

## О ФОРМИРОВАНИИ АДАПТАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У РАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД\*

Н.И. НЕНЬКО, И.А. ИЛЬИНА, В.С. ПЕТРОВ, В.В. КУДРЯШОВА,  
Н.М. ЗАПОРОЖЕЦ, Т.В. СХАЛЯХО

В современном отечественном виноградарстве наибольшую популярность приобретают сорта, сочетающие ценные свойства европейско-азиатского вида (*Vitis vinifera*) и признак устойчивости к низким температурам от восточно-азиатского (*V. amurensis*) и американских видов (*V. labrusca*, *V. riparia*). Адаптация растений к условиям перезимовки связана со сложными внутренними перестройками. В настоящей работе в естественных условиях и при моделировании стресса (принудительное обезвоживание; температура  $-25^{\circ}\text{C}$ ) было изучено влияние стрессовых факторов зимнего периода (низкие значения и перепад температур) на физиологические процессы и метаболические реакции у растений винограда различных генотипов. Объектом исследований служили технические сорта, в том числе селекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства (АЗОСВиВ): раннего срока созревания — Кристалл (межвидовой гибрид европейско-амуро-американского происхождения), Бианка (межвидовой гибрид европейско-американского происхождения); среднего срока созревания — Бархатный, Каберне Совиньон (сорта европейско-азиатского вида западно-европейской эколого-географической группы), Красностоп АЗОС, Достойный (межвидовые гибриды европейско-американского происхождения); позднего срока созревания — Каберне АЗОС, Первениц Магарача (межвидовые гибриды европейско-американского происхождения), Аг Чакрак (сорт европейско-азиатского вида восточной эколого-географической группы); виноградные кусты одного года посадки, подвой Кобер 5ББ. Для оценки адаптационной устойчивости в лубе однолетних побегов и почках зимующих глазков определяли оводненность, соотношение свободной и связанной форм воды, содержание углеводов, белка и нуклеиновых кислот, катионов металлов ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), состав и количество органических кислот, в том числе аскорбиновой, и аминокислот. Установлено, что морозостойкость винограда в состоянии выхода из органического покоя у межвидового гибрида Кристалл, а также у сортов западно-европейской эколого-географической группы Бархатный и Каберне Совиньон обусловлена как высокой водоудерживающей способностью плазмы клеток, так и устойчивостью клеточных мембран к разрушению; у сортов межвидового происхождения Достойный, Первениц Магарача, Каберне АЗОС — преимущественно водоудерживающей способностью плазмы, а у сортов Красностоп АЗОС и Аг Чакрак — устойчивостью клеточных мембран к разрушению. В естественных и моделируемых условиях по морозостойкости выделились следующие сорта винограда: раннеспелый межвидовой гибрид Кристалл, позднеспелый сорт Каберне Совиньон, среднеспелый сорт Бархатный и позднеспелые межвидовые гибриды Каберне АЗОС и Первениц Магарача.

**Ключевые слова:** виноград, морозостойкость, водный, белковый, углеводный обмен, содержание свободных органических и аминокислот, катионы металлов.

Участившиеся за последнее десятилетие погодные аномалии (низко- и высокотемпературные стрессы, большая амплитуда колебаний суточных температур, длительные оттепели в зимний период, неравномерное выпадение осадков и др.) отражают изменения агроклиматических условий на территории Российской Федерации и оказывают негативное воздействие на сельскохозяйственные культуры. Возникает необходимость совершенствования их сортиента посредством включения в него сортов, более адаптированных к погодным условиям мест возделывания (1, 2).

В современном виноградарстве наибольшую популярность приобретают сорта, полученные с использованием межвидовой селекции, которые несут в себе ценные качественные и количественные характеристики от европейско-азиатского вида (*Vitis vinifera*) и признак устойчивости к низким температурам от восточно-азиатского (*V. amurensis*) и американских видов (*V. labrusca*, *V. riparia*) (3, 4).

\* Работа выполнена в рамках конкурса РФФИ и администрации Краснодарского края, грант № 09-04-96559.

