

УДК 581.1.036:634.8

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ
МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ
ВИНОГРАДА В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ
ПЕРИОД***

Ильина Ирина Анатольевна
д-р техн. наук, профессор

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

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

Сундырева Мария Андреевна
канд. с.-х. наук

Запорожец Наталья Михайловна
канд. с.-х. наук

Схаляхо Татьяна Вячеславовна

*Государственное научное учреждение
Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт
садоводства и виноградарства
Россельхозакадемии, Краснодар, Россия*

В статье приводятся результаты физиолого-биохимических исследований морозостойкости сортов винограда в естественных и моделируемых условиях среды. В результате изучения влияния стрессовых факторов зимнего периода на биохимический состав органов растений, высокоустойчивых к низким температурам сортов винограда, установлены диапазоны варьирования оптимумов биохимических параметров морозостойкости (в состоянии глубокого и вынужденного покоя), позволившие сортам *Кристалл*, *Красностоп АЗОС*, *Достойный* выжить в экстремальных зимних условиях анапо-таманской зоны.

UDC 581.1.036:634.8

**PHYSIOLOGICAL AND
BIOCHEMICAL STUDIES
OF THE FROST-RESISTANT
OF INTERSPECIFIC HYBRIDS
OF GRAPES IN AUTUMN-WINTER
PERIOD**

Irina Irina
Dr. Sci. Tech., Professor

Nenko Nataliya
Dr. Sci. Agr., Docent

Petrov Valeriy
Dr. Sci. Agr.

Sundyreva Maria
Cand. Agr. Sci.

Zaporogets Natalia
Cand. Agr. Sci.

Skhalyaho Tatiana

*State Scientific Organization North
Caucasian Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture
of the Russian Academy of Agricultural
Sciences, Krasnodar, Russia*

The results of physiological and biochemical studies frost-resistant of grape varieties are presented in the article in natural and simulated environments. Ranges of variation of the Optima biochemical parameter of frost resistance (in the state of deep and compelled rest), allowed grape varieties such as *Crystal*, *Krasnostop*, *AZOS*, *Dostoynyi* to survive in extreme winter conditions of Anapa-Taman region, are established in result of study of stress factors influence of winter period on biochemical composition of plant organs of highly resistant to low temperatures grape varieties.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края по гранту № 13-04-96575

Ключевые слова: ВИНОГРАД, МОРОЗОСТОЙКОСТЬ, ВОДНЫЙ, БЕЛКОВЫЙ, УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН, СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ И АМИНОКИСЛОТ, КАТИОНОВ МЕТАЛЛОВ

Key words: GRAPE, FROST-RESISTANT, WATER, PROTEIN, CARBOHYDRATE METABOLISM, THE CONTENT OF FREE ORGANIC AND AMINO ACIDS, CATIONS OF METALS

Введение. Участвовавшие за последнее десятилетие погодные аномалии (низко- и высокотемпературные стрессы, высокая амплитуда колебаний суточных температур, длительные оттепели в зимний период, неравномерное выпадение осадков и др.) оказывают негативное воздействие на ампелоценозы. Это обуславливает необходимость совершенствования сортамента винограда путем включения в него сортов, более адаптированных к погодным условиям мест возделывания.

В настоящее время наибольшую популярность приобретают сорта межвидовой селекции, которые несут в себе особо ценные качественные и количественные характеристики урожая от европейско-азиатского вида (*V. vinifera*) и признак устойчивости к низким температурам от американских видов (*V. labrusca*, *V. riparia*) и восточно-азиатского вида (*V. amurensis*) [1].

Приспособление растений к условиям перезимовки формируется постепенно и связано со сложными внутренними перестройками, при этом характер и глубина низкотемпературных повреждений зависят как от величины, срока наступления, так и от состояния растений [2]. При этом следует учитывать, что компоненты зимостойкости являются самостоятельными признаками. Сорта, устойчивые к ранним морозам, не обязательно проявляют устойчивость к низким температурам в период глубокого покоя или к резкому падению температуры в период оттепели. Каждый из компонентов зимостойкости обусловлен разными причинами. Устойчивость к ранним морозам обусловлена преимущественно более ранним вступлением растений винограда в период органического покоя, а в период оттепелей – поздними сроками его окончания [2].

