

DOI: 10.31676/0235-2591-2018-6-19-25

## Специфические белки теплового и холодового стресса устойчивости сортов винограда различного эколого-географического происхождения к абиотическим факторам зимнего и летнего периодов

И. А. Ильина, Н. И. Ненько, В. С. Петров, В. В. Соколова, М. А. Сундырева

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»,  
г. Краснодар, Россия

**Резюме.** В статье приводятся результаты исследований экспрессивности генетических систем адаптации сортов винограда различного эколого-географического происхождения к низким температурам в состоянии органического покоя и высоким температурам летнего периода на примере белков, обладающих пероксидазной активностью. Выделены специфические белки холодового и теплового стресса. Установлена большая активность пероксидазы в лозе винограда сортов Кристалл, Достойный и Красностоп АЗОС, характеризующая повышенную устойчивость их к окислительному стрессу зимнего периода. Методом искусственного промораживания на основании гистохимических исследований подтверждено, что сорта Кристалл, Достойный, Красностоп АЗОС являются высокоморозостойкими (содержание крахмала в зоне мелкоклеточной сердцевины 5,0 баллов), сорт Восторг – морозостойким (4,6 балла), сорта Алиготе и Зариф – среднеморозостойкими (4,4 балла и 4,3 соответственно). Определено количество и молекулярная масса белков высокотемпературного стресса. Установлено, что сорта Достойный, Красностоп АЗОС и Восторг более устойчивы к высокотемпературному и водному стрессу, что обусловлено более высоким содержанием белков теплового шока с молекулярной массой 80, 70 и 60 кДа. При воздействии водного стресса в модельном опыте на листья сортов винограда выявлено снижение содержания белков с молекулярной массой ММ 100, 80 и 70 кДа у сорта Достойный, с ММ 100, 80, 70 кДа – у сорта Красностоп АЗОС, с ММ 110, 100, 80 кДа – у сорта Восторг, с ММ 100 и 80 кДа – у сорта Алиготе. У сорта Зариф значительно снизилось содержание высокомолекулярных белков (250, 130, 110 кДа).

**Ключевые слова:** виноград, сорта, эколого-географическое происхождение, абиотические стрессы, белки теплового и холодового стресса.

**Благодарности:** Поддержано грантом №13-04-9657 – р\_юг\_а Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края

## Specific proteins of thermal and cold stress resistance of grape varieties of various ecological and geographical origin to abiotic factors of the winter and summer periods

I. A. Ilyina, N. I. Nenko, V. S. Petrov, V. V. Sokolova, M. A. Sundyeva

North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

### Адрес для переписки:

Ильина Ирина Анатольевна  
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, д. 39  
kubansad@kubannet.ru

### Address for correspondence:

Ilyina Irina A.  
North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, 350901, Russia, Krasnodar, 39, 40 let Pobedy str.  
kubansad@kubannet.ru

### Образец цитирования:

Ильина И. А., Ненько Н. И., Петров В. С., Соколова В. В., Сундырева М. А. Специфические белки теплового и холодового стресса устойчивости сортов винограда различного эколого-географического происхождения к абиотическим факторам зимнего и летнего периодов. Садоводство и виноградарство. 2018;6:19-25  
doi: 10.31676/0235-2591-2018-6-19-25  
© Ильина И. А. и соавт., 2018

### For citation:

Ilyina I. A., Nenko N. I., Petrov V. S., Sokolova V. V., Sundyeva M. A. Specific proteins of thermal and cold stress resistance of grape varieties of various ecological and geographical origin to abiotic factors of the winter and summer periods. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2018;6:19-25  
doi: 10.31676/0235-2591-2018-6-19-25

