

УДК: 634.8:681

DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-222-236

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-
БИОХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
В ТКАНЯХ ПОБЕГОВ ВИНОГРАДА
В ЗИМНИХ ПОГОДНО-
КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ***

Ненько Наталия Ивановна
д-р с.-х. наук, профессор
главный научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: nenko.nataliya@yandex.ru

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

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

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

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

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

UDC 634.8:681

DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-222-236

**STUDY OF PHYSIOLOGICAL
AND BIOCHEMICAL CHANGES
IN THE TISSUES OF GRAPE SHOOTS
UNDER WINTER WEATHER
AND CLIMATICAL CONDITIONS ***

Nenko Nataliya Ivanovna
Dr. Sci. Agr., Professor
Chief Research Associate
of Plant Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: nenko.nataliya@yandex.ru

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

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

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

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

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North- Caucasian Federal
Scientific Center for Horticulture,
Viticulture, Winemaking»,
Krasnodar, Russia*

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

* This research was carried out with the financial support of the Kuban science Foundation in the framework of the scientific project № MFI-20.1/19

В статье приводятся результаты исследований физиолого-биохимических изменений, происходящих в тканях побегов винограда в естественных погодных-климатических условиях зимы 2020 года. С учетом развивающейся в России политики импортозамещения актуальность данных исследований подтверждается необходимостью формирования сортимента винограда, адаптированного к современным условиям меняющегося климата. Большое значение при этом имеет эколого-географическое происхождение сорта. Выявлены сортовые различия в формировании ответных реакций растений винограда на условия изменяющегося климата, которые тесно связаны с их эколого-географическим происхождением. Установлено, что у всех изучаемых сортов важное значение в процессах адаптации к зимним условиям имел характер динамики содержания крахмала, являющегося основным запасным веществом в зимний период. Максимальное его содержание обнаружено у сортов Достойный и Кристалл (1,25-1,26 мг/г сухого вещества), свидетельствующее об их повышенной зимостойкости. У сортов Достойный и Алиготе отмечен высокий вклад содержания сахарозы в формирование защитного ответа растений на зимние условия. Защитная функция пролина как осмопротектора при адаптации проявилась у сортов Достойный, Восторг, Зариф. Отмечена большая роль в формировании устойчивости у сортов Восторг, Красностоп, Кристалл, Зариф, аскорбиновой кислоты, являющейся активным антиоксидантом, содержание которой составляло 17,2-29,8 мг/г сырого вещества. Значительный вклад в функцию защиты у сортов Достойный, Красностоп, Кристалл внесли антоцианы, содержание которых в феврале по сравнению с январем увеличилось в 1,9-2,0 раза. По результатам исследований сделан вывод, что у сорта Достойный

The article presents the results of studies of physiological and biochemical changes occurring in the tissues of grape shoots under the natural weather and climatic conditions of winter 2020. Taking into account the developing import substitution policy in Russia, the relevance of these studies is confirmed by the need to form a grape assortment adapted to modern conditions of changing climate. In this case, the ecological and geographical origin of the variety is of great importance. Varietal differences in the formation of grape plant responses to the conditions of a changing climate, which are closely related to ecological and geographical origin of plants were revealed. It was found that in all the studied grape varieties, the nature of the dynamics of the starch content, which is the main reserve substance in the winter period, is an important factor for plant adaptation to winter conditions. Maximum starch content was found in the varieties of Dostoiny and Kristall (1.25-1.26 mg / g dry substance), which indicates their increased winter hardiness. The cultivars of Dostoiny and Aligote showed a high contribution of sucrose content to the formation of a protective response to winter conditions. The protective function of proline as an osmoprotector in the process adaptation was manifested in the varieties of Dostoiny, Vostorg, Zarif. A great role in the formation of resistance in the varieties of Vostorg, Krasnostop, Kristall, Zarif of ascorbic acid was noted, which is an active antioxidant, the content of which was 17.2-29.8 μg / g of raw material. Anthocyanins made a significant contribution to the protection function of the Dostoiny, Krasnostop, Kristall varieties, the content of which in February increased by 1.9-2.0 times compared to January. Based on the results of the research, it was concluded that in the Dostoiny variety a great role for formation of protect mechanism belong

в формировании защитных механизмов велика роль антоцианов, а у сорта Восторг – пролина. Показано, что индукция защитного ответа в зимний период более выражена у сортов Достойный, Красностоп, Кристалл в сравнении с сортами Алиготе и Зариф.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, СОРТ, ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ, НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СТРЕСС

to anthocyanins, and in the Vostorg variety – to proline. It has been shown that the induction of a protective response in winter is more manifested in the Dostoiny, Krasnostop, Kristall varieties in comparison with Aligote and Zarif varieties.

