

УДК 634.8:631.52

**АДАПТАЦИЯ РАСТЕНИЙ  
ВИНОГРАДА РАЗЛИЧНОГО  
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ  
ЗИМНЕГО ПЕРИОДА**

Ненько Наталия Ивановна  
д-р с.-х. наук

Ильина Ирина Анатольевна  
д-р техн. наук

Петров Валерий Семенович  
д-р с.-х. наук

Кудряшова Виктория Викторовна  
канд. с.-х. наук

Запорожец Наталья Михайловна  
канд. с.-х. наук

Схаляхо Татьяна Вячеславовна

*Государственное бюджетное научное  
учреждения Северо-Кавказский зональ-  
ный научно-исследовательский инсти-  
тут садоводства и виноградарства  
Россельхозакадемии, Краснодар, Россия*

Изучена морозостойкость сортов винограда различных эколого-географических групп и сроков созревания в естественных и моделируемых условиях. За период 2006 – 2011 гг. установлено более позднее вхождение растений винограда в состояние органического покоя. На основании оценки комплекса физиолого-биохимических показателей установлено, что морозостойкость винограда евро-амуро-американского (сорт Кристалл) и европейского происхождения (сорта Бархатный и Каберне Совиньон) обусловлена как высокой устойчивостью протоплазмы клеток к обезвоживанию, так и клеточных мембран – к разрушению; сортов евро-американского происхождения Достойный, Первенец Магарача, Каберне АЗОС –

UDC 634.8:631.52

**ADAPTATION OF THE PLANTS  
OF GRAPES OF DIFFERENT  
ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL  
ORIGIN TO STRESS FACTORS OF  
WINTER PERIOD**

Nenko Nataliya  
Dr. Sci. Agr.

Irina Irina  
Dr. Sci. Tech.

Petrov Valeriy  
Dr. Sci. Agr.

Kudryashova Victoria  
Cand. Agr. Sci.

Zaporogets Natalia  
Cand. Agr. Sci.

Skhalyaho Tatiana

*State Scientific organization North Cauca-  
sian Regional Research Institute of Horticul-  
ture and Viticulture of the Russian Academy  
of agricultural sciences,  
Krasnodar, Russia*

The frost resistance of the varieties of grape of different ecological and geographical groups and periods of ripening in the natural and simulated conditions is studied. During the period 2006 – 2011 more later entry of the plants of grapes into the state of organic dormancy is established. On the basis of estimation of the complex of physiological and biochemical indices it is established that the frost resistance of grapes of Euro-AmurAmerican (variety Krystall) and European origin (variety Barhatniy and Cabernets Sovinyon) is caused both by the high stability of the protoplasm of cells to the dehydration and cellular membranes – to the destruction; varieties of Euro-American origin Dostoiniy, Pervenets Magaracha, Cabernet AZOS - the stability of the protoplasm of cells to the dehydration also of varieties Krasnostop AZOS and Ach Chakrak – by the stability of cellular

устойчивостью протоплазмы клеток к обезвоживанию и сортов Красностоп АЗОС и Ач Чакрак – устойчивостью клеточных мембран к разрушению.

*Ключевые слова:* ВИНОГРАД, МОРОЗОСТОЙКОСТЬ, ВОДНЫЙ РЕЖИМ, БЕЛКИ, УГЛЕВОДЫ, СВОБОДНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ И АМИНОКИСЛОТЫ, КАТИОНЫ МЕТАЛЛОВ

membranes to the destruction.

*Keywords:* GRAPES, FROST RESISTANCE, WATER REGIME, PROTEINS, CARBOHYDRATES, FREE ORGANIC AND AMINO ACIDS, CATIONS OF THE METALS

***Введение.*** Участвовавшие за последнее десятилетие погодные аномалии способствуют изменению климатических условий в регионах, температурного и гидротермического режимов, оказывающих воздействие на сельскохозяйственные растения, в том числе виноград, приводят не только к недобору урожая, но и к гибели насаждений.

В условиях зимнего периода морозостойкость сортов винограда хорошо проявляется при межвидовых скрещиваниях. С этой целью в качестве одной из родительских форм используют американские виды (*V. labrusca*, *V. riparia*) или амурский виноград (*V. amurensis*). Однако полученные морозостойкие сорта по качеству сильно уступают южным сортам. Скрещивание этих морозостойких форм с южными сортами позволяет получить элитные сеянцы, обладающие повышенной морозостойкостью и дающие ягоды высокого качества [1].