**Abstract.** The article presents the results of studies of the expressiveness of genetic systems for the adaptation of grape varieties of various ecological-geographical origin to low temperatures in a state of organic rest and high temperatures in the summer period on the example of proteins with peroxidase activity. Specific proteins of cold and heat stress were identified. A large peroxidase activity was established in the grapevine grape varieties Kristall, Dostoiny and Krasnostop AZOS, which characterizes their increased resistance to oxidative stress during the winter period. Using the method of artificial freezing on the basis of histochemical studies, it was confirmed that the varieties Kristall, Dostoiny, Krasnostop AZOS are highly frost-resistant (the starch content in the small-cell core zone is 5.0 points), the Vostorg variety is frost-resistant (4.6 points), the Aligote and Zarif varieties are medium-frost resistant (4.4 points and 4.3, respectively). The amount and molecular weight of high temperature stress proteins was determined. It was established that the varieties Dostoiny, Krasnostop AZOS and Vostorg are more resistant to high-temperature and water stress, which is caused by a higher content of heat shock proteins with a molecular weight of 80, 70 and 60 kDa. Under the influence of water stress in the model experiment on the leaves of grape varieties, a decrease in the protein content was revealed: with a molecular weight (MW) of 100, 80 and 70 kDa at the Dostoiny variety, with MW 100, 80, 70 kDa at the Krasnostop AZOS variety, with MW 110, 100, 80 kDa at the Vostorg variety, with MW 100 and 80 kDa at the Aligote variety. In the Zarif variety, the content of high-molecular proteins (250, 130, 110 kDa) significantly decreased.

**Keywords:** grapes, varieties, ecological and geographical origin, abiotic stresses, heat and cold stress proteins.

**Acknowledgements:** Supported by Grant No. 13-04-9657 - r\_ug\_a of the Russian Foundation for Fundamental Research and the Administration of Krasnodar Region

### Введение

Стрессы зимнего и летнего периодов приводят к резкому снижению продуктивности, а нередко и к гибели растений винограда. При воздействии стрессовых факторов интенсивные сорта могут реализовать лишь 15-30 % потенциальной продуктивности [1, 2].

Условия Северо-Кавказского региона России благоприятствуют получению высоких урожаев винограда, способных выдерживать конкуренцию на международном рынке. В то же время получение стабильных высоких урожаев ограничивается воздействием неблагоприятных факторов внешней среды – зимних морозов, особенно после длительной теплой погоды, и летней засухи. Поэтому только сорта, сочетающие высокое качество с адаптированностью к условиям данного региона, могут с успехом возделываться здесь в достаточно широких масштабах [3-6].

В связи с этим особенно актуально не только выделить перспективные генотипы, но и определить экспрессивность генетических систем, то есть способность реализовать потенциальные возможности генотипа в изменяющихся условиях среды.

Основной целью исследований являлось изучение экспрессивности генетических систем адаптации изучаемых сортов винограда к низким температурам в состоянии органического покоя и высоким температурам летнего периода на примере белков, обладающих пероксидазной активностью. В задачи исследований входило определение содержания белков холодного и теплового стрессов, активности пероксидазы сортов винограда различного эколого-географического происхождения.

### Материалы и методы

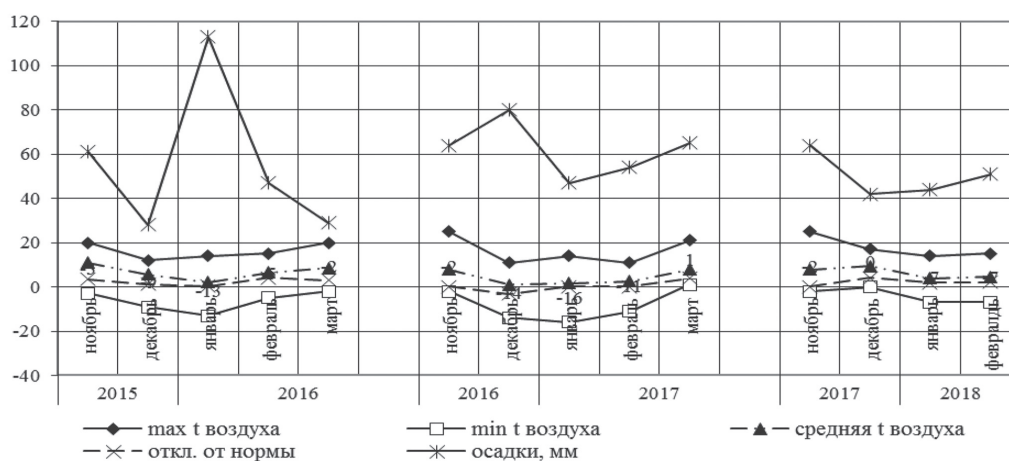
Объектами исследований являлись сорта винограда технического назначения: межвидовые гибриды

европейско-американского происхождения Достойный, Красностоп АЗОС, Восторг, западно-европейского происхождения – Алиготе, восточно-европейского происхождения – Зариф. Контроль – Кристалл – межвидовой гибрид евро-амуро-американского происхождения (морозостойкий сорт). Растения одного года посадки, подвой Кобер 5ББ. Формировка – двусторонний высокоштабный спиральный кордон АЗОС. Возделывание растений винограда – на черном паре при схеме посадки 3 × 2,5 м.