Key words: GRAPES, VARIETY, ECOLOGICAL AND GEORAPHIC OF ORIGIN, SUSTAINABILITY, LOW TEMPERATURE STRESS

Введение. В современных условиях меняющегося климата актуализируется задача выделения перспективных генотипов винограда для возделывания в стрессовых условиях на основе исследования механизмов адаптации растений к стрессам летнего и зимнего периода [1-5]. Актуальность вопроса сортоулучшения в виноградо-винодельческом подкомплексе АПК подтверждается и принятием Федерального закона № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации», ориентирующим отрасль на решение вопросов по импортозамещению, включая селекцию отечественных сортов и клонов; разработкой Подпрограммы «Развитие виноградарства, включая питомниководство» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 гг. (Постановление Правительства РФ от 25.08.2017 №996), основной целью которой является обеспечение роста объемов производства продукции виноградарства на основе совершенствования сортимента винограда (в первую очередь, сортов и клонов отечественной селекции). Так, необходимо увеличение общей площади промышленно возделываемых насаждений до 100 тыс. га, что на 25 % больше существующих [6].

Из всех абиотических стресс-факторов, активно проявляющихся в последние годы на юге России, низкотемпературные стрессы, при общей тенденции к потеплению климата, наиболее пагубно влияют на виноградное растение, с учетом его высокой биологической пластичности [7-10].

Раскрывать механизмы защитно-приспособительных реакций на абиотические стрессы позволяет физиолого-биохимическая оценка сортов винограда. Большое значение при этом имеет эколого-географическое происхождение сорта [11, 12].

Целью исследований являлось выявление физиолого-биохимических закономерностей процесса адаптации сортов винограда различного эколого-географического происхождения к низкотемпературным стрессам на основе протеомной, энзимной и метаболомной оценки экспрессии гено-типа для формирования устойчивых ампелоценозов.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на базе ампелоколлекции АЗОСВиВ, ЦКП «Приборно-аналитический», лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ. Объектами исследований являлись сорта винограда различного эколого-географического происхождения: *Кристалл* (межвидовой гибрид евро-амуро-американского происхождения), *Восторг* (межвидовой гибрид амуро-американского происхождения), *Красностоп АЗОС*, *Достойный* (межвидовые гибриды евро-американского происхождения), *Зариф* (межвидовой гибрид восточно-европейского происхождения), *Алиготе* (межвидовой гибрид западно-европейского происхождения).

В естественных условиях и при моделировании стресса (принудительное обезвоживание; температура $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) оводненность, содержание свободной и связанной воды в тканях побегов виноградных растений определяли весовым методом, пигменты, белки – спектральным методом. Углеводы (сахароза, глюкоза, фруктоза), органические кислоты цикла Кребса (яблочная, лимонная, янтарная), катионы металлов (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), фенолкарбоновые (хлорогеновая, кофейная), аскорбиновую, абсцизовую кислоты, малоновый диальдегид и аминокислоты – методом капиллярного электрофореза. При изготовлении анатомических препаратов использовали

методы общепринятой ботанической микротехники, активность пероксидазы определялась спектральным методом, белковые спектры – методом электрофореза в ПАГ [13-16]. Экспериментальные данные обрабатывали с помощью общепринятых методов вариационной статистики.

Обсуждение результатов исследований. При оценке гидротермических условий г. Анапа в зимний период 2019-2020 гг. показано, что в декабре 2019 г. максимальная температура воздуха составляла от 18 °С до 14 °С, а минимальная температура воздуха – минус 2 °С. В 2020 году в январе максимальная температура воздуха составляла 12 °С, а минимальная температура воздуха -2 °С; в феврале максимальная температура воздуха достигала 14 °С, а минимальная -2 °С; в марте максимум температуры составлял 22 °С, минимум -2 °С. Среднемесячное количество осадков составляло 18,3 мм, 29 мм, 60 мм, соответственно (рис. 1).

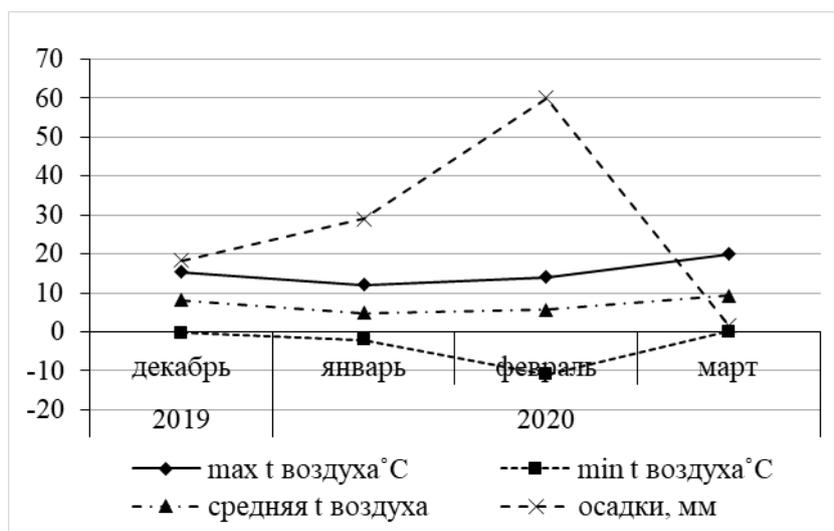


Рис. 1. Гидротермические условия ампекололлекции г. Анапа в зимний период 2019-2020 гг.