Раскрытие молекулярных механизмов адаптации растений винограда различного эколого-географического происхождения к стрессовым факторам зимнего периода в рамках взаимодействия генотип-среда является актуальной задачей фундаментальных исследований.

Цель работы – изучить особенности физиологических процессов и метаболических реакций адаптации растений винограда различных эколого-географических групп и сроков созревания к низкотемпературному стрессу

и выявить устойчивые сорта перспективные для возделывания в условиях анапо-таманской зоны.

**Объекты и методы исследований.** При изучении морозоустойчивости коры и почек растений винограда полевые наблюдения и отбор образцов для лабораторных исследований проводились на государственной ампелографической коллекции, расположенной в г. Анапа. Объектом исследований служили сорта винограда различных эколого-географических групп селекции АЗОСВиВ и интродуцированные европейского происхождения (среднего срока созревания – Бархатный, позднего – Каберне Совиньон Аг Чакрак) и межвидовые гибриды европейско-американской группы (раннего срока созревания Кристалл (евро-амуро-американский), Бианка, среднего – Достойный и Красностоп АЗОС и позднего – Первенец Магарача, Каберне АЗОС) технического назначения. Растения одного года посадки, подвой Кобер 5ББ. Формировка – двусторонний высокоштамбовый спиральный кордон АЗОС. Возделывание на черном паре при схеме посадки 3 x 2,5 м. Отбор образцов побегов проводили в соответствии с общепринятой методикой [3].

Для оценки адаптационной устойчивости растений винограда к абиотическим стрессам зимнего периода в коре и почках побегов определяли оводненность, соотношение свободной и связанной форм воды, содержание углеводов (антроновым методом), белка, РНК, ДНК (спектральным методом на СФ-46), катионов металлов ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ), аминокислот – на приборе Капель 103Р [4-8].

Устойчивость растений к стресс-факторам изучалась в естественных условиях и при моделировании стресса (принудительное обезвоживание; температура минус 25°C). При изготовлении анатомических препаратов использовали методы общепринятой ботанической микротехники [9]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с помощью общепринятых методов вариационной статистики [10].

**Обсуждение результатов.** Потенциал устойчивости сорта к низким температурам определяется не только генотипическими особенностями, но и в значительной степени зависит от условий произрастания и складывающихся погодных условий. Характеристика водно-термического режима на территории г. Анапа за зимние периоды 2006 – 2011 гг. приведена на рис. 1.

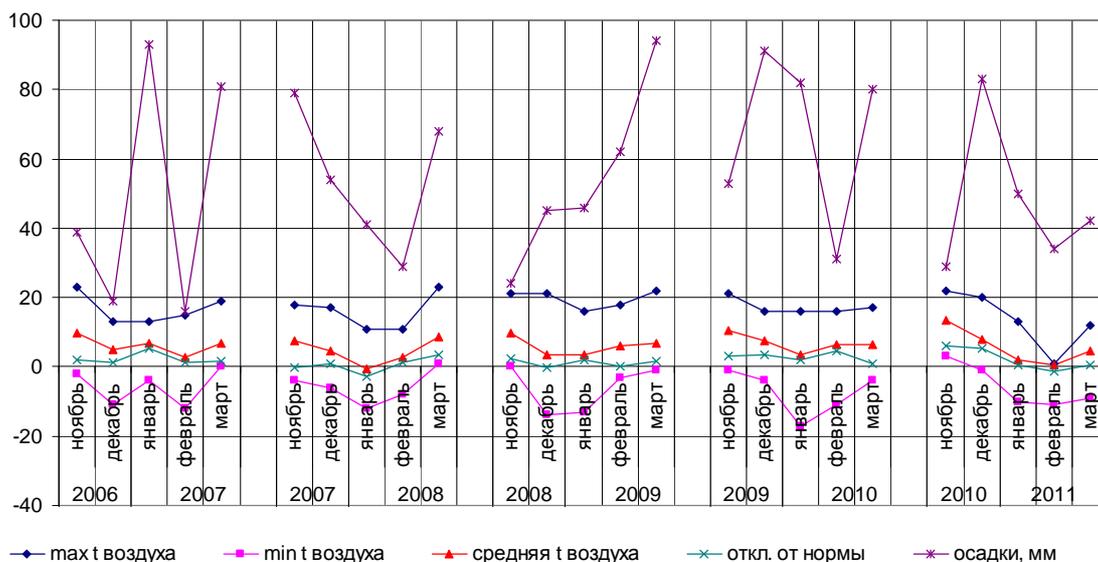


Рис. 1. Характеристика погодных условий г. Анапа зимнего периода 2006-2011 гг.