Место проведения исследований – ампелографическая коллекция АЗОСВиВ (филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ), расположенная в Анапе. Лабораторные исследования проведены на базе ЦКП «Приборно-аналитический» и лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ. Содержание белков определяли спектральным методом на спектрофотометрах UNICO 2800, LEKI SS1207, активность пероксидазы – спектральным методом, белковые спектры – методом электрофореза в ПАГ [6]. Исследования проводили в естественных условиях и при моделировании стресса (принудительное обезвоживание; температуры -25 °С, 55 °С). Экспериментальные данные обрабатывали с помощью общепринятых методов вариационной статистики. Анализируемый период 2015-2018 гг.

### Результаты исследований

Гидротермические условия Анапы за 2015-2018 гг. показали некоторое повышение максимальных и минимальных температур в декабре и январе. Так, в декабре максимальная температура воздуха повышалась с 11-12 °С до 17 °С, а минимальная – с -14... -9 °С до 0 °С. В январе 2018 г. – минимальная температура воздуха повышалась от -13... -16 °С до -7 °С, а максимальная за анализируемый период составляла стабильно 14 °С (рис. 1).



**Рис. 1. Гидротермические условия Анапы в зимний период 2015-2018 гг.**

Fig. 1. Anapa hydrothermal conditions in winter 2015-2018

В существенно изменяющихся гидротермических условиях зимнего периода 2017-2018 гг. для характеристики экспрессивности генетических систем адаптации изучаемых сортов винограда к низким температурам в состоянии органического покоя на примере белков, обладающих пероксидазной активностью, продолжено изучение белков холодового стресса, и определена активность фермента пероксидазы, окисляющего фенольные соединения, проявляющие стресс-протекторные свойства [7].

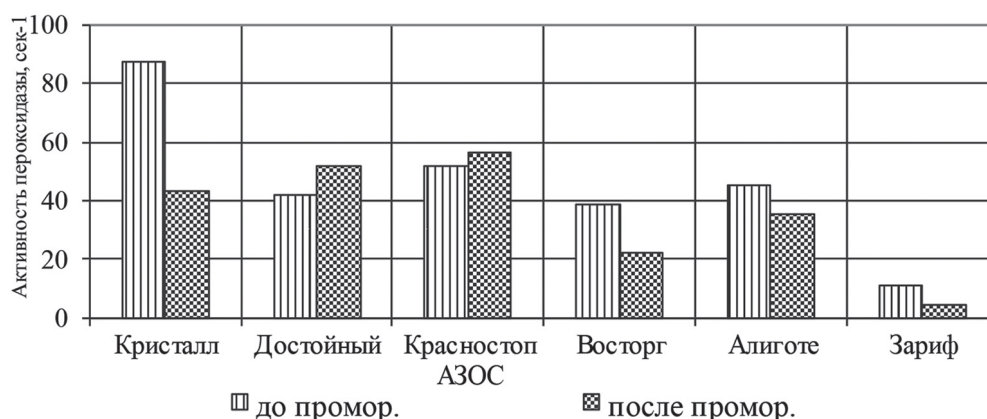
Анализ фракционного состава белкового комплекса с пероксидазной активностью у изучаемых сортов винограда в декабре 2017 г. показал содержание широкого спектра белков с молекулярной массой 140, 130, 120, 100, 90, 80, 70, 65, 55, 50 и 40 кДа.

Сравнительный анализ фракционного состава белков, полученного в декабре 2017 г., с этим же периодом в 2016 г. выявил отсутствие белков с молекулярной массой 250, 240, 150 кДа, что, по-видимому, обусловлено общим потеплением климата и ростом максимальной и минимальной температур воздуха зимнего периода.

