Plant Physiology*. 2005;10(2):176-178.
 27. Ramteke D., Karibasappa G.S. Screening of grape (*Vitis vinifera*) genotypes for drought tolerance. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2005;75(6):355-357.
 28. Полулях А.А., Вольтинкин В.А. Реакция местных сортов винограда Крыма на засуху как стресс-фактор биосферы // *Магарач. Виноградарство и виноделие*, 2019;21(4):307-311. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.006.
 29. Fanizza G., Ricciardi L. Influence of drought stress on shoot, leaf growth, leaf water potential, stomatal resistance in wine grape genotypes (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*. 1990;29(Special Issue):371-381. DOI 10.5073/vitis.1990.29.special-issue.371-381.
 30. Rasoli V. Introduce some grapevine cultivars (*Vitis vinifera*) tolerated to drought stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2013;2(9):97-102.
 31. Fort K., Fraga J., Grossi D., Walker M.A. Early measures of drought tolerance in four grape rootstocks. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 2017;142(1):36-46. DOI 10.21273/JASHS03919-16.
 32. Рыфф И.И., Нилов Н.Г. Метод тестирования комплексной жаро- и засухоустойчивости *in vitro* // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2005;4:9-10.
 33. Hochberg U., Rockwell F.E., Holbrook N.M., Cochard H. Iso/anisohydry: A plant-environment interaction rather than a simple hydraulic trait. *Trends in Plant Science*. 2018;23(2):112-120. DOI 10.1016/j.tplants.2017.11.002.
 34. 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;4(1):eaao6969. DOI 10.1126/sciadv.aao6969.
 35. Dal Santo S., Palliotti A., Zenoni S., Tornielli G.B., Fasoli M., Paci P., Tombesi S., Frioni T., Silvestroni O., Bellincontro A., d'Onofrio C., Matarese F., Gatti M., Poni S., Pezzotti M. Distinct transcriptome responses to water limitation in isohydric and anisohydric grapevine cultivars. *BMC Genomics*. 2016;17(1):815. DOI 10.1186/s12864-016-3136-x.
 36. Focus OIV 2017. Distribution of the world's grapevine varieties. <https://www.oiv.int/> (дата обращения: 25.03.2022).
 37. Maul E., Topfer R. *Vitis* international variety catalogue (VIVC): A cultivar database referenced by genetic profiles and morphology. *BIO Web of Conferences*. 2015;5:01009. DOI 10.1051/bioconf/20150501009.
 38. Anderson K. Which wine grape varieties are grown where? A global empirical picture. Adelaide: Paperback Publisher University of Adelaide Press. 2013:1-696.
 39. Anderson K., Nelgen S. Which wine grape varieties are grown where? Adelaide: Revised Edition Paperback Publisher University of Adelaide Press. 2020:1-792.
 40. Prinsi B., Simeoni F., Galbiati M., Meggio F., Tonelli C., Scienza A., Espen L. Grapevine rootstocks differently affect physiological and molecular responses of the scion under water deficit condition. *Agronomy*. 2021;11(2):289. DOI 10.3390/agronomy11020289.
 41. Audeguin L., Boursiquot J.M., Charmont S. Description des variétés de porte-greffes. *Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France*. FVV eds. Montpellier: CBE Production. 2007:327-359.
 42. Cirami R., Furkaliev J., Radford R. Summer drought and vine rootstocks. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*. 1994;366:145.
 43. Dry N. Grapevine rootstocks: selection and management for South Australian vineyards. Adelaide: Lythrum Press Stepney. 2007:1-85.
 44. Whiting J.R. Grapevine rootstocks. *Viticulture*. Vol. 1 – Resources. Ashford: Winetitles Pty Ltd. 2005:167-188.
 45. Cochetel N., Ghan R., Troups H.S., Degu A., Tillett R.L., Schlauch K.A., Cramer G.R. Drought tolerance of the grapevine, *Vitis champinii* cv. Ramsey, is associated with higher photosynthesis and greater transcriptomic responsiveness of abscisic acid biosynthesis and signaling. *BMC Plant Biology*. 2020;20(1):55. DOI 10.1186/s12870-019-2012-7.