На территории г. Анапа за анализируемый период отмечался рост отклонения среднемесячной температуры воздуха от среднемноголетней в ноябре от 2,1°С – в 2006 г. до 5,9°С – в 2010 г. в декабре – от 1,1 – до 5,5°С, соответственно, что способствовало более позднему вызреванию лозы. Систематические проявления стрессовых ситуаций в период с января по февраль представляли собой значительные отклонения от нормы, в сторону повышения средней температуры воздуха в январе 2007 г. на 5,5°С и в феврале 2009-2010 гг. – на 4,4-4,7°С при минимальной температуре минус 12-13°С в январе 2008 и 2009 гг. и минус 11-12°С в феврале 2007, 2010 и 2011 гг. Наибольший перепад температур в 2007 г. приходился на февраль, 2008 – на январь, 2009 г. – на декабрь, 2010 и 2011 гг. – на январь. Перепад

температур в марте стабильно составлял 21°C, при этом верхний порог температур снизился с 23°C в 2008 г. до 12°C в 2011 г., что привело к понижению минимальной температуры с 1°C в 2008 г. до минус 9°C – в 2011 г.

В условиях декабря 2007 г. меньшей оводненностью коры побегов выделялись раннеспелые сорта Восторг, Кристалл, Бианка; сорта среднего срока созревания западно-европейского (Бархатный) и евро-американского происхождения (Красноstop АЗОС, Достойный) и позднего – Кутузовский и Каберне АЗОС., что характеризует более раннее их вхождение в состояние зимнего покоя, а, следовательно, большую устойчивость к низким температурам (рис. 2).