Сорт Кристалл евро-амуро-американского происхождения отличался от других исследуемых

сортов винограда наличием белка с молекулярной массой 60 кДа и большим содержанием белков с молекулярной массой 100, 80, 50 и 40 кДа, что связано с его эколого-географическим происхождением и адаптацией к изменяющимся гидротермическим условиям. Сорт Восторг в отличие от других изучаемых сортов содержал белок с молекулярной массой 140 кДа, а сорт Красностоп АЗОС – белок с молекулярной массой 100 кДа. В отличие от сортов Кристалл и Достойный сорта Восторг, Алиготе, Зариф содержали белки с молекулярной массой 65 кДа и 70 кДа (кроме сорта Красностоп АЗОС). Это подтверждает экспрессивность генетических систем.

Одним из показателей, характеризующих уровень окислительного стресса в растении, служит активность антиоксидантных ферментов, к которым относится пероксидаза. Пероксидазная активность у исследуемых сортов колеблется от 10,98 сек<sup>-1</sup> у сорта Зариф до 87,27 сек<sup>-1</sup> у сорта Кристалл. Значительное различие сортов по пероксидазной активности характеризует специфику зимостойкости сортов и может быть связано с различиями в спектрах белков, обладающих пероксидазной активностью (рис. 2).

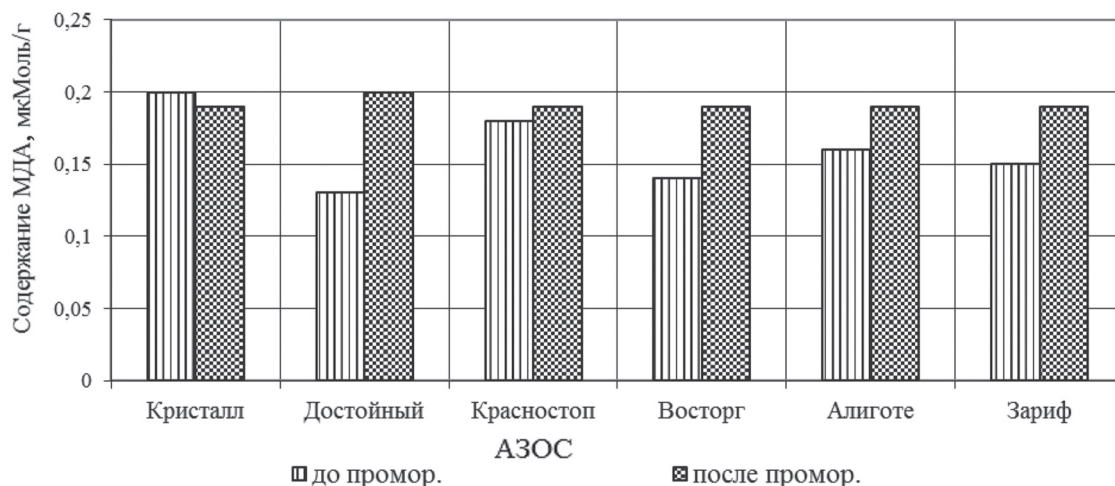


**Рис. 2. Активность пероксидазы сортов винограда до и после промораживания побегов, декабрь 2017 г.**

Fig. 2. Peroxidase activity of grape varieties before and after freezing of shoots, december 2017

После промораживания побегов винограда в модельном опыте пероксидазная активность у большинства сортов уменьшается, а у сортов Достойный и Красностоп АЗОС евро-американского

происхождения – несколько возрастает; содержание малонового диальдегида у всех сортов повышается, а у сорта Кристалл снижается, что связано с его эколого-географическим происхождением (рис. 3).



**Рис. 3. Содержание малонового диальдегида в побегах сортов винограда до и после промораживания, декабрь 2017 г.**

Fig. 3. The content of malon dialdehyde in the shoots of grape varieties before and after freezing, december 2017

При промораживании побегов винограда в модельном опыте установлено, что у большинства изучаемых сортов исчезают более высокомолекулярные белки с молекулярной массой 140, 130, 120 кДа и низкомолекулярные фракции с молекулярной массой 55, 50 и 40 кДа и появляются фракции с молекулярной массой 110 кДа (сорт Кристалл), 90 кДа – у всех сортов, 85 кДа (у всех сортов, кроме Восторг и Зариф), 65, 60 кДа, 80 кДа у сортов Кристалл и Восторг, что может быть связано с происхождением этих двух сортов от амурского винограда.