 46. Otto T., Botelho R., Biasi L., Miljić U., Correia A.C., Jordão A.M. Adaptability of different international grape varieties in diverse terroirs: Impact on grape and wine composition. Recent Advances in Grapes and Wine Production - New Perspectives to Improve the Quality. 2022. DOI 10.5772/intechopen.108204.

47. 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;79(1):128-153. DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-128-153.
48. Борисенко М.Н., Березовская С.П. Орошение виноградников Крыма – стратегически важный элемент получения винограда высокого качества // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018;54(6):33-51. DOI 10.30679/2219-5335-2018-6-54-33-51.
49. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А. Технологическая оценка сорта винограда Первенец Магарача для коньячного производства // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019;3:272-276. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.016.
50. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Martynovskaya A., Prostak M. Evaluation of technological characteristics of Crimean native grape variety 'Shabash' for brandy production. E3S Web of Conferences. INTERAGROMASH 2020. 2020;175:08007. DOI 10.1051/e3sconf/202017508007.
51. De la Fuente L.M. Use of hybrids in viticulture. A challenge for the OIV. OENO One. 2018;52(3):231-234. DOI 10.20870/oenoone.2018.52.3.2312.
52. Чурсина О.А. Роль сорта винограда в формировании качества коньячных виноматериалов и дистиллятов // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2020;22(4):362-367. DOI 10.35547/IM.2020.31.1.013.
53. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Мартыновская А.В., Погорелов Д.Ю. Технологические аспекты использования штамма дрожжей *Lachancea thermotolerans* в коньячном производстве // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2022;5:32-36. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.7.
54. Alvarez-Casas M, Pajaro M, Lores M, Garcia-Jares C. Polyphenolic composition and antioxidant activity of Galician monovarietal wines from native and experimental non-native white grape varieties. International Journal of Food Properties. 2016;19(10):2307-2321. DOI 10.1080/10942912.2015.1126723.
55. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Martynovskaya A., Udod E. Biotechnological aspects of improving the quality of young brandy distillates. BIO Web of Conferences. Modern Trends in Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking. 2021;39:07003. DOI 10.1051/bioconf/20213907003.
56. Li S.-Y., He F., Zhu B.-Q., Wang J., Duan C.Q. Comparison of phenolic and chromatic characteristics of dry red wines made from native Chinese grape species and *Vitis vinifera*. International Journal of Food Properties. 2016;20(9):2134-2146. DOI 10.1080/10942912.2016.1233117.
57. Atak A. New perspectives in grapevine (*Vitis* spp.) breeding. Plant breeding – new perspectives. 2022:1-35. DOI 10.5772/intechopen.105194.
58. Heinitz C.C., Fort K., Walker M.A. Developing drought and salt resistant grape rootstocks. Acta Horticulturae. 2015;1082:305-312. DOI 10.17660/ActaHortic.2015.1082.42.
59. Morales-Cruz A., Aguirre-Liguori J.A., Zhou Y., Minio A., Riaz S., Walker A.M., Cantu D., Gaut B.S. Introgression among North American wild grapes (*Vitis*) fuels biotic and abiotic adaptation. Genome Biology. 2021;22(1):254. DOI 10.1186/s13059-021-02467-z.
60. Клименко В.П., Павлова И.А. Генетические основы создания сортов винограда при участии источников ценных признаков с низкой фертильностью // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2015;3:47-49.
61. Клименко В.П., Павлова И.А., Зленко В.А. Биотехнология в селекции и размножении винограда: исторические аспекты и перспективы развития // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:39-41. DOI 10.35547/7081.2020.57.12.001.
62. Лиховской В.В., Зленко В.А., Хватков П.А., Малетич Г.К., Спотарь Г.Ю., Лушай Е.А., Клименко В.П. Биотехнологические и молекулярно-генетические методы в селекции винограда // Садоводство и виноградарство. 2022;6:5-15. DOI 10.31676/0235-2591-2022-6-5-15.