Растения приспосабливаются к условиям перезимовки постепенно, что связано со сложными внутренними перестройками, при этом характер и глубина низкотемпературных повреждений зависят как от силы и срока воздействия повреждающего фактора, так и от состояния растений (5). Механизмы, обеспечивающие адаптацию, связаны с базовыми молекулярно-биологическими, биохимическими, физиологическими событиями, проходящими в клетке (5-10).

Целью настоящей работы было изучение влияния стрессовых факторов зимнего периода (низкая температура и перепад температур) на физиологические процессы и метаболические реакции у различных генотипов винограда *Vitis vinifera* с неодинаковым сроком созревания и выявление наиболее перспективных сортов для возделывания в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края.

*Методика.* Полевые наблюдения и отбор образцов (однолетние побеги, зимующие глазки, листья) для лабораторных исследований проводили на ампелографической коллекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства (АЗОСВиВ, г. Анапа) в 2007-2009 годах в соответствии с общепринятой методикой (11).

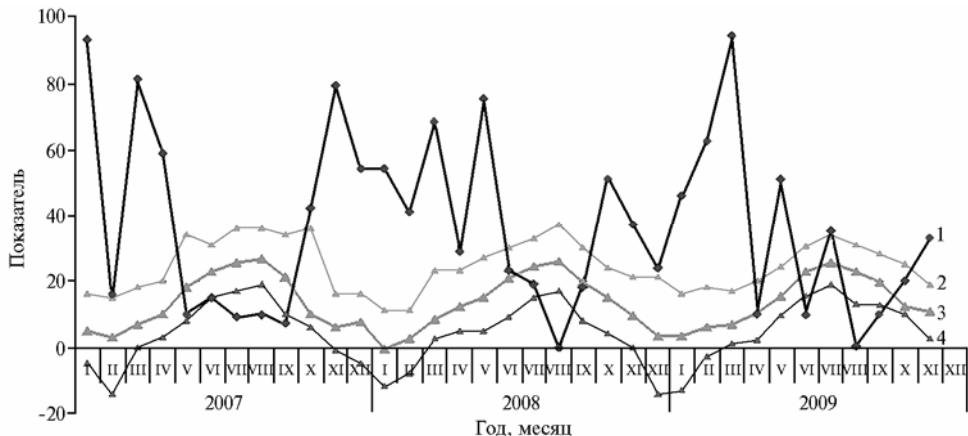
Объектом исследований служили технические сорта винограда, в том числе селекции АЗОСВиВ: раннего срока созревания — Кристалл (межвидовой гибрид европейско-амуро-американского происхождения), Бианка (межвидовой гибрид европейско-американского происхождения); среднего срока созревания — Бархатный, Каберне Совиньон (сорта европейско-азиатского вида западно-европейской эколого-географической группы), Красностоп АЗОС, Достойный (межвидовые гибриды европейско-американского происхождения); позднего срока созревания — Каберне АЗОС, Первнец Магарача (межвидовые гибриды европейско-американского происхождения), Аг Чакрак (сорт европейско-азиатского вида восточной эколого-географической группы); виноградные кусты одного года посадки, подвой Кобер 5ББ. Формировка — двусторонний высокочтамбовый спиральный кордон АЗОС. Возделывание по черному пару при схеме посадки 3,0×2,5 м.

Для оценки адаптационной устойчивости винограда к абиотическим стрессам зимнего периода в лубе однолетних побегов и почках зимующих глазков определяли оводненность, соотношение свободной и связанный форм воды (12), содержание углеводов — анtronовым методом (13), белка и нуклеиновых кислот — спектральным методом на СФ-46 (ОАО «ЛОМО», Россия) (14, 15), катионов металлов ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ), состав и количество органических кислот, в том числе аскорбиновой, и аминокислот — на приборе Капель 103Р (ООО НПФ «Люмэкс», Россия) (16), нуклеиновых кислот — спектральным методом на СФ-46 (15). Устойчивость растений к стресс-факторам изучали в естественных условиях и при моделировании стресса (принудительное обезвоживание; температура  $-25^{\circ}C$ ). При изготовлении анатомических препаратов почек использовали методы общепринятой ботанической микротехники (17). Анатомические препараты изучали с помощью микроскопа Olympus BX 41 («Olympus Corporation», Япония).