Таким образом, сделан вывод о том, что у всех изучаемых сортов при воздействии низкотемпературного стресса белки холодового стресса имеют молекулярную массу 90, 85, 65 и 60 кДа и у сортов Кристалл и Восторг – дополнительно молекулярную массу 80 кДа.

Большая активность пероксидазы в лозе винограда сортов Кристалл, Достойный и Красностоп АЗОС характеризует повышенную устойчивость их к окислительному стрессу и согласуется с большим содержанием аскорбиновой кислоты у сортов Достойный, Восторг и фенолкарбоновых кислот – у сорта Восторг (рис. 4).



**Рис. 4. Содержание аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот в побегах винограда до и после промораживания, декабрь 2017 г.**

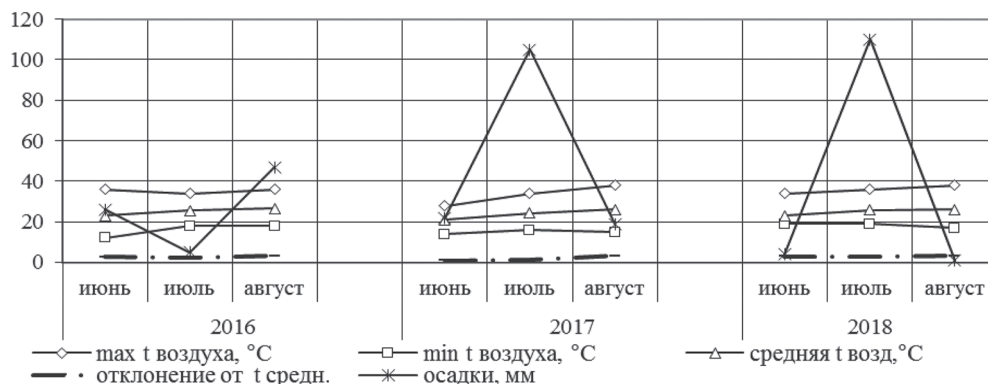
Fig. 4. The content of ascorbic and phenol-carboxylic acids in the shoots of grapes before and after freezing, december 2017

Методом искусственного промораживания на основании гистохимических исследований подтверждено, что сорта Кристалл, Достойный, Красностоп АЗОС являются высокоморозостойкими (содержание крахмала в зоне мелкоклеточной

сердцевинки составляло 5,0 баллов), сорт Восторг – морозостойким (4,6 балла), сорта Алиготе и Зариф – среднеморозостойкими (4,4 балла и 4,3 соответственно).

На территории Анапы, где расположена ампелоколлекция, июнь и август 2018 г. были жаркими и засушливыми. Температура воздуха достигала 34 и 38 °С, осадки составили 4 и 1 мм, соответственно.

Максимальная температура лета 2018 г. превысила максимальную температуру лета 2017 г. на 2-6 °С, а минимальная – на 2-5 °С. Особенно экстремальным, в связи с полным отсутствием осадков (рис. 5) [8], был август 2018 г.



**Рис. 5. Гидротермические условия лета 2016-2018 гг. (Анапа)**

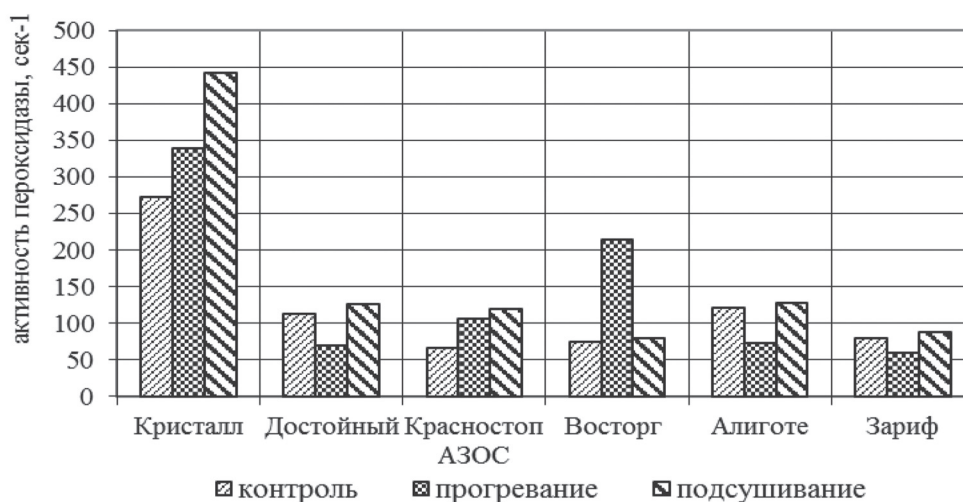
Fig. 5. Hydrothermal conditions in summer 2016-2018 (Anapa)