В гидротермических условиях января 2020 г. в модельном опыте при искусственном промораживании лозы сортов винограда различного эколого-географического происхождения в холодильной камере при температуре -25 °С для характеристики экспрессивности генетических систем адаптации изучаемых сортов винограда к низким температурам в состоянии ор-

ганического покоя на примере белков, обладающих пероксидазной активностью, изучены белки холодового стресса, определена активность фермента пероксидазы, окисляющего фенольные соединения, аскорбиновую кислоту, проявляющих стресспротекторные свойства [17, 18].

Установлено, что в январе 2020 года белковый комплекс с пероксидазной активностью у изучаемых сортов винограда представлен белками с молекулярной массой 130, 100, 80, 70, 60, 55, 25 кДа. В связи с потеплением климата и ростом минимальной температуры воздуха преимущественно в декабре 2019 г., по сравнению с декабрем 2018 и 2017 гг., в белковом спектре изучаемых сортов винограда отсутствуют белки с молекулярной массой 250, 240, 150 кДа.

Сорта *Кристалл* евро-амуро-американского происхождения и *Восторг* амуро-американского происхождения отличались от других исследуемых сортов винограда отсутствием белков с молекулярной массой 130, 100, 80 кДа и наличием белка с молекулярной массой 60 кДа, что может быть обусловлено эколого-географическим происхождением и связано с адаптацией к изменяющимся гидротермическим условиям. Сорт *Достойный* отличался отсутствием белка с молекулярной массой 100 кДа. В отличие от анализируемых сортов сорт *Красностон АЗОС* содержал белки с молекулярной массой 55 кДа, что может быть связано не только с генетическими различиями, но и с экспрессивностью его генетических систем в условиях изменяющегося климата.

Изучены физиолого-биохимические изменения, происходящие в тканях побегов винограда в естественных погодно-климатических условиях зимы 2020 года. Выделены наиболее информативные физиолого-биохимические параметры, характеризующие адаптационную устойчивость винограда к повреждающим стрессорам зимнего периода.

Одним из показателей, отражающих стрессовое состояние растений, является малоновый диальдегид (МДА) – продукт деградации полинена-

сыщенных жирных кислот в мембранах клеток под воздействием активных форм кислорода, который характеризует степень повреждающего действия стресс-фактора. Повышенные количества малонового диальдегида в клетках при стрессовом воздействии свидетельствуют о меньшей устойчивости растений к низким температурам.

Обнаружено, что в январе конститутивное содержание малонового диальдегида имело максимальное значение у сорта *Зариф* (0,32 мкмоль/г сырого веса), свидетельствующее о его пониженной устойчивости. К концу февраля содержание МДА увеличивалось у всех изучаемых сортов винограда в различной степени и составляло 0,47-0,76 мкмоль/г сырого веса, что свидетельствует о снижении устойчивости всех изучаемых сортов винограда в связи с выходом растений из состояния физиологического покоя (рис. 2).

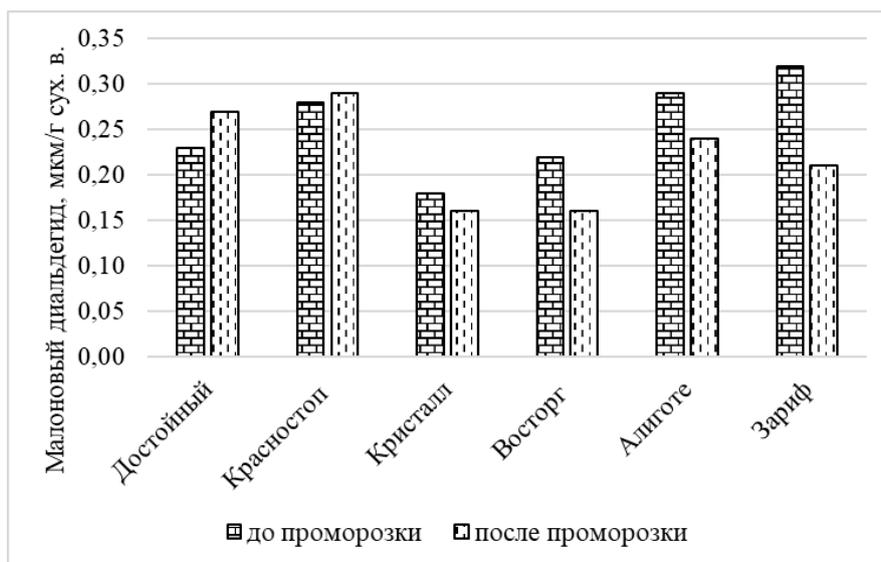


Рис. 2. Содержание малонового диальдегида в лозе сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

Одним из показателей повышения устойчивости сортов винограда к отрицательным температурам в период зимнего покоя является снижение оводненности тканей [19]. В январе 2020 г. оводненность лозы у изучаемых сортов варьировала от 35 до 45 %, что свидетельствует о нахождении их в состоянии вынужденного покоя (рис. 3).