63. Virzo de Santo A., Fioretto A., Alfani A. Resistenza alla siccità di *Cissus quadrangularis* L. *Vitacea succulenta* con CAM. Delpinoa. 1978;20:37-44.
64. De Bei R., Lopéz C.R. Breeding of drought and heat tolerant grapevines using epigenetic tools. Final report to Australian grape and wine authority. Project Number UA 1402. Adelaide: The University of Adelaide. 2016:1-20.

References

1. Alston J.M., Sambucci O. Grapes in the world economy. The grape genome. 2019:1-24. DOI 10.1007/978-3-030-18601-2_1.
2. The Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/profile/hs/grapes> (date of access: 01.05.2022).
3. OIV Statistics Database. <https://www.oiv.int/what-we-do/data-discovery-report?oiv> (date of access: 11.03.2023).
4. State of the world vine and wine sector 2022. OIV. <https://www.oiv.int/> (date of access: 21.04.2023).
5. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (date of access: 10.02.2022).
6. Fraga H., Pinto J.G., Santos J.A. Climate change projections for chilling and heat forcing conditions in European vineyards and olive orchards: a multi-model assessment. Climatic Change. 2019;152(1):179-193. DOI 10.1007/s10584-018-2337-5.
7. 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;71(16):4658-4676. DOI 10.1093/jxb/eraa245.
8. Koufos G.C., Mavromatis T., Koundouras S., Jones G.V. Adaptive capacity of winegrape varieties cultivated in Greece to climate change: Current trends and future projections. OENO One. 2020;54(4):1201-1219. DOI 10.20870/oenoone.2020.54.4.3129.
9. Suter B., Destrac I.A., Gowdy M., Dai Z., Van Leeuwen C. Adapting wine grape ripening to global change requires a multi-trait approach. Frontiers in Plant Science. 2021;12:624867. DOI 10.3389/fpls.2021.624867.
10. Trenti M., Lorenzi S., Bianchedi P., Grossi D., Failla O., Grando M.S., Emanuelli F. Candidate genes and SNPs associated with stomatal conductance under drought stress in *Vitis*. BMC Plant Biology. 2021;21(1):7. DOI 10.1186/s12870-020-02739-z.
11. Peccoux A. Molecular and physiological characterization of grapevine rootstock adaptation to drought. Bordeaux: Université Bordeaux Segalen. 2011:1-176.
12. Cardone M.F., Perniola R., Catacchio C.R., Alagna F., Rottunno S., Crupi P., Antonacci D., Velasco R., Ventura M., Bergamini C. Grapevine adaptation to drought: New candidate genes for the genotype-dependent response. BIO Web of Conferences. 42nd World Congress of Vine and Wine. 2019;15:01016. DOI 10.1051/bioconf/20191501016.
13. Medrano H., Tortosa I., Montes E., Pou A., Balda P., Bota J., Escalona J.M. Genetic improvement of grapevine (*Vitis vinifera* L.) water use efficiency. Water scarcity and sustainable agriculture in semiarid environment. 2018:377-401. DOI 10.1016/B978-0-12-813164-0.00016-8.
14. Simonneau T., Lebon E., Coupel-Ledru A., Marguerit E., Rossetts 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;51(2):167-179. DOI 10.20870/oeno-one.2016.0.0.1870.
15. Zhu D., Che Y., Xiao P., Hou L., Guo Y., Liu X. Functional analysis of a grape WRKY30 gene in drought resistance. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 2018;132(2):449-459. DOI 10.1007/s11240-017-1341-1.
 16. Drori E., Munitz S., Pinkus A., Stanevsky M., Netzer Y. The effect of irrigation-initiation timing on the phenolic composition and overall quality of Cabernet Sauvignon wines grown in a semi-arid climate. *Foods*. 2022;11(5):770. DOI 10.3390/foods11050770.