Анализ электрофоретических спектров водорастворимых белков, обладающих пероксидазной активностью, позволяет охарактеризовать экспрессивность генетических систем изучаемых сортов винограда и в комплексе с целым рядом физиолого-биохимических критериев оценить устойчивость растений к жаре и засухе.

Электрофоретический спектр белков с пероксидазной активностью в листьях сортов винограда представлен белками с молекулярной массой 250, 130, 110, 100, 80, 70, 60 кДа. В отличие от Кристалла в сорте Достойный содержалось больше белков с

молекулярной массой 110, 100, 80 кДа, а в сорте Красностоп АЗОС – с молекулярной массой 100, 80 и 70, 60 кДа. Зариф отличался от остальных изученных сортов большим содержанием высокомолекулярных белков с молекулярной массой 250, 130, 110 кДа.

Определение активности фермента пероксидазы в августе 2018 г. позволило установить, что среди изучаемых сортов большей пероксидазной активностью в обычных условиях и при воздействии водного стресса выделялся сорт Кристалл, а при воздействии высокотемпературного стресса – 2 сорта: Кристалл и Восторг (рис. 6).



**Рис. 6. Активность пероксидазы в листьях сортов винограда при тепловом и водном стрессах, август 2018 г. (Анапа, ампелоколлекция)**

Fig. 6. The activity of peroxidase in leaves of grapes under thermal and water stress, August 2018 (Anapa, ampelographic collection)

При воздействии высокотемпературного стресса в модельном опыте у сортов Достойный и Красностоп АЗОС увеличилось содержание белков с более низкой молекулярной массой: 110, 100, 80, 70, 60 кДа у

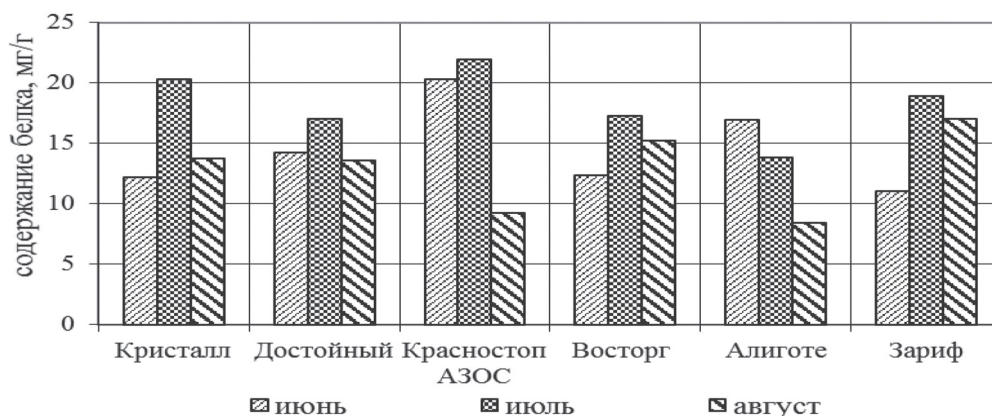
сортов Достойный и 110, 100, 80, 70 кДа у Красностоп АЗОС. У сорта Восторг повысилось содержание белков с молекулярной массой 70 и 60 кДа. У сорта Алиготе снизилось содержание высокомолекулярных

белков (250 кДа), а у Зарифа – белков с молекулярной массой 110, 100, 80 и 70 кДа.

В модельном опыте при воздействии водного стресса на листья у сорта Достойный снизилось содержание белков с молекулярной массой 100, 80 и 70 кДа, у Красностоп АЗОС – 100, 80, 70 кДа, у сорта Восторг – 110, 100, 80 кДа, у Алиготе – 100 и 80 кДа и у Зарифа значительно снизилось содержание высокомолекулярных белков (250, 130, 110 кДа).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что сорта Достойный, Красностоп АЗОС и Восторг более устойчивы к высокотемпературному и водному стрессу, что обусловлено более высоким содержанием белков теплового шока с молекулярной массой 80, 70 и 60 кДа.