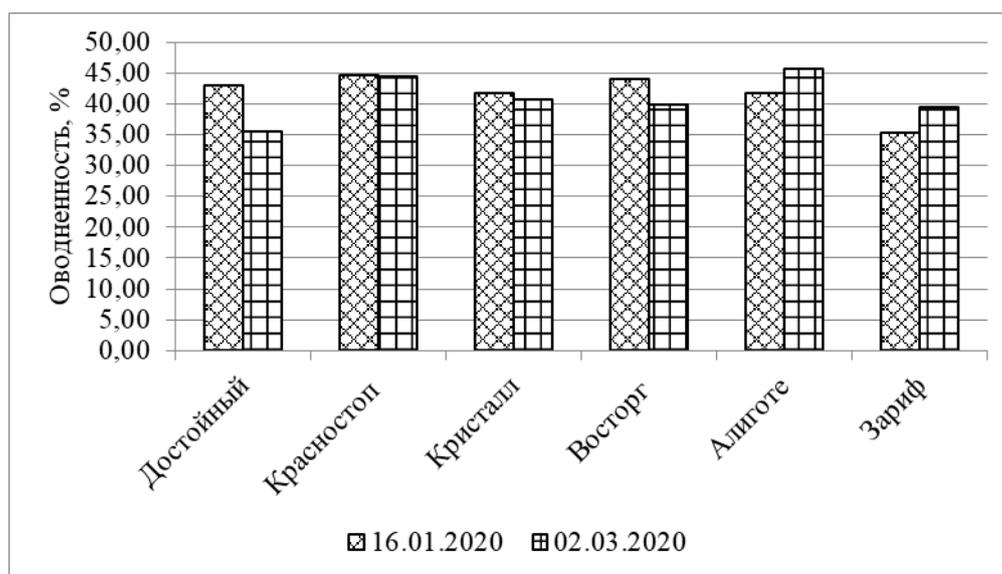


Рис. 3. Оводненность лозы различных сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

В конце февраля у сортов *Алиготе*, *Зариф* оводненность тканей увеличилась, это говорит о выходе их из состояния физиологического покоя. У других изучаемых сортов оводненность тканей существенно не изменялась. В конце зимы, в феврале, в связи с активацией метаболических процессов произошел переход связанной формы воды в свободную, уменьшилась доля связанной воды у изучаемых сортов винограда в сравнении с январем в 0,5-2,0 раза.

У сортов *Алиготе* и *Зариф* оводненность лозы коррелирует в большей мере с минимальной температурой воздуха ($K_{\text{коррел.}} = 0,69-0,71$) и количеством выпавших осадков ($K_{\text{коррел.}} = 0,95 - 0,97$), а у сортов европейского происхождения – с максимальной температурой воздуха ($K_{\text{коррел.}} = 0,57 - 0,68$) и количеством осадков ($K_{\text{коррел.}} = -1$), что свидетельствует о корреляционной зависимости изменения оводненности с эколого-географическим происхождением сорта.

Большую роль в водном режиме растений играет содержание связанной воды в тканях, наличие которой определяет агрегативную устойчивость биокolloидов растений. Свободная форма воды определяет активность физиологических процессов. В исследуемый период у изучаемых

сортов отмечено снижение содержания связанной воды в растительной клетке к марту (рис. 4). В этот же период наблюдалась активизация распада белка, особенно у сортов *Достойный* и *Красноstop АЗОС*.

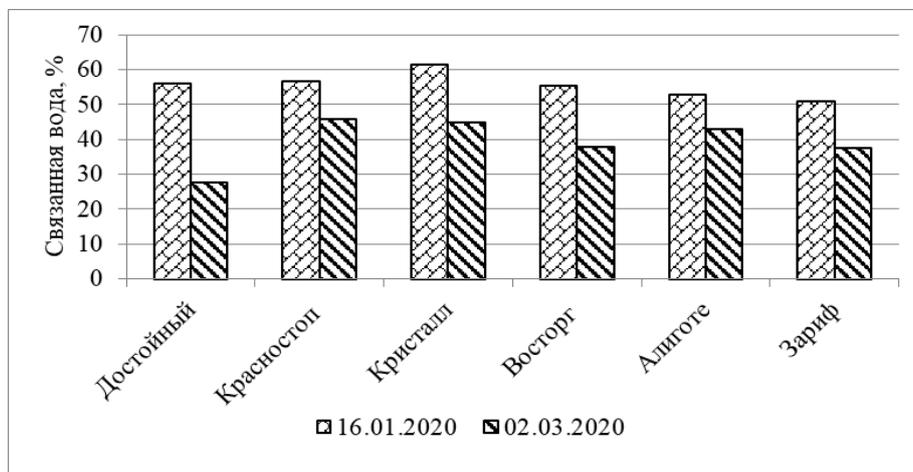


Рис. 4. Содержание связанной формы воды в лозе сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

Защитная функция пролина как осмопротектора при адаптации проявилась у сортов *Достойный*, *Восторг*, *Зариф*, у которых наблюдали максимальное его содержание в январе – 35,1-67,9 мкг/г сырого вещества (рис. 5). У остальных изучаемых сортов эту функцию, по-видимому, выполнили другие соединения.