Для выявления закономерностей реализации адаптивного потенциала и управления продукционным процессом растений винограда необходимо всестороннее изучение связей в системе «условия среды (экстремальные параметры, частота и степень воздействия) – урожай».

Определение сущности защитно-приспособительных механизмов, нивелирующих отрицательное влияние повреждающих стрессов, степени согласованности или расстройств координации функций является очень сложной задачей ввиду одновременного протекания различных сопряженно развивающихся обменных биохимических процессов.

Результаты ранее проведенных нами исследований устойчивости сортов винограда различного эколого-географического происхождения к низким температурам, свидетельствуют о наличии различных биохимических механизмов формирования устойчивости и адаптации растений винограда к стресс-факторам среды на молекулярном уровне: за счет регулирования белкового или углеводного обменов, характера протекания окислительно-восстановительных процессов в клетке и других факторов. Для одних генотипов повышенная устойчивость к низким температурам объяснялась высоким содержанием высокомолекулярных углеводов (крахмала, гemicеллюлозы, пектины), в других случаях – белков, минеральных веществ или сахарозы, обеспечивающих поддержание более высокого осмотического давления в клетках и обуславливающих достаточно высокую устойчивость тканей к разрушению при воздействии стрессора, в третьих - высоким содержанием пролина [3, 4].

При выявлении зависимостей влияния климатических условий на биохимические показатели почек и коры побега, характеризующих устойчивость растений к низкотемпературным стрессам, установлена неоднозначность взаимосвязей состава углеводов, органических и фенолкарбоновых кислот, белков и аминокислот, катионов металлов (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} и их соотношений) с функцией морозоустойчивости [5].

Низкая температура, а также сопутствующие факторы, включая обезвоживание, сказываются на структурной организации мембранной системы клетки. В процессе резкого охлаждения в мембранах нарушаются гидрофобные взаимодействия, в результате чего мембраносвязанные белки утрачивают свою функциональную активность, пограничные мембраны теряют контроль за активным транспортом ионов, что приводит к повышенной пассивной проницаемости и утечке ионов, преимущественно K^+ до 60 % [6].

На основе анализа изменений биохимических показателей сортов винограда различного эколого-географического происхождения были сделаны выводы о высокой морозоустойчивости сортов *Кристалл*, *Красностон АЗОС*, *Достойный* и *Первенец Магарача* [7], что подтвердилось в зимний период 2011-2012 гг., когда резкое снижение температуры в январско-февральский период привело не только к потере урожая, но и гибели многих не зимостойких сортов Всероссийской ампелографической коллекции ГНУ АЗОСВиВ ГНУ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии.

В связи с этим, целью работы являлось изучение влияния стрессовых факторов зимнего периода на биохимический состав органов растений высокоустойчивых к низким температурам и установление диапазонов варьирования оптимумов биохимических параметров морозоустойчивости (в состоянии глубокого и вынужденного покоя), позволившие этим сортам выжить в экстремальных зимних условиях анапо-таманской зоны.

Объекты и методы исследований. Полевые наблюдения и отбор образцов (однолетние побеги) для лабораторных исследований проводились на ампелографической коллекции ГНУ АЗОСВиВ ГНУ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, расположенной в г.-к. Анапа.

Объектом исследований служили технические сорта винограда раннего срока созревания – *Кристалл* (межвидовой гибрид европейско-американского происхождения); среднего срока созревания – *Красностон*

АЗОС, Достойный (межвидовые гибриды европейско-американского происхождения). Виноградные кусты одного года посадки, подвой Кобер 5ББ. Формировка – двусторонний высокоштамбовый спиральный кордон АЗОС. Возделывание на черном паре при схеме посадки 3 x 2,5 м.