В экстремальных условиях отмечено усиление гидролиза белка. Особенно наглядно это отмечалось в листьях сортов Алиготе и Красностоп АЗОС. У остальных изучаемых сортов общее содержание белка варьировало от 13,06 до 17,07 мг/г (рис. 7).

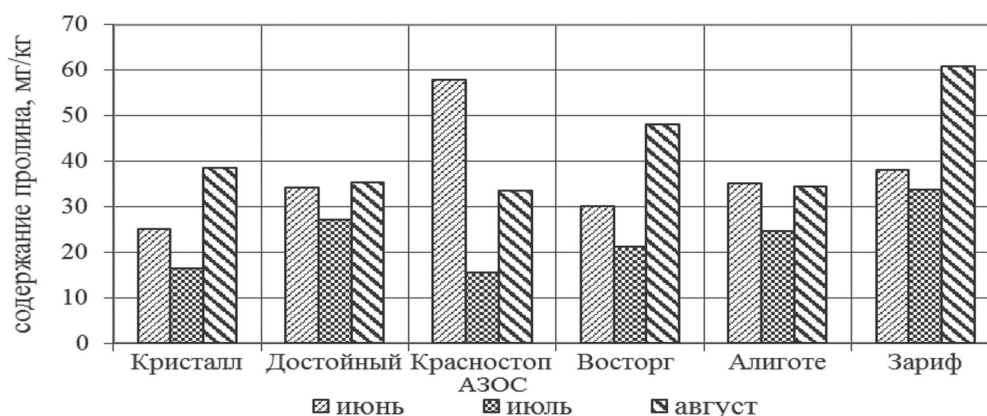


**Рис. 7. Динамика содержания белка в листьях сортов винограда в летний период 2018 г. (Анапа)**

Fig. 7. Dynamics of protein content in leaves of grape varieties in summer 2018 (Anapa)

В процессе вегетации содержание связанной формы воды в листьях винограда изучаемых сортов снижалось. На содержание связанной формы воды в клетках большое воздействие оказывает осмопротектор пролин – аминокислота – продукт гидролиза белков. При выпадении осадков содержание пролина в листьях сортов снижалось, а при наступлении жары и засухи – увеличивалось. В августе большее

содержание пролина отмечалось у сортов Кристалл, Восторг и Зариф. Однако при определении зависимости между содержанием связанной воды и пролина, а также другого осмопротектора – сахарозы (кроме сортов Алиготе, Зариф и Красностоп АЗОС) наблюдалась обратная корреляция. Это может быть связано с активным гидролизом белка, что увеличивает содержание свободного пролина в цитозоле (рис. 8).



**Рис. 8. Динамика содержания пролина в листьях сортов винограда в летний период 2018 г. (Анапа)**

Fig. 8. Dynamics of proline content in leaves of grape varieties in summer 2018 (Anapa)

В летний период 2018 г. по анатомо-морфологическим показателям у сортов Кристалл и Восторг в большей степени проявились признаки ксероморфной структуры листовой пластинки. У них отмечено наибольшее развитие слоя палисадной паренхимы по сравнению с губчатой, более мощный рост клеток верхнего эпидермиса с кутикулой, увеличение числа устьиц на единицу поверхности листовой пластинки, измельчение линейных размеров

устьиц, что является признаками ксероморфной организации и обуславливают устойчивость растений к засухе.

### Выводы

В результате изучения экспрессивности генетических систем адаптации данных сортов винограда к низким температурам в состоянии органического покоя и высоким температурам летнего периода:

1) выделены специфические белки высокотемпературного стресса с пероксидазной активностью у сортов винограда различного эколого-географического происхождения;

2) установлена большая активность пероксидазы в лозе винограда сортов Кристалл, Достойный и Красностоп АЗОС, характеризующая повышенную устойчивость их к окислительному стрессу зимнего и летнего периодов, что и согласуется с результатами гистохимических исследований методом искусственного промораживания;

## Список использованной литературы / References

1. Nenko N. I., Kisileva G. K., Ulianovskaya E. V., Yablonskaya E. K., Karavaeva A. V. Physiological-biochemical criteria of the apple-tree resistance to the summer period abiotic stresses. *EurAsian Journal of Biosciences*. 2018;12:55-61.