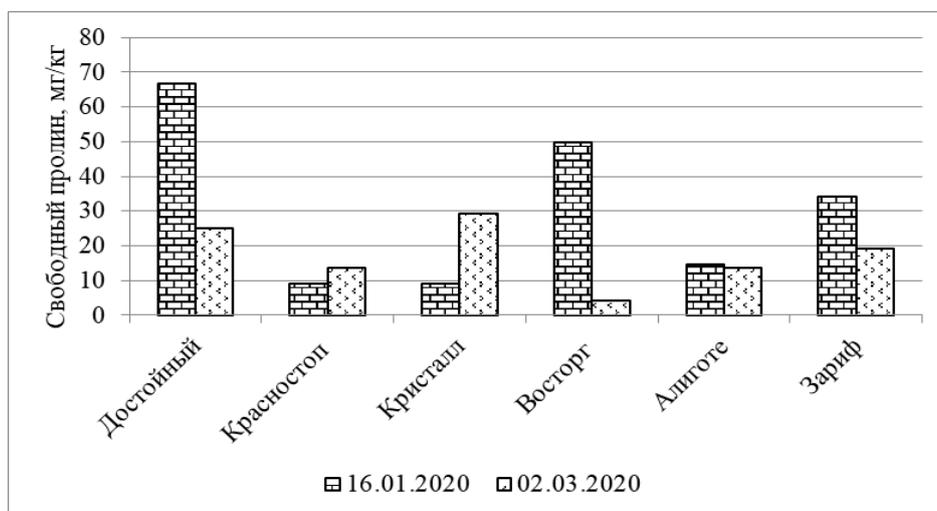


Рис. 5. Содержание свободного пролина в лозе сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

Другой метаболит антиоксидантной системы защиты – аскорбиновая кислота, но, по мнению некоторых авторов, является косвенным показателем морозостойкости растений. Защитные свойства аскорбиновой кислоты проявляются в торможении процесса поступления воды, уменьшении оводнённости, в изменении подвижности внутриклеточной воды [20].

Максимальное содержание аскорбиновой кислоты в побегах винограда в январе отмечено у сорта *Восторг* – 29,8 мкг/г сырого вещества, свидетельствующее о реализации защитной функции растений с помощью этого механизма. У сортов *Красностон*, *Кристалл*, *Зариф* содержание аскорбиновой кислоты составляло 17,2-20,1 мкг/г сырого вещества, роль ее у этих сортов также была велика. В конце февраля её содержание у всех сортов винограда резко упало в связи с полным использованием ее на подавление окислительного стресса (рис. 6).

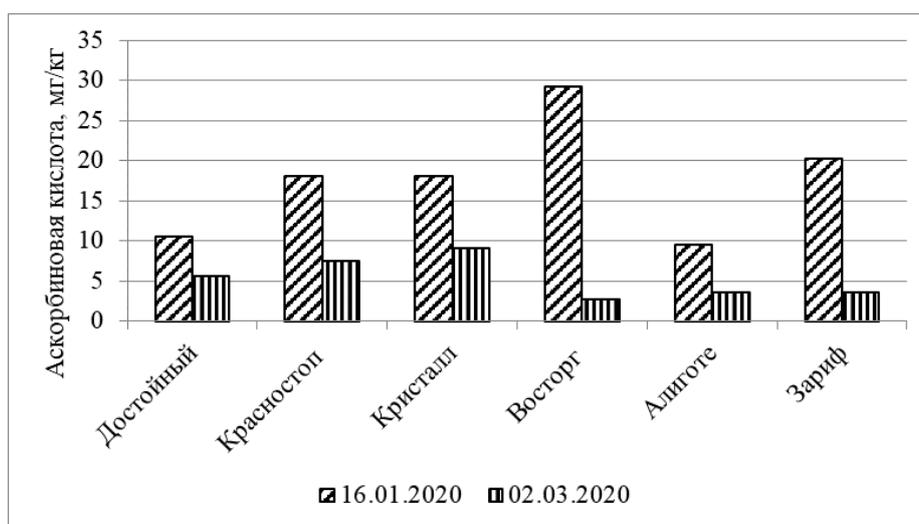


Рис. 6. Содержание аскорбиновой кислоты в лозе сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

Одним из компонентов универсальных защитных реакций растений является накопление антоцианов и халконов. Антоцианы являются термоаккумулярующим светозащитным барьером, а халконы обладают высокой антиоксидантной активностью. Низкие отрицательные температуры в феврале 2020 года в различной степени стимулировали синтез этих криопротекторов у изучаемых сортов винограда.

В результате исследования метаболизма фенольных соединений обнаружено, что содержание антоцианов в январе у всех сортов примерно в 2 раза выше, чем содержание халконов (рис. 7).