Для оценки адаптационной устойчивости растений винограда к абиотическим стрессорам зимнего периода в лозе определяли оводненность, соотношение свободной и связанной форм воды, содержание углеводов [8], белка спектральным методом на СФ-46, суммы катионов металлов (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) [9], состав и количество оргкислот [10] и фенолкарбоновых кислот [11], аминокислоты пролин [12]. Устойчивость растений к стресс-факторам изучалась в естественных условиях и при моделировании стресса (принудительное обезвоживание; температура $-25^{\circ}C$).

Обсуждение результатов. За анализируемый осенне-зимний период 2011-2012 и 2012-2013 гг. метеоусловия г. Анапа были относительно мягкими (рис. 1), средняя температура воздуха не опускалась ниже $4,2^{\circ}C$, а количество выпавших осадков приближалось к норме. В декабре температура воздуха опустилась ниже $5^{\circ}C$ на 25 – 30 дней позже среднемноголетних сроков.

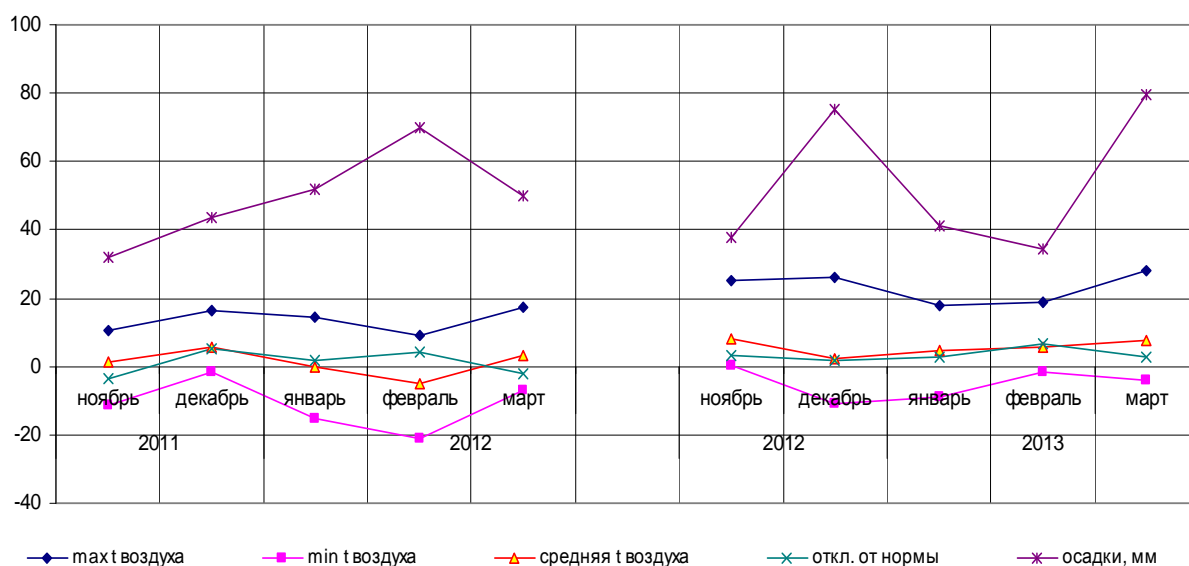


Рис. 1. Гидротермические условия зимнего периода анапо-таманской зоны 2011-2012 гг., 2012-2013 гг.

За вегетационный период 2012 года изучаемые сорта *Кристалл*, *Достойный*, *Красностоп АЗОС* накопили в побегах запас пластических веществ, при этом сорт раннего срока созревания – больше (содержание сухих веществ 79,31 %), среднего срока созревания – меньше (68,13 – 68,43 %), что характеризует повышенное содержание воды у последних (табл. 1).

Таблица 1 – Водный режим лозы винограда в декабре 2011-2012 гг.