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с применением общепринятых методов вариационной статистики в программе Microsoft Excel (18).

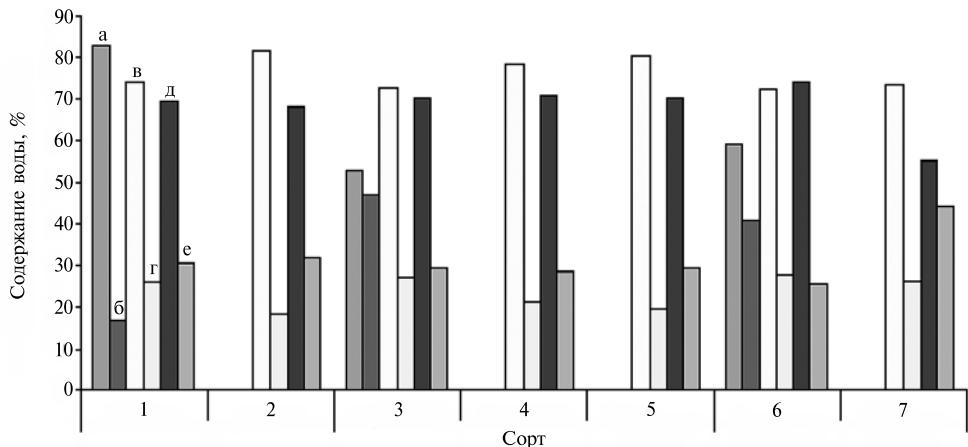
*Результаты.* Потенциал устойчивости сорта к низким температурам определяется не только генотипическими особенностями — он также

зависит от условий произрастания и погоды. На территории Анапского района в зимний (январь–февраль) и летний (июль–август) периоды 2006–2009 годов были отмечены значительные отклонения от нормы в сторону повышения средней температуры воздуха и перепады температур, особенно в зимний период, достигавшие 22–35 °C (от –12...–14 до 10...21 °C) (рис. 1).



**Рис. 1.** Водно-термический режим на территории г. Анапы за период наблюдений: 1 — среднемесячная сумма осадков, мм; 2 — максимальная температура воздуха, °C; 3 — средняя температура воздуха, °C; 4 — минимальная температура воздуха, °C (2007–2009 годы).

В связи с засухой в июле–августе отмечалось неполное вызревание лозы, что привело к ее неудовлетворительной подготовке к периоду зимнего покоя. В 2007 году по сравнению с 2006 и 2008 годами вызревание лозы началось практически на месяц позже (в декабре). В этих условиях у сортов Кристалл, Красностоп АЗОС и Каберне АЗОС в почках накопился существенный запас сухих веществ (64–67 %) и содержалось меньше влаги. В декабре 2008 года более высокое количество сухих веществ, а следовательно, меньшую оводненность почек, имели раннеспелый сорт Кристалл и сорта среднего срока созревания Бархатный, Красностоп АЗОС и Достойный. Их можно охарактеризовать как более морозоустойчивые.



**Рис. 2.** Содержание свободной (а, в, д) и связанный (б, г, е) форм воды в почках у винограда раннеспелых сортов Кристалл (1), Бианка (2), среднеспелых сортов Бархатный (3), Достойный (4), Красностоп АЗОС (5) и позднеспелых сортов Первеннц Магарача (6), Каберне АЗОС (7) в разные сроки: а, б — 6 декабря, в, г — 7 декабря, д, е — 8 декабря (г. Анапа, 2006–2008 годы).