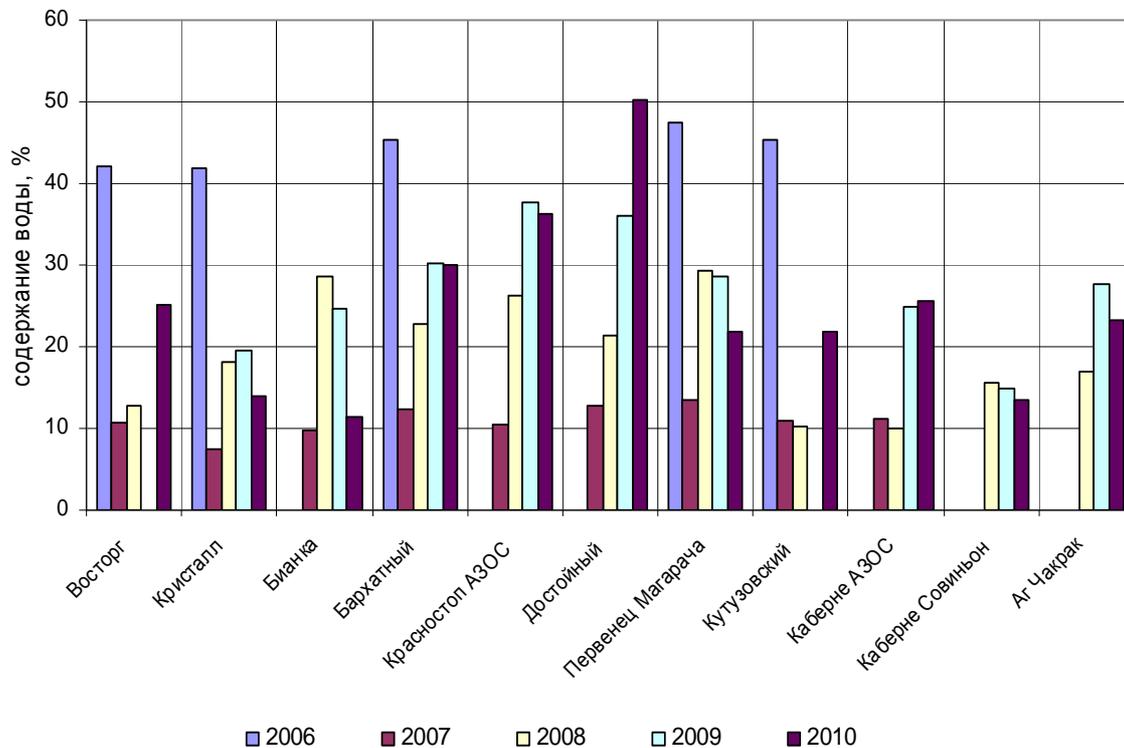


Рис. 2. Содержание воды в коре побегов винограда

В декабре 2008 г. раньше других изученных в состояние покоя вошли сорта Восторг, Кристалл, Бархатный, Достойный, Кутузовский, Каберне АЗОС, Каберне Совиньон и Аг Чакрак., а в 2009 г. – Кристалл, Биан-

ка, Бархатный, Первенец Магарача, Каберне АЗОС, Каберне Совиньон, Аг Чакрак.

Таким образом, за период 2008-2010 гг. у большинства исследуемых сортов (кроме Первенец Магарача, Каберне Совиньон, Бианка) отмечается рост оводненности побегов в декабре, что характеризует сдвиг срока вхождения сортов в состояние органического покоя.

Поскольку у морозоустойчивых сортов влажность снижается раньше, чем у неморозостойких можно предположить, что отмеченные сорта более морозоустойчивые.

Одним из показателей морозоустойчивости сорта служит изменение соотношения содержания свободной и связанной форм воды в тканях [4]. Результаты их определения приведены на рис. 3.

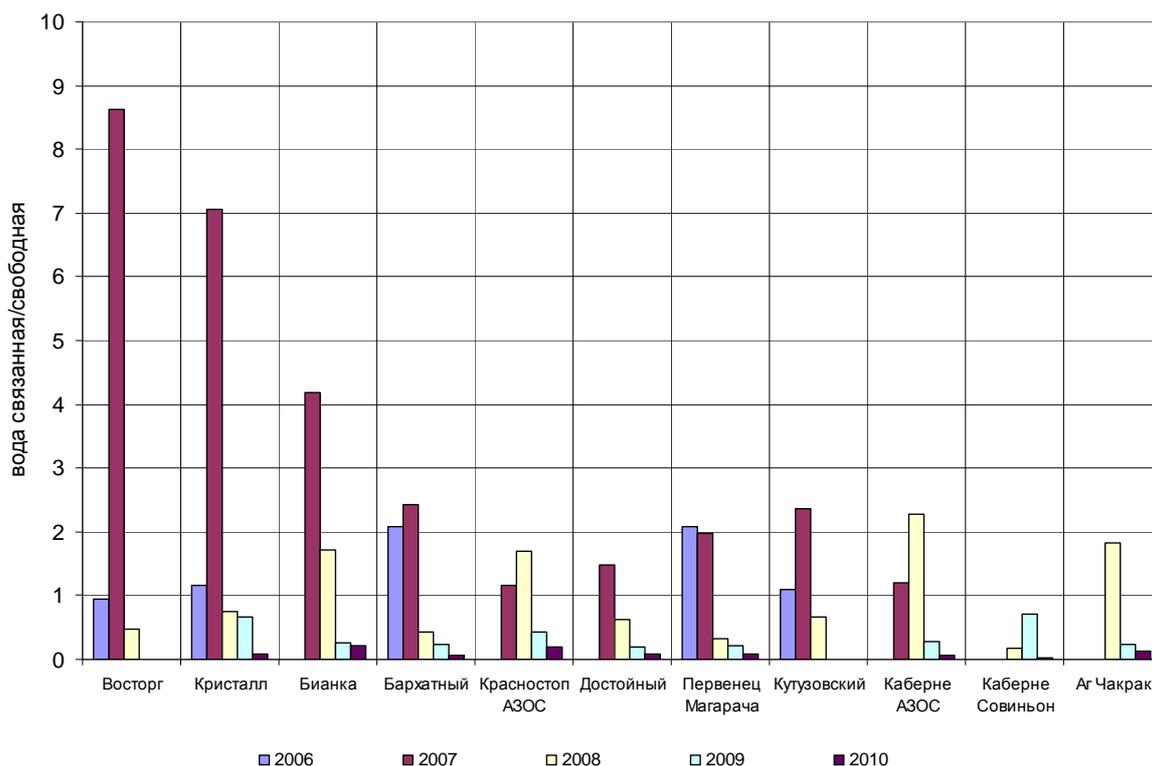


Рис. 3. Отношение содержания связанной и свободной форм воды в коре побегов винограда (г. Анапа, декабрь 2006 – 20010 гг.)