 17. Stefanos K. Environmental and viticultural effects on grape composition and wine sensory properties. *Elements*. 2018;14(3):173-178. DOI 10.2138/gselements.14.3.173.
 18. Kiseleva G.K., Ilyina I.A., Sokolova V.V., Zaporozhets N.M., Khokhlova A.A., Karavaeva A.V., Skhalyaho T.V. Grape varieties drought resistance in the Krasnodar Region conditions. *The Bulletin of KrasSAU*. 2022;6(183):75-83. DOI 10.36718/1819-4036-2022-6-75-83 (*in Russian*).
 19. Nenko N.I., Ilyina I.A., Petrov V.S., Kiseleva G.K., Zaporozhets N.M., Sokolova V.V. Drought resistance of grape varieties of various ecological and geographical origin. *Horticulture and Viticulture*. 2020;5:37-41. DOI 10.31676/0235-2591-2020-5-37-41 (*in Russian*).
 20. Nenko N.I., Ilyina I.A., Petrov V.S., Sundyreva M.A., Sokolova V.V., Zaporozhets N.M., Kiseleva G.K., Skhalyaho T.V. Resistance to drought of grape varieties. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2019;5:40-45. DOI 10.30850/vrsn/2019/5/40-45 (*in Russian*).
 21. Petrov V.S., Aleynikova G.Y., Novikova L.Y., Naumova L.G., Lukyanova A.A. The influence of climate changes the grape phenology. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;57(3):29-50. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-29-50 (*in Russian*).
 22. Petrov V.S., Marmorshstein A.A., Lukyanova A.A. Adaptive phenological response of introduced grape varieties *Occidentalis C. Negr.* on changes in weather and climatic conditions in the South of Russia. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2022;73(1):62-76. DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-62-76 (*in Russian*).
 23. Klimenko V.P., Lyubivaya A.N., Murova L.P. Natural and climatic resources of the steppe experimental sites of the Crimea. *Vine and Wine of Russia*. 2001;1:39-40 (*in Russian*).
 24. Su L., Dai Z., Li S., Xin H. A novel system for evaluating drought-cold tolerance of grapevines using chlorophyll fluorescence. *BMC Plant Biology*. 2015;15(1):82. DOI 10.1186/s12870-015-0459-8.
 25. Stamatidi V.Yu., Ryff I.I. Features of changes in water potentials in grape cultivars 'Muscat beliy' and 'Tsitronnyi Magaracha' in the conditions of the Southern coast of Crimea under various hydrothermal factors. *Contemporary Horticulture*. 2022;4:1-12. DOI 10.52415/23126701_2022_0401 (*in Russian*).
 26. Patil S.G., Karkamkar S.P., Deshmukh M.R. Screening of grape varieties for their drought tolerance. *Indian Journal of Plant Physiology*. 2005;10(2):176-178.
 27. Ramteke D., Karibasappa G.S. Screening of grape (*Vitis vinifera*) genotypes for drought tolerance. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2005;75(6):355-357.
 28. Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Response of local Crimea grape varieties to drought as a biotic stressor. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 2019;21(4):307-311. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.006 (*in Russian*).
 29. Fanizza G., Ricciardi L. Influence of drought stress on shoot, leaf growth, leaf water potential, stomatal resistance in wine grape genotypes (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*. 1990;29(Special Issue):371-381. DOI 10.5073/vitis.1990.29.special-issue.371-381.
 30. Rasoli V. Introduce some grapevine cultivars (*Vitis vinifera*) tolerated to drought stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2013;2(9):97-102.
 31. Fort K., Fraga J., Grossi D., Walker M.A. Early measures of drought tolerance in four grape rootstocks. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 2017;142(1):36-46. DOI 10.21273/JASHS03919-16.
 32. Ryff I.I., Nilov N.G. An *in-vitro* method to test multiple heat and drought resistance. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2005;4:9-10 (*in Russian*).