Одним из показателей морозоустойчивости сорта служит соотно-

шение количества свободной и связанной воды в тканях (12). В наших опытах сорта раннего срока созревания успешно адаптировались к низким температурам декабря, о чем свидетельствовало снижение содержания свободной воды и увеличение — связанной, особенно в 2008 году, когда температура понижалась до  $-14^{\circ}\text{C}$  (рис. 2). У сорта Бархатный в декабре 2007 года по сравнению с 2006 годом отмечалось некоторое снижение количества связанной воды, что было обусловлено более мягкими температурными условиями 2007 года. Высокую стойкость растений винограда к обезвоживанию в зимы с более значительными колебаниями температуры отмечает В.В. Гриненко (19). При низких температурах и большем их перепаде в декабре 2008 года по сравнению с 2007 годом у всех изучаемых сортов со средним сроком созревания содержание связанной формы воды в почках повышалось. Аналогичные результаты были получены на сорте Каберне АЗОС позднего срока созревания. У сорта Первеннц Магарача, наоборот, отмечалось снижение содержания связанной воды. Эти результаты позволили нам предположить, что изученные сорта раннего, среднего и позднего сроков созревания (кроме сорта Первеннц Магарача) обладали повышенной адаптационной устойчивостью к низким температурам декабря.

В работах А.С. Мерджаниана (20) отмечалось, что под действием температур ниже  $5^{\circ}\text{C}$  крахмал, накопившийся в побегах винограда, превращается в моносахара, их концентрация в клеточном соке увеличивается, что предотвращает его замерзание и повышает устойчивость древесины и почек к низким температурам.

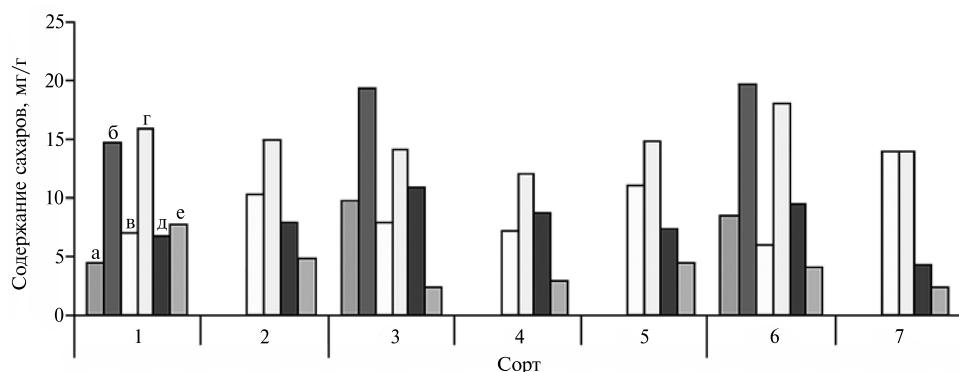


Рис. 3. Содержание крахмала (а, в, д) и суммы сахаров (б, г, е) во флоэме побега у винограда раннеспелых сортов Кристалл (1), Бианка (2), среднеспелых сортов Бархатный (3), Достойный (4), Красностоп АЗОС (5) и позднеспелых сортов Первеннц Магарача (6), Каберне АЗОС (7) в разные сроки: а, б — 6 декабря, в, г — 7 декабря, д, е — 8 декабря (г. Анапа, 2006-2008 годы).

За анализируемый период содержание крахмала и сахаров в лубе побегов у изучаемых сортов винограда изменялось по-разному (рис. 3). Так, в 2007 году по сравнению с 2006 годом количество крахмала и суммы сахаров у сорта Кристалл увеличивалось, у сортов Бархатный и Первеннц Магарача — уменьшалось. Следует отметить существенное снижение содержания суммы сахаров в условиях декабря 2008 года. При этом у одних сортов (Бархатный, Достойный, Первеннц Магарача) количество крахмала возрастало, у других (Кристалл, Бианка, Красностоп АЗОС, Каберне АЗОС) — уменьшалось, что, очевидно, связано с его распадом. На примере результатов, полученных в декабре 2008 года, следует отметить, что в группе раннеспелых сортов Бианка отличался от сорта Кристалл более высоким содержанием крахмала (соответственно 7,9 и 6,8 мг/г) и белка (4,4

и 3,2 мг/г) во флоэме побегов, что связано с менее активной деструкцией этого соединения: соотношение количества крахмала и сахарозы — 16,1 и 8,4, свободных аминокислот и белка — 45,1 и 75,4, РНК и ДНК — 4,24 и 3,91 (рис. 4).