За анализируемый период отмечается снижение содержания связанной и увеличение содержания свободной формы воды, о чем свидетельствует снижение их соотношения практически у всех сортов (кроме сорта Каберне Совиньон), что характеризует более активные обменные процессы, происходящие в лозе в этот месяц. Это согласуется с ростом оводненности лозы. Таким образом, рост среднемесячной температуры за анализируемый период обуславливает более позднее вхождение растений винограда в состояние органического покоя.

Известно, что под действием температур ниже 5°C крахмал, накопившийся в побегах винограда, превращается в моносахара, увеличивающие концентрацию клеточного сока и предотвращающие его замерзание, что повышает устойчивость древесины и почек к низким температурам [13]. Результаты определения содержания крахмала в коре винограда в декабре 2006-2010 гг. приведены на рис. 4.

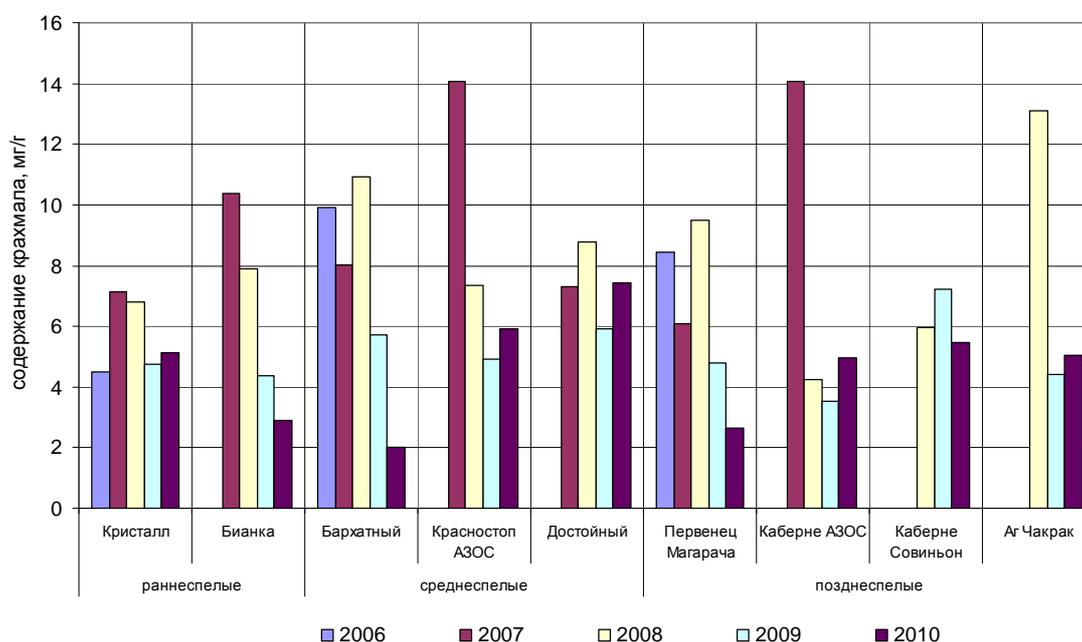


Рис. 4. Содержание крахмала в коре винограда в декабре 2006-2010 гг.

За анализируемый период отмечается тенденция к снижению содержания крахмала у большинства изучаемых сортов винограда. В условиях 2008 г. у сортов Бархатный, Достойный, Первенец Магарача отмечался

рост содержания крахмала, что согласуется с активным протеканием синтетических процессов.

На примере результатов, полученных в декабре 2008 г., отмечено, что в группе раннеспелых сорт Бианка отличался от Кристалла более высоким содержанием крахмала (7,9 мг/г против 6,8 мг/г) и белка (4,4 мг/г против 3,2 мг/г) в коре побегов, что связано с меньшим их распадом (отношение содержания крахмала к содержанию сахарозы – 16,1 и 8,4 и свободных аминокислот к белку 45,1 и 75,4, а также РНК/ДНК – 4,24 и 3,91, соответственно) (рис. 5).