 33. Hochberg U., Rockwell F.E., Holbrook N.M., Cochard H. Iso/anisohdry: A plant-environment interaction rather than a simple hydraulic trait. *Trends in Plant Science*. 2018;23(2):112-120. DOI 10.1016/j.tplants.2017.11.002.
 34. 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;4(1):eaao6969. DOI 10.1126/sciadv.aao6969.
 35. Dal Santo S., Palliotti A., Zenoni S., Tornielli G.B., Fasoli M., Paci P., Tombesi S., Frioni T., Silvestroni O., Bellincontro A., d'Onofrio C., Matarese F., Gatti M., Poni S., Pezzotti M. Distinct transcriptome responses to water limitation in isohydric and anisohydric grapevine cultivars. *BMC Genomics*. 2016;17(1):815. DOI 10.1186/s12864-016-3136-x.
 36. Focus OIV 2017. Distribution of the world's grapevine varieties. <https://www.oiv.int/> (date of access: 25.03.2022).
 37. Maul E., Topfer R. *Vitis* international variety catalogue (VIVC): A cultivar database referenced by genetic profiles and morphology. *BIO Web of Conferences*. 2015;5:01009. DOI 10.1051/bioconf/20150501009.
 38. Anderson K. Which wine grape varieties are grown where? A global empirical picture. Adelaide: Paperback Publisher University of Adelaide Press. 2013:1-696.
 39. Anderson K., Nelgen S. Which wine grape varieties are grown where? Adelaide: Revised Edition Paperback Publisher University of Adelaide Press. 2020:1-792.
 40. Prinsi B., Simeoni F., Galbiati M., Meggio F., Tonelli C., Scienza A., Espen L. Grapevine rootstocks differently affect physiological and molecular responses of the scion under water deficit condition. *Agronomy*. 2021;11(2):289. DOI 10.3390/agronomy11020289.
 41. Audeguin L., Boursiquot J.M., Charmont S. Description des variétés de porte-greffes. Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France. FVV eds. Montpellier: CBE Production. 2007:327-359 (*in French*).
 42. Cirami R., Furkaliev J., Radford R. Summer drought and vine rootstocks. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*. 1994;366:145.
 43. Dry N. Grapevine rootstocks: selection and management for South Australian vineyards. Adelaide: Lythrum Press Stepney. 2007:1-85.
 44. Whiting J.R. Grapevine rootstocks. *Viticulture*. Vol. 1 – Resources. Ashford: Winetitles Pty Ltd. 2005:167-188.
 45. Cochetel N., Ghan R., Troups H.S., Degu A., Tillett R.L., Schlauch K.A., Cramer G.R. Drought tolerance of the grapevine, *Vitis champinii* cv. Ramsey, is associated with higher photosynthesis and greater transcriptomic responsiveness of abscisic acid biosynthesis and signaling. *BMC Plant Biology*. 2020;20(1):55. DOI 10.1186/s12870-019-2012-7.
 46. Otto T., Botelho R., Biasi L., Miljić U., Correia A.C., Jordão A.M. Adaptability of different international grape varieties

- in diverse terroirs: Impact on grape and wine composition. Recent Advances in Grapes and Wine Production - New Perspectives to Improve the Quality. 2022. DOI 10.5772/intechopen.108204.
47. Berezovskaya S.P., Popova M.S. Accumulation of phenolic substances and coloring agents in grape berries under different algorithms of irrigation and crop load. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2023;79(1):128-153. DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-128-153 (in Russian).
48. Borisenko M.N., Berezovskaya S.P. Irrigation of Crimean vineyards as a strategic element to obtain the grapes of high quality. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2018;54(6):33-51. DOI 10.30679/2219-5335-2018-6-54-33-51 (in Russian).
49. Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorouiko V.A. Technological assessment of 'Pervenets Magarach' grapes for brandy production. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;3:272-276. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.016 (in Russian).
50. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Martynovskaya A., Prostack M. Evaluation of technological characteristics of Crimean native grape variety 'Shabash' for brandy production. E3S Web of Conferences. INTERAGROMASH 2020. 2020;175:08007. DOI 10.1051/e3sconf/202017508007.