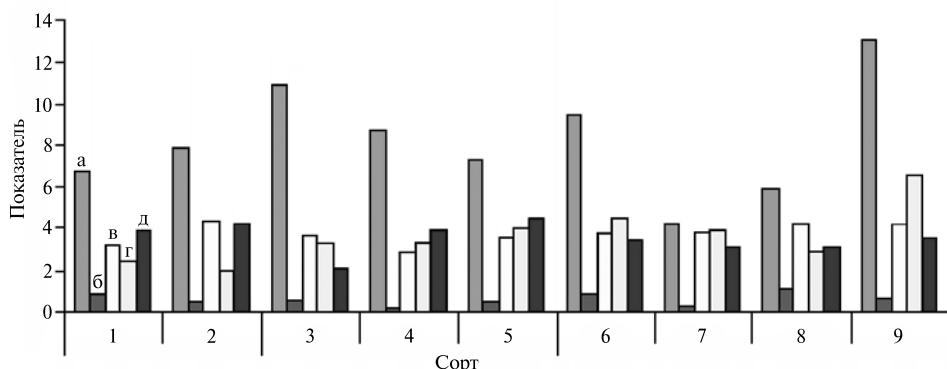
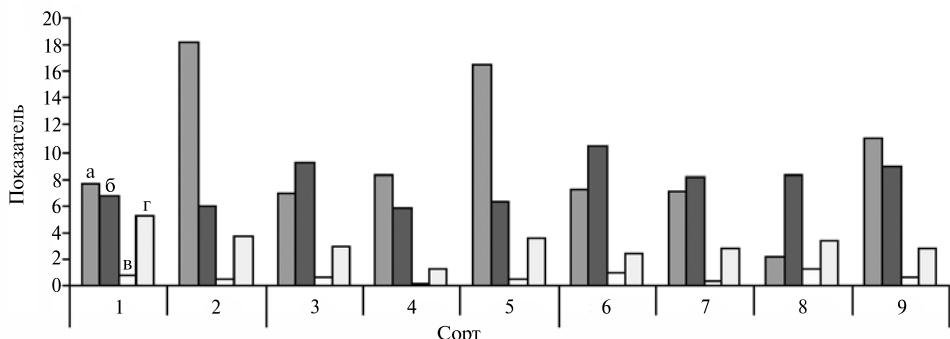


Рис. 4. Содержание крахмала (мг/г, а), сахара (мг/г, б), белка (мг/г, в), суммы аминокислот (мг/г × 100, г) и соотношение РНК/ДНК (д) во флоэме однолетних побегов у растений винограда разных сортов: 1 — Кристалл, 2 — Бианка (раннеспелые); 3 — Бархатный, 4 — Достойный, 5 — Красностоп АЗОС (среднеспелые); 6 — Первениц Магарача, 7 — Каберне АЗОС, 8 — Каберне Совиньон, 9 — Аг Чакрак (позднеспелые) (г. Анапа, декабрь 2008 года).

В группе со средним сроком созревания растения сорта Достойный содержали больше крахмала (8,76 мг/г), чем растения сорта Красностоп АЗОС (7,33 мг/г), что может быть связано с не столь активным распадом этого соединения (соотношение крахмала и сахарозы — соответственно 41,7 и 15,6,), и меньше белка (2,92 и 3,60 мг/г), что объясняется снижением интенсивности синтеза последнего (РНК/ДНК — 3,97 и 4,55). Следовательно, у сорта Достойный деструкция крахмала происходит с меньшей скоростью, а у сорта Красностоп АЗОС преобладает синтез белка. У позднеспелого сорта Первениц Магарача запас пластических веществ в побегах (53,8 %) и во флоэме (70,8 %) был самым низким. Он, как и сорт Достойный в своей группе, характеризовался более высоким содержанием крахмала (9,48 мг/г при коэффициенте деструкции 10,8) и низким — белка (3,76 мг/г), поскольку процессы расщепления доминировали над процессами синтеза (соотношение содержания свободных аминокислот и белка — 120,8; РНК/ДНК — 3,51). В побеге у сорта Аг Чакрак накапливалось больше крахмала и меньше белка из-за преобладания протеолиза над образованием полипептидов.