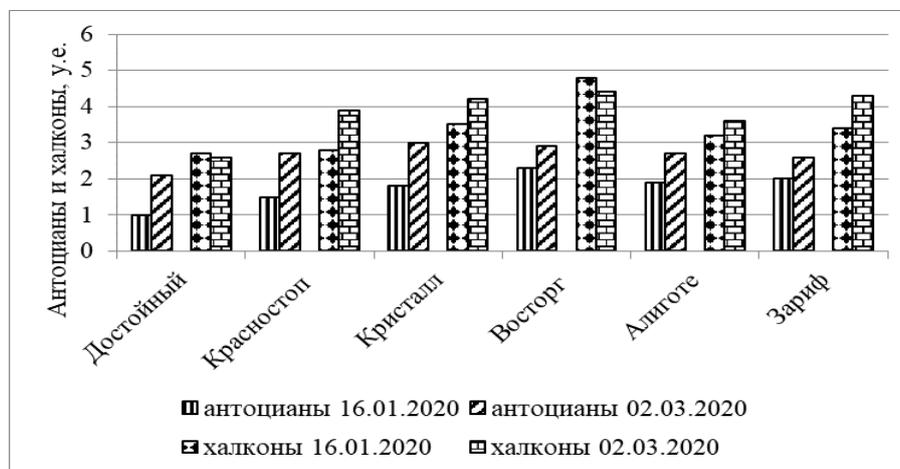


Рис. 7. Содержание антоцианов и халконов в лозе сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

Низкие отрицательные температуры февраля в различной степени стимулировали синтез этих криопротекторов у изучаемых сортов винограда. В феврале содержание антоцианов у сортов *Достойный*, *Красностоп*, *Кристалл* увеличилось в сравнении с январем в 1,9-2,0 раза, это говорит об их значительном вкладе в функцию защиты. У остальных сортов этот вклад был заметно меньше.

Важное значение в процессах адаптации растений к зимним условиям имеет крахмал, являющийся основным запасным веществом в зимний период. Максимальное его содержание обнаружено у сортов *Достойный* и *Кристалл* (1,25-1,26 мг/г сухого вещества), свидетельствующее об их повышенной зимостойкости. В конце февраля у сортов *Достойный*, *Красностоп*, *Кристалл* содержание крахмала уменьшилось в связи с гидролизом и превращением в сахара, играющих важную роль в устойчивости к низким температурам. Остальные сорта – *Восторг*, *Алиготе*, *Зариф* уже вышли из состояния физиологического покоя, у них содержание крахмала увеличилось в связи с его вторичным синтезом, который затем будет расходоваться на ростовые процессы весной. Установлено, что у всех изучаемых

мых сортов винограда характер динамики содержания крахмала имел важное значение в процессах адаптации к зимним условиям (рис. 8).

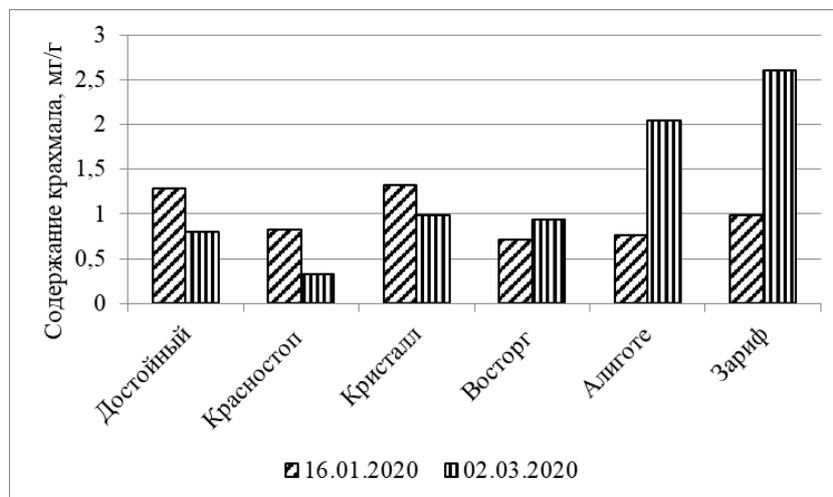


Рис. 8. Содержание крахмала в лозе сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

Выявлено, что образовавшаяся в процессе гидролиза крахмала сахароза выполнила роль осмопротектора при адаптации к зимним стрессам у всех изучаемых сортов винограда, ее содержание в январе составляло 3,95-5,95 мг/г сухого вещества (рис. 9). К концу февраля у всех сортов ее содержание понизилось в связи с исполнением своих функций до 1,8-4,8 мг/г сухого вещества, в большей степени у сортов *Достойный* (в 2,8 раза) и *Алиготе* (в 2,1 раза). Таким образом, у сортов *Достойный* и *Алиготе* вклад сахарозы в формирование защитного ответа на зимние условия достаточно велик.