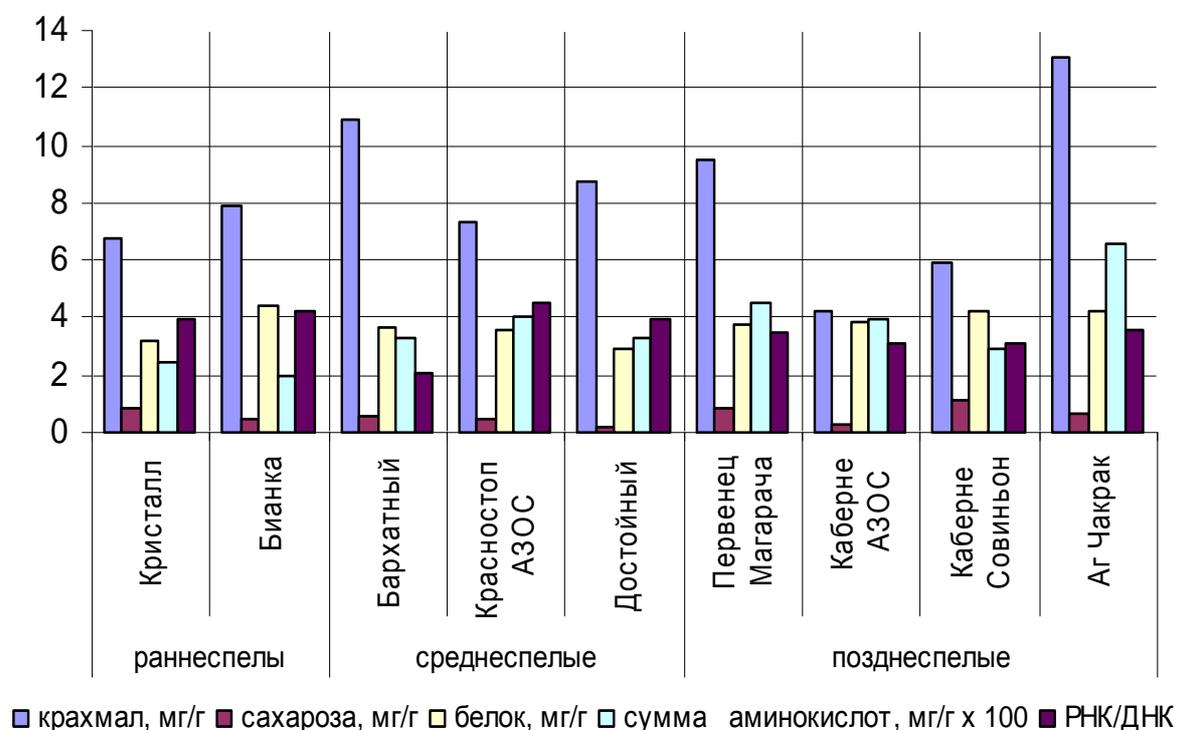


Рис. 5. Биохимическая характеристика коры побегов винограда

Среди сортов среднего срока созревания евро-американского происхождения сорт Достойный, по сравнению с сортом Красностоп АЗОС содержал больше крахмала в коре, что может быть связано с меньшим его распадом (8,76 мг/г и 7,33 мг/г, при отношении содержания крахмала к содержанию сахарозы – 41,7 и 15,6, соответственно), и меньше – белка (2,92

и 3,6 мг/г, соответственно), что связано с меньшей интенсивностью синтеза последнего (РНК/ДНК- 3,97 и 4,55, соответственно).

Следовательно, можно предположить, что у сорта Достойный распад крахмала идет с меньшей скоростью, а у сорта Красностоп АЗОС преобладает синтез белка. Следует отметить позднеспелый сорт евроамериканского происхождения Первенец Магарача, накопивший самый низкий запас пластических веществ в побегах (содержание сухих веществ – 53,8%) и в коре (70,8%) среди изучаемых сортов. Он также, как и сорт Достойный в своей группе, отличался более высоким содержанием крахмала в коре (9,48 мг/г при коэффициенте распада – 10,8) и низким – белка (3,76 мг/г), вследствие преобладания процессов распада над процессами синтеза (отношение содержания свободных аминокислот к белку – 120,8 при отношении РНК/ДНК – 3,51). Сорт Аг Чакрак содержал в коре крахмала больше, а белка – меньше вследствие преобладания процессов распада последнего над процессами синтеза.