Морозостойкость зимующих глазков винограда в некоторой степени зависит от продолжительности органического покоя. При анатомоморфологическом изучении главной и замещающих почек глазка были выявлены разные стадии эмбрионального развития соцветия: у сортов Кристалл, Каберне АЗОС и Аг Чакрак — более поздняя; у сортов Бианка, Красностоп АЗОС, Каберне Совиньон — средняя; Бархатный, Первениц Магарача — ранняя. Достоверных различий между сортами по числу заложившихся соцветий при этом не обнаружили.

Промораживание побегов в модельном опыте при температуре  $-25^{\circ}\text{C}$  в течение 1 сут способствовало снижению содержания связанный формы воды (исключение — сорта Бархатный, Каберне Совиньон, Первениц Магарача, Каберне АЗОС) и увеличению количества сахарозы в побегах (у всех исследуемых сортов, но преимущественно у гибридов европейско-американского происхождения) (рис. 5).



**Рис. 5. Содержание связанный воды (%; а, б) и сахараозы (мг/г; в, г) до (а, в) и после (б, г) искусственного промораживания побегов при температуре  $-25^{\circ}\text{C}$  у растений винограда разных сортов: 1 — Кристалл, 2 — Бианка (раннеспелые); 3 — Бархатный, 4 — Достойный, 5 — Красностоп АЗОС (среднеспелые); 6 — Первениц Магарача, 7 — Каберне АЗОС, 8 — Каберне Совиньон, 9 — Аг Чакрак (позднеспелые) (г. Анапа, декабрь 2008 года).**

При определении биохимических показателей морозостойкости установлено, что все сорта активно синтезировали органические кислоты, участвующие в цикле Кребса. Это позволяет предположить активацию обмена веществ и расход энергии на адаптационные процессы (табл.).

**Биохимические показатели морозостойкости (отн. ед.) у растений винограда разных сортов при искусственном промораживании побегов при температуре  $-25^{\circ}\text{C}$**

Сорт	Органические кислоты		Аминокислоты		Катионы металлов		Фенолкарбоновые кислоты	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Раннеспелые сорта								
Кристалл	0,64	5,95	241,4	150,9	3948,1	1549,4	82,9	35,6
Бианка	3,00	5,33	198,6	72,3	2537,1	3139,3	129,2	59,1
Среднеспелые сорта								
Бархатный	2,00	6,46	329,0	104,5	4962,4	2706,0	155,2	56,1
Достойный	5,40	8,41	331,3	—	3380,7	3864,4	138,9	47,6
Красностоп АЗОС	6,30	7,86	403,3	180,7	4672,9	3980,4	152,3	60,5
Позднеспелые сорта								
Первениц Магарача	4,10	4,89	454,1	72,7	2536,9	2767,2	105,2	52,1
Каберне АЗОС	1,80	5,46	390,0	—	3190,6	3284,5	130,6	47,9
Каберне Совиньон	2,00	5,87	292,0	8,3	2888,4	3175,0	113,1	70,4
Аг Чакрак	0,78	6,64	653,4	209,0	3073,8	2998,6	82,7	67,9

П р и м е ч а н и е. 1 — до промораживания, 2 — после промораживания. Прочерки означают отсутствие данных.

При этом у всех сортов винограда отмечалось уменьшение содержания свободных аминокислот и фенолкарбоновых кислот в тканях побегов, что может быть проявлением защитной реакции. У сортов Кристалл, Бархатный, Красностоп АЗОС, Аг Чакрак выход катионов из клеток лубяной части побегов при промораживании снижался, что свидетельствует о лучшем закаливании и большей стабильности клеточных мембран.