2. Ненько Н. И., Ульяновская Е. В., Киселева Г. К. Устойчивость яблони к экстремальным температурам и низкой влагообеспеченности. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018;1:27-30. [Nenko N. I., Ulyanovskaya E. V., Kiseleva G. K. Resistance of apple tree to extreme temperatures and low moisture availability. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2018;1:27-30.] (in Russian)

3. Ненько Н. И., Киселева Г. К., Шестакова В. В., Ульяновская Е. В. Устойчивость сортов яблони к абиотическим стрессорам в агроландшафте Краснодарского края. В кн. *Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в пяти томах). Том 1. Ландшафты в XXI веке: анализ состояния, основные процессы и концепции исследований, под редакцией академика РАН В. Г. Сычева, Л. Мюллера. М.: ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018, 486-490.* [Nenko N. I., Kiseleva G. K., Shestakova V. V., Ulyanovskaya E. V. Resistance of apple varieties to abiotic stressors in the agricultural landscape of the Krasnodar Territory. In the book new methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia (in five volumes). Vol. 1. Landscapes in the XXI century: analysis of the state, basic processes and research concepts, Eds V. G. Sychev and L. Muller. Moscow: FGBNU "VNI agrokhimii", 2018, 486-490.] (in Russian)

4. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Т. 2. М.: РУДН «Агрорус», 2001, 708 с. [Zhuchenko A. A. Adaptive system

of plant breeding (ecological and genetic basis). Т. 2. Moscow: RUDN "Agrorus", 2001, 708 p.] (in Russian)

5. 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):77-80.

6. 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;86:527-541.

7. Ненько Н. И., Петров В. С., Ильина И. А., Киселева Г. К., Сундырева М. А., Соколова В. В. Физиолого-биохимические механизмы адаптации к низкотемпературным стрессам сортов винограда различного эколого-географического происхождения. *Садоводство и виноградарство*. 2017;5:33-38. [Nenko N. I., Petrov V. S., Ilina I. A., Kiseleva G. K., Sundyrev M. A., Sokolova V. V. Physiological and biochemical mechanisms of adaptation to low-temperature stresses of grapes varieties of various ecological geographical origin. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2017;5:33-38.] (in Russian)

8. Ненько Н. И., Ильина И. А., Киселева Г. К., Сундырева М. А., Схалыхо Т. В. Устойчивость сортов винограда различного эколого-географического происхождения к высокотемпературному стрессу. *Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты: матер. конф. 18-24 сентября 2017 г. Крым, Судак, 2017, С. 244* [Nenko N. I., Ilina I. A., Kiseleva G. K., Sundyrev M. A., Shkalyakho T. V. Resistance of grape varieties of various ecological-geographical origin to high-temperature stress. *Experimental plant biology: fundamental and applied aspects: mater. conf. September 18-24, Crimea, Sudak, p. 244*] (in Russian)

## Авторы:

**И. А. Ильина** – д. т. н., заместитель директора по науке ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

**Н. И. Ненько** – д. с.-х. н., заведующая лабораторией физиологии и биохимии растений ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

**В. С. Петров** – д. с.-х. н., заведующий функциональным научным центром «Виноградарство и виноделие» ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноделия», Краснодар, Россия

**В. В. Соколова** – к. с.-х. н., заведующая научно-образовательным сектором ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

**М. А. Сундырева** – к. б. н., научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

## Authors:

**I. A. Ilyina**, Dr. Sci. (Tech.), Deputy Director for Science, North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

**N. I. Nenko**, Dr. Sci. (Agr.), Head of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

**V. S. Petrov**, Dr. Sci. (Agr.), Head of the Functional Scientific center "Viticulture and winemaking", North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

**V. V. Sokolova**, PhD (Agr.), Head of the Scientific and Educational Sector, North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

**M. A. Sundyrev**, PhD (Biol.), Researcher at the laboratory of plant physiology and biochemistry, North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

Поступила: 10.11.2018

Отправлена на доработку: 24.11.2018

Принята к печати: 07.12.2018

Received: 10.11.2018

Revision received: 24.11.2018

Accepted: 07.12.2018