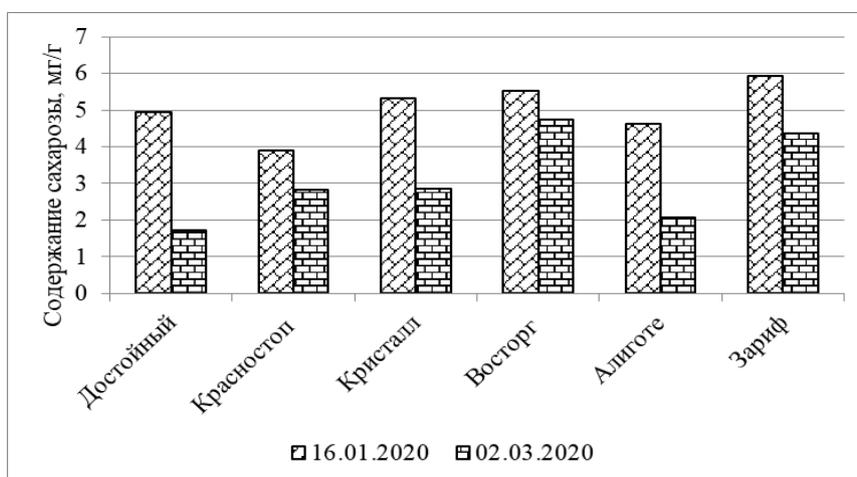


Рис. 9. Содержание сахарозы в лозе сортов винограда в зимний период (январь-март 2020 г.)

Выводы. На основании результатов комплекса исследований физиолого-биохимических изменений, происходящих в тканях побегов винограда в естественных погодно-климатических условиях зимы 2020 года, выделены наиболее информативные физиолого-биохимические параметры, характеризующие адаптационную устойчивость винограда к повреждающим стрессорам зимнего периода. К ним отнесены биохимические показатели: содержание крахмала, сахарозы, пролина, антоцианов в тканях.

Выявлены сортовые различия в формировании ответных реакций растений винограда на низкотемпературные стрессы, которые тесно связаны с их происхождением.

Показано, что индукция защитного ответа в зимний период более выражена у сортов *Достойный*, *Красностоп*, *Кристалл* в сравнении с сортами *Алиготе*, *Зариф*.

Литература

1. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Наумова Л.Г., Лукьянова А.А. Адаптивная реакция на лозови сортове в условия на климатични промени // Лозарство и винарство, 2018. № 6. С. 18-31.
2. Трошин Л.П. Ампелография и селекция винограда. Краснодар: Вольные мастера. 1999. 138 с.
3. Егоров Е.А., Серпуховитина К.А., Петров В.С. Состояние и перспективы научного обеспечения устойчивого развития виноградарства // Виноделие и виноградарство. 2008. № 3. С. 6-8.
4. Galet P. Dictionnaire encyclopedique des cer pages / P. Galet – Hachette. 2000. 936 p.
5. Gerdemann-Knorck, M. Utilization of asymmetric somatic hybridization for the transfer of disease resistance from *Brassica nigra* to *Brassica napus* / M. Gerdemann-Knorck, M.D. Sacristan, C. Breeding // Pestic. Outlook. – 1993. – №4. – P. 22-25.
6. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Оценка состояния и перспективы развития виноградарства и питомниководства в Российской Федерации [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 61(1). С. 1-15. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/01/01.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15 (дата обращения: 17.11.2020).
7. Адаптивный потенциал винограда в условиях стрессовых температур зимнего периода / Е.А. Егоров [и др.]. Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2006. 156с.
8. Влияние биотических и абиотических факторов на продуктивность виноградных растений / М.И. Панкин [и др.] // Обеспечение устойчивого производства виноградовинодельческой отрасли на основе современных достижений науки: материалы Междунар. дистанционной науч.-практ. конф.: АЗОСВиВ. Анапа. 2010. С. 158-164.

9. Петров В.С., Павлюкова Т.П., Талаш А.И. Научные основы устойчивого выращивания винограда в аномальных погодных условиях. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2014. 157 с.

10. Петров В.С. Формирование адаптивного сортимента винограда в нестабильных условиях среды [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. № 20(2). С. 15-30. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/02/03.pdf>. (дата обращения: 17.11.2020).

11. Wan Y, Schwaninger H, Li D, Simon C, Wang Y, He P The eco-geographic distribution of wild grape germplasm in China // VITIS. – 2008. – № 47(2). – P.77

12. Weirong Xu, Ruimin Li, Ningbo Zhang, Fuli Ma, Yuntong Jiao, Zhenping Wang Transcriptome profiling of *Vitis amurens*, an extremely cold-tolerant Chinese wild *Vitis* species, reveals candidate genes and events that potentially connected to cold stress // [Plant Molecular Biology](#). – 2014. – Volume 86. – PP 527–541.

13. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Редкол: Е. А. Егоров [и др.]. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2010. 300 с.

14. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер; пер. с англ. 2-е изд. (эл.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 855 с.

15. Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда. Учебно-методическое пособие / под общ. ред. Н.И. Ненько. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. 115 с.

16. Биссвангер, Х. Практическая энзимология. М.: Лаборатория знаний, 2012. 328 с.

17. Савич И.М. Peroксидазы – стрессовые белки растений // Успехи современной биологии. 1999. Т.107. №3. С.406-417. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41869492_90974404.pdf

18. Oleshuk E.N., Griz A.N., Porof E.H., Yanchevskaya T.G. Express-assement of introduced *Vitis* species' stress resistance using red/ox-markers // Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, biological series, 2016, no 4, pp. 33-41

19. В.-Н. Chen, В. Zhang, J. Mao, Y. Hao, R. Yang, X.-H. Cai, S.-Y. Qi, *Plant Physiology Journal*, 50 (4), 535-541 (2014). <https://doi.org/10.13592/j.cnki.ppj.2013.0441>.