Таким образом, можно предположить, что морозостойкость винограда в состоянии выхода из органического покоя у сортов Кристалл, Бархатный, Каберне Совиньон обусловлена как высокой водоудерживающей способностью цитоплазмы, так и устойчивостью клеточных мембран к разрушению; у сортов Достойный, Первениц Магарача, Каберне АЗОС — преимущественно водоудерживающей способностью цитоплазмы; у сортов Красностоп АЗОС и Аг Чакрак — устойчивостью мембран к разрушению. Эти компоненты устойчивости могут быть связаны как с наследуемыми признаками, так и с приобретенной устойчивостью к низкотемпературному стрессу и перепаду температур. В зимний период в естественных и моделируемых условиях по морозостойкости выделились раннеспелый сорт

Кристалл (межвидовой гибрид европейско-амуро-американского происхождения), позднеспелый сорт Каберне Совиньон (европейско-азиатский вид, западно-европейская эколого-географическая группа), среднеспелый сорт Бархатный и позднеспелые сорта Каберне АЗОС и Первнец Магарача (межвидовые гибриды европейско-американского происхождения).

ГНУ Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства  
и виноградарства Россельхозакадемии,  
350901 Россия, г. Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39,  
e-mail: kubansad@kubannet.ru

Поступила в редакцию  
6 апреля 2010 года

*Sel'skokhozyaistvennaya biologiya /Agricultural Biology/, 2014, № 3, pp. 92-99*

## ABOUT GRAPE PLANT ADAPTATION TO AUTUMN AND WINTERING

N.I. Nenko, I.A. Il'ina, V.S. Petrov, V.V. Kudryashova, N.M. Zaporozhets,  
T.V. Skhalyakho

North-Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture, Russian Academy of Agricultural Sciences,  
39, ul. 40 let Pobedy, Krasnodar, 350901 Russia, e-mail kubansad@kubannet.ru

Received April 6, 2010

doi: 10.15389/agrobiology.2014.3.92eng

Acknowledgements:

Supported by Russian Foundation for Basic Research and Administration of Krasnodarskii Krai

### Abstract

In Russia, the grapes which combine valuable traits from *Vitis vinifera* and resistance to low temperature from *V. amurensis* of East Asia origin, and *V. labrusca* and *V. riparia*, both of American origin, are currently growing in popularity. Plant adaptation to wintering is due to complicated internal changes. We studied the effects of wintering (low temperatures and temperature difference) to the physiological condition and metabolism of grape plants after natural and simulated stresses (the forced dehydration and freezing at -25 °C). Nine commercial varieties were examined, namely Kristall (interspecial hybrid of Euro-Amur-American origin) and Bianka (interspecial hybrid of Euro-American origin) of the early ripening; Barkhatnii, Cabernet Sovinyon (Euro-Asian species from West European eco-geographic group) and Krasnostop AZOS, Dostoinii (interspecial hybrids of Euro-American origin) of middle ripening; Cabernet AZOS and Pervenets Magaracha (interspecial hybrids of Euro-American origin), Ag Chakrak (Euro-Asian species from Eastern eco-geographic group) of late ripening. All samples have been planted in the same year, with Kober 5BB used as a rootstock. As indicators, the total water content, free to bound water content, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> concentration, hydrocarbon, protein, nucleic acid and amino acid content, composition and content of organic acids, including ascorbic acid, were estimated in the phloem of annual shoots and in the wintering buds. It was shown that under grape plant transition from a dormancy, the frost resistance in Kristall, Barkhatnii and Cabernet Sovinyon is caused by both high water-retaining capacity of the cytoplasm and the cell membrane stability, whereas in Dostoinii, Cabernet AZOS and Pervenets Magaracha varieties it is mainly due to water retention, and in Krasnostop AZOS and Ag Chakrak varieties a protective effect results mainly from cell membrane stability. In natural and simulated conditions the highest frost resistance was shown in Kristall, Cabernet Sovinyon, Barkhatnii, Cabernet AZOS and Pervenets Magaracha varieties.

Keywords: grapes, frost resistance, water, protein, carbohydrate exchange, organic and amino acid content, concentration of cations, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>.