Морозостойкость почек сортов винограда в некоторой степени зависит от продолжительности органического покоя. Определение анатомо-морфологического строения почек винограда в период глубокого покоя показало, что у изучаемых сортов отмечены разные стадии эмбрионального развития соцветий в главной и замещающих почках глазка (рис. 6).



Кристалл

Бианка

Бархатный

Рис. 6. Микрофотографии почек винограда

Соцветия сортов Кристалл, Каберне АЗОС и Аг Чакрак находились на более поздней стадии эмбрионального развития, Бианка, Красностоп АЗОС, Каберне Совиньон – на средней и сорта Бархатный, Первенец Магарача – на ранней. Следует отметить, что четких различий между сортами по числу заложившихся соцветий в связи с их происхождением и сроками созревания не обнаружено.

Промораживание побегов в модельном опыте при температуре – 25°С в течение суток способствовало снижению содержания связанной формы воды (кроме сортов европейского происхождения Бархатный, Каберне Совиньон и евро-американского – Первенец Магарача, Каберне АЗОС) и увеличению содержания сахарозы в побегах всех исследуемых сортов винограда, но преимущественно евро-американского происхождения (рис. 7).

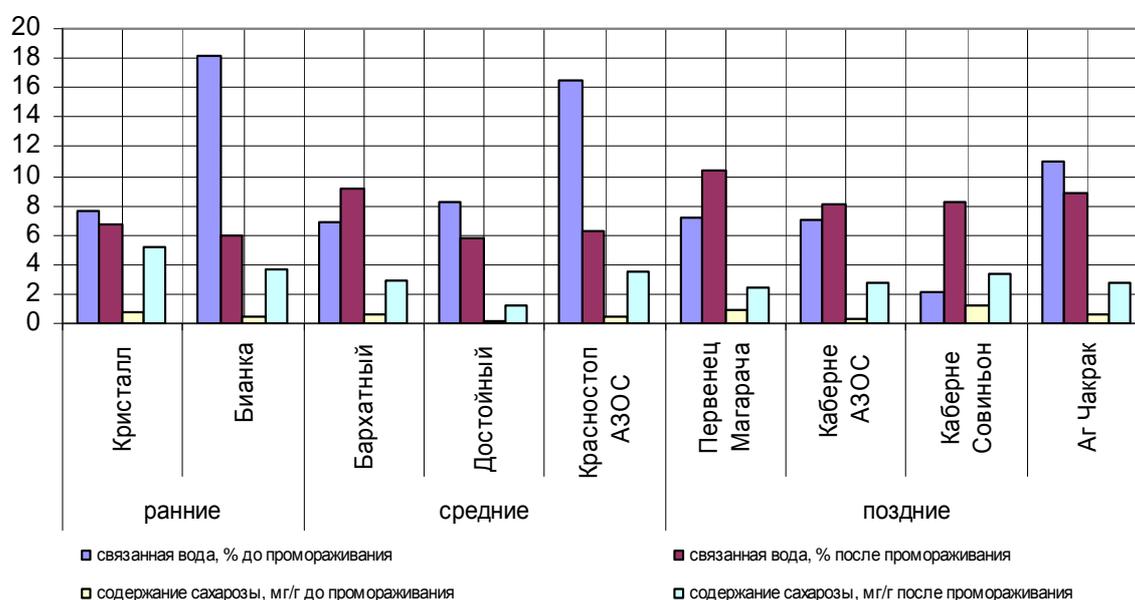


Рис. 7. Устойчивость побегов винограда к промораживанию в модельном опыте при температуре -25°С

Таблица 1 – Биохимические показатели морозостойкости сортов винограда при искусственном промораживании побегов

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

При определении биохимических показателей морозостойкости растений винограда установлено, что все сорта активно синтезировали органические кислоты, входящие в цикл Кребса, что позволяет предположить активацию обмена веществ и расход энергии на адаптационные процессы (табл. 1). При этом отмечается уменьшение содержания свободных аминокислот и фенолкарбоновых кислот в побегах всех сортов винограда, что может служить проявлением защитной реакции. У сортов Кристалл, Бархатный, Красностоп АЗОС, Аг Чакрак выход катионов из клеток коры побегов при промораживании снижался, что свидетельствует о лучшем их закаливании при промораживании побегов и о большей стабильности клеточных мембран.