51. De la Fuente L.M. Use of hybrids in viticulture. A challenge for the OIV. OENO One. 2018;52(3):231-234. DOI 10.20870/oenoone.2018.52.3.2312.
52. Chursina O.A. The role of grape variety in the quality formation of brandy base wines and distillates. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(4):362-367. DOI 10.35547/IM.2020.31.1.013 (in Russian).
53. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V., Pogorelov D.Yu. Technological aspects of using the yeast strain *Lachancea thermotolerans* in brandy production. Food technology. 2022;5:32-36. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.7 (in Russian).
54. Alvarez-Casas M, Pajaro M, Lores M, Garcia-Jares C. Polyphenolic composition and antioxidant activity of Galician monovarietal wines from native and experimental non-native white grape varieties. International Journal of Food Properties. 2016;19(10):2307-2321. DOI 10.1080/10942912.2015.1126723.
55. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Martynovskaya A., Udod E. Biotechnological aspects of improving the quality of young brandy distillates. BIO Web of Conferences. Modern Trends in Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking. 2021;39:07003. DOI 10.1051/bioconf/20213907003.
56. Li S.-Y., He F., Zhu B.-Q., Wang J., Duan C.Q. Comparison of phenolic and chromatic characteristics of dry red wines made from native Chinese grape species and *Vitis vinifera*. International Journal of Food Properties. 2016;20(9):2134-2146. DOI 10.1080/10942912.2016.1233117.
57. Atak A. New perspectives in grapevine (*Vitis* spp.) breeding. Plant breeding – new perspectives. 2022:1-35. DOI 10.5772/intechopen.105194.
58. Heinitz C.C., Fort K., Walker M.A. Developing drought and salt resistant grape rootstocks. Acta Horticulturae. 2015;1082:305-312. DOI 10.17660/ActaHortic.2015.1082.42.
59. Morales-Cruz A., Aguirre-Liguori J.A., Zhou Y., Minio A., Riaz S., Walker A.M., Cantu D., Gaut B.S. Introgression among North American wild grapes (*Vitis*) fuels biotic and abiotic adaptation. Genome Biology. 2021;22(1):254. DOI 10.1186/s13059-021-02467-z.
60. Klimenko V.P., Pavlova I.A. Genetic basis of creating grape varieties with the use of low fertile sources of valuable traits. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;3:47-49 (in Russian).
61. Klimenko V.P., Pavlova I.A., Zlenko V.A. Biotechnology in the selection and propagation of grapes: historical aspects and development prospects. Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific works of the FSBSI Institute Magarach of the RAS. 2020;49:39-41. DOI 10.35547/7081.2020.57.12.001 (in Russian).
62. Likhovskoi V.V., Zlenko V.A., Khvatkov P.A., Maletich G.K., Spotar G.Yu., Lushchai E.A., Klimenko V.P. Biotechnological and molecular genetic methods in grape viticulture. Horticulture and Viticulture. 2022;6:5-15. DOI 10.31676/0235-2591-2022-6-5-15 (in Russian).
63. Virzo de Santo A., Fioretto A., Alfani A. Resistenza alla siccita di *Cissus quadrangularis* L. *Vitacea succulenta* con CAM. Delpinoa. 1978;20:37-44 (in Italian).
64. De Bei R., Lopéz C.R. Breeding of drought and heat tolerant grapevines using epigenetic tools. Final report to Australian grape and wine authority. Project Number UA 1402. Adelaide: The University of Adelaide. 2016:1-20.

Информация об авторе

Виктор Павлович Клименко, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мейл: vikklim@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7452-0776>.

Information about author

Victor P. Klimenko, Dr. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Genetics, Biotechnologies of Grape Breeding and Propagation; e-mail: vikklim@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7452-0776>.

Статья поступила в редакцию 30.03.2023, одобрена после рецензии 04.05.2023, принята к публикации 25.05.2023.