### REFERENCES

1. Egorov E.A. V sbornike: *Sovremennye metodologicheskie aspekty organizatsii selektsionnogo protsesssa v sadovodstve i vinogradarstve* [In: Modern aspects of breeding methodology in horticulture and viticulture]. Krasnodar, 2012: 3-46.
2. Egorov E.A., Serpukhovitina K.A., Petrov V.S. *Adaptivnyi potentsial vinograda v usloviyakh stressovykh temperatur zimnego perioda* [Grape plant adaptive potential under stress temperatures during wintering]. Krasnodar, 2006.
3. Nen'ko N.I., Doroshenko T.N., Gasanova T.A. V sbornike: *Sovremennye metodologicheskie aspekty organizatsii selektsionnogo protresssa v sadovodstve i vinogradarstve* [In: Modern aspects of breeding methodology in horticulture and viticulture]. Krasnodar, 2012: 189-198.
4. Petrov V.S., Il'ina I.A., Nud'ga T.A. et al. V sbornike: *Metody i sposoby povysheniya stressoustoichivosti plodovykh kul'tur i vinograda* [In: The ways of stress resistance increase in fruit and grape plants]. Krasnodar, 2009: 144-156.

5. Koschkin E.I. *Fiziologiya ustoichivosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Physiology of crop resistance]. Moscow, 2010.
6. Yamane T., Shibayama K., Hamana Y., Yakushiji H. Response of container-grown girdled grapevines to short-term water-deficit stress. *American journal of enology and viticulture*, 2009, 60: 50-56.
7. Apakidze A., Khachidze O., Chigvinadze T. The response of grape-vine on ecological stresses according to some physiological and cytological indices. *Bull. Georg. Acad. Sci.*, 2005, 171(2): 315-317.
8. Timperio A.M., Egidi M.G., Zolla L. Proteomics applied on plant abiotic stresses: Role of heat shock proteins (HSP). *J. Proteomics*, 2008, 105(4): 391-411.
9. Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Molecular responses to dehydration and low temperature: differences and cross-talk between two signaling pathways. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 2000, 3: 217-223.
10. Aleshin E.P., Ponomarev A.A. *Fiziologiya rastenii* [Plant physiology]. Moscow, 1985.
11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Technique for state testing crop varieties. Issue 5]. Vypusk 5. Moscow, 1970.
12. Kushnirenko M.D., Pecherskaya S.N. *Fiziologiya vodoobmena i zasukhoustoichivosti rastenii* [Physiology of water exchange and drought resistance in plants]. Kishinev, 1991.
13. Vorob'ev N.V. *Byulleten' NTI VNIIrisa (Krasnodar)*, 1985, vypusk 33: 11-13.
14. Georgiev G.P. V sbornike: *Khimiya i biokhimiya nukleinovykh kislot* [In: Chemistry and biochemistry of nucleic acids]. Leningrad, 1968: 74-120.
15. Yاكубا Yu.F. *Materialy II Mezhdunarodnoi konferentsii «Sovremennoe pribornoe obespechenie i metody analiza pochyv, rastenii i sel'skokhozyaistvennogo syr'ya»* [Proc. II Int. Conf. «Modern devices and methods for soil, plant and raw material analysis»]. Moscow, 2004: 71-74.
16. *Praktikum po biokhimii* /Pod redaktsiei S.E. Severina, G.A. Solov'evoi [Biochemistry: practical works. S.E. Severin, G.A. Solov'eva (eds.)]. Moscow, 1989.
17. Paushueva Z.P. *Praktikum po tsitologii rastenii* [Plant cytology: practical works]. Moscow, 1967.
18. Urbakh V.Yu. *Biometricheskie metody* [Biometric methods]. Moscow, 1964.
19. Grinenko V.V. V knige: *Vodnyi rezhim sel'skokhozyaistvennykh rastenii* [In: Water exchange parameters of cultivated plants]. Moscow, 1969: 222-230.
20. Merzhanian A.S. *Vinogradarstvo* [Viticulture]. Moscow, 1951.