20. J. Zhang, X. Wu, R. Niu, Y. Liu, N. Liu, W. Xu, Y. Wang, *Vitis*, 51 (4), 153-160 (2012). <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84867835730&origin=inward&txGid=e12a022d23b08d0ef841cd10ce8fd778>

References

1. Petrov V.S., Alejnikova G.Yu., Naumova L.G., Luk'yanova A.A. Adaptivna reakcija na lozovi sortove v usloviya na klimatichni promeni // *Lozarstvo i vinarstvo*, 2018. № 6. S. 18-31.

2. Troshin L.P. *Ampelografiya i selekciya vinograda*. Krasnodar: Vol'nye mastera. 1999. 138 s.

3. Egorov E.A., Serpuhovitina K.A., Petrov V.S. Sostoyanie i perspektivy nauchnogo obespecheniya ustojchivogo razvitiya vinogradarstva // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2008. № 3. S. 6-8.

4. Galet P. *Dictionnaire encycloperdique des cer pages* / P. Galet – Hachette. 2000. 936 p.

5. Gerdemann-Knorck, M. Utilization of asymmetric somatic hybridization for the transfer of disease resistance from *Brassica nigra* to *Brassica napus* / M. Gerdemann-Knorck, M.D. Sacristan, S. Breeding // *Pestic. Outlook*. – 1993. – №4. – P. 22-25.

6. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Koch'yan G.A. Ocenka sostoyaniya i perspektivy razvitiya vinogradarstva i pitomnikovodstva v Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2020. № 61(1). S. 1-15. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/01/01.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15 (data obrashcheniya: 17.11.2020).

7. Adaptivnyj potencial vinograda v usloviyah stressovyh temperatur zimnego perioda / E.A. Egorov [i dr.]. Krasnodar: SKZNIISiV. 2006. 156s.

8. Vliyanie bioticheskikh i abioticheskikh faktorov na produktivnost' vinogradnyh rastenij / M.I. Pankin [i dr.] // Obespechenie ustojchivogo proizvodstva vinogradovinodel'cheskoj otrasli na osnove sovremennyh dostizhenij nauki: materialy Mezhdunar. distancionnoj nauch.-prakt. konf.: AZOSViV. Anapa. 2010. S. 158-164.

9. Petrov V.S., Pavlyukova T.P., Talash A.I. Nauchnye osnovy ustojchivogo vyrashchivaniya vinograda v anomal'nyh pogodnyh usloviyah. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2014. 157 s.

10. Petrov V.S. Formirovanie adaptivnogo sortimenta vinograda v nestabil'nyh usloviyah sredy [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2013. № 20(2). S. 15-30. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/02/03.pdf>. (data obrashcheniya: 17.11.2020).

11. Wan Y, Schwaninger H, Li D, Simon C, Wang Y, He P The eco-geographic distribution of wild grape germplasm in China // VITIS. – 2008. – № 47(2). – P.77

12. Weirong Xu, Ruimin Li, Ningbo Zhang, Fuli Ma, Yuntong Jiao, Zhenping Wang Transcriptome profiling of *Vitis amurensis*, an extremely cold-tolerant Chinese wild *Vitis* species, reveals candidate genes and events that potentially connected to cold stress // Plant Molecular Biology. – 2014. – Volume 86. – RR 527–541.

13. Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie issledovanij po sadovodstvu / Redkol: E. A. Egorov [i dr.]. Krasnodar: SKZNIISiV, 2010. 300 s.

14. Principy i metody biohimii i molekulyarnoj biologii [Elektronnyj resurs] / red. K. Uilson i Dzh. Uolker; per. s angl. 2-e izd. (el.). M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2015. 855 c.

15. Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovaniya plodovyh kul'tur i vinograda. Uchebno-metodicheskoe posobie / pod obshch. red. N. I. Nen'ko. Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. 115 s.

16. Bissvanger, H. Prakticheskaya enzimologiya. M.: Laboratoriya znaniy, 2012. 328 s.

17. Savich I.M. Peroksidazy – stressovye belki rastenij // Uspekhi sovremennoj biologii. 1999. T.107. №3. S.406-417. Rezhim dostupa: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41869492_90974404.pdf

18. Oleshuk E.N., Griz A.N., Porof E.H., Yanchevskaya T.G. Express-assement of introduced *Vitis* species\ stress resistance using red/ox-markers // Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, biological series, 2016, no 4, pp. 33-41

19. B.-H. Chen, B. Zhang, J. Mao, Y. Hao, R. Yang, X.-H. Cai, S.-Y. Qi, Plant Physiology Journal, 50 (4), 535-541 (2014). <https://doi.org/10.13592/j.cnki.ppj.2013.0441>.

20. J. Zhang, X. Wu, R. Niu, Y. Liu, N. Liu, W. Xu, Y. Wang, *Vitis*, 51 (4), 153-160 (2012). <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84867835730&origin=inward&txGid=e12a022d23b08d0ef841cd10ce8fd778>