Следовательно, можно предположить, что морозостойкость винограда в состоянии выхода из органического покоя у сорта Кристалл евро-американского происхождения, Бархатный, Каберне Совиньон – европейского происхождения обусловлена, как высокой водоудерживающей способностью плазмы клеток, так и устойчивостью клеточных мембран к разрушению, у сортов евро-американского происхождения Достойный, Первенец Магарача, Каберне АЗОС – преимущественно водоудерживающей способностью плазмы и у сортов Красностоп АЗОС и Аг Чакрак – преимущественно устойчивостью мембран к разрушению. Такие компоненты устойчивости могут быть связаны как с наследуемыми признаками, так и с приобретенной устойчивостью к низкотемпературному стрессу и перепаду температур.

**Выводы.** За зимний период 2006-2011 г. рост среднемесячной температуры, по сравнению со среднемноголетней, обуславливает более позднее вхождение растений винограда в состояние органического покоя.

Комплексная оценка физиолого-биохимических характеристик побегов винограда в естественных условиях г. Анапы, и модельном опыте показала, что в зависимости от эколого-географического происхождения по

морозостойкости выделились сорта раннего срока созревания евро-американского происхождения Кристалл, евро-американского происхождения Бианка, Восторг; среднего срока созревания западно-европейский сорт Бархатный, и сорт евро-американского происхождения Дстойный, а также сорт Первенец Магарача позднего срока созревания.

Морозостойкость винограда евро-американского (сорт Кристалл) и европейского происхождения (сорта Бархатный и Каберне Совиньон) обусловлена как высокой устойчивостью протоплазмы клеток к обезвоживанию, так и клеточных мембран – к разрушению; сортов евро-американского происхождения Дстойный, Первенец Магарача, Каберне АЗОС – устойчивостью протоплазмы клеток к обезвоживанию и сортов Красностоп АЗОС и Аг Чакрак – устойчивостью клеточных мембран к разрушению

#### Литература

1. Петров, В.С. Селекционно-технологические методы повышения стрессоустойчивости винограда / В.С. Петров, И.А. Ильина, Т.А. Нудьга [и др.] // В сб.: Методы и способы повышения стрессоустойчивости плодовых культур и винограда.– Краснодар, 2009.– С. 144-156.
2. Алешин, Е.П. Физиология растений / Е.П. Алешин, А.А. Пономарев.– М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1970.– Вып. 5.– 159 с.
4. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М.Д. Кушниренко, С.Н. Печерская.– Кишинев.: Штиинца, 1991.– 306 с.
5. Воробьев, Н.В. Определение содержания сахарозы, фруктозы и глюкозы в растительных тканях с помощью антронового реактива. Бюллетень НТИ ВНИИРиса. Краснодар, 1985.– Вып. 33.– С. 11-13.
6. Георгиев, Г.П. Методы определения и выделения нуклеиновых кислот / Г.П. Георгиев// В сб.: Химия и биохимия нуклеиновых кислот.– Л., 1968.– С. 74-120.
7. Якуба, Ю.Ф. Применение СВЧ-экстракции и высокоэффективного капиллярного электрофореза для анализа вегетативных органов растений /Ю.Ф. Якуба // Материалы II Междунар. конф. «Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, растений и сельскохозяйственного сырья». М., 2004.– С. 71-74.
8. Практикум по биохимии. Под ред. С.Е. Северина, Г.А.Соловьевой.– М.: Изд-во МГУ, 1989.– 509 с.
9. Паушева, З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева.– М.: Колос.– 1967.– 176 с.
10. Урбах, В.Ю. Биометрические методы /В.Ю. Урбах.– М.: Наука, 1964.– 415 с.

12. Гриненко, В.В. О сопротивляемости растений к обезвоживанию в природных условиях /В.В. Гриненко // В кн.: Водный режим сельскохозяйственных растений.– М.: Наука, 1969.– С. 222-230.

13. Мержаниан, А.С. Виноградарство / А.С. Мержаниан.– М.: Пищепромиздат, 1951.– 553 с.