Сорт	Содержание воды, %						Содержание сухих веществ, %	
	общее		свободной		связанной		2011	2012
	2011	2012	2011	2012	2011	2012		
Кристалл	19,64	20,69	63,00	63,02	37,00	36,98	80,36	79,31
Достойный	16,62	31,57	55,79	79,40	44,21	20,60	83,38	68,43
Красностоп АЗОС	19,67	31,87	63,98	81,35	36,02	18,65	80,33	68,13

В декабре 2012 г. наряду с большей оводненностью побегов у сортов *Достойный* и *Красностоп АЗОС* было отмечено большее содержание свободной формы воды (79,4 и 81,35, соответственно) в сравнении с сортом *Кристалл* (63,02%), что свидетельствует об активном протекании в них обменных процессов, обусловленное как выпавшими осадками ($K_{коррел.} = 0,71 - 0,91$), так и высокой средней температурой воздуха ($K_{коррел.} = 0,61 - 0,94$) (рис. 2).

В лозе сортов *Достойный* и *Красностоп АЗОС* содержится больше халконов (8,6 и 7,5 усл. ед.), чем у сорта *Кристалл* (5,0 усл.ед.), защищающих мембраны клеток от разрушения, и крахмала (3,95 – 3,83 и 2,72 мг/г, соответственно), что повышает их устойчивость к воздействию стрессоров в период глубокого покоя.

В лозе сортов *Кристалл* и *Достойный* отмечено больше пролина (37,6 и 30 мг/кг), чем у сорта *Красностоп АЗОС* (14,6 мг/кг), что позволяет предположить лучшую устойчивость клеток к обезвоживанию.

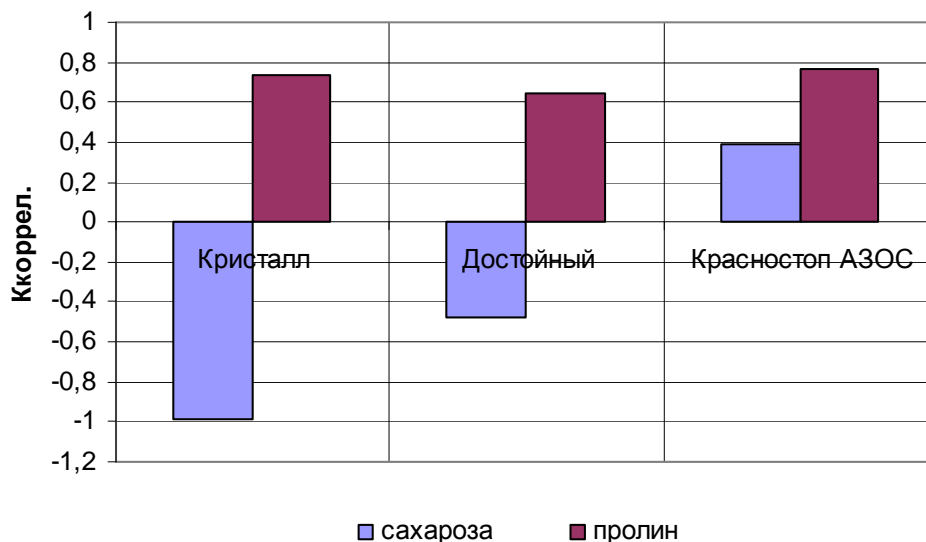


Рис. 2. Корреляционная зависимость между содержанием связанной формы воды и осмопротекторов сахарозы и пролина в лозе винограда в декабре 2010-2012 гг.

Искусственное промораживание побегов винограда при температуре минус 25°С снизило их оводненность у сорта *Кристалл* в 1,68 раза, а сортов *Достойный* и *Красностоп АЗОС* – в 2,91 и 2,97 раза. Содержание свободной воды при этом понизилось в 2,1; 3,38 и 3,31 раза соответственно (рис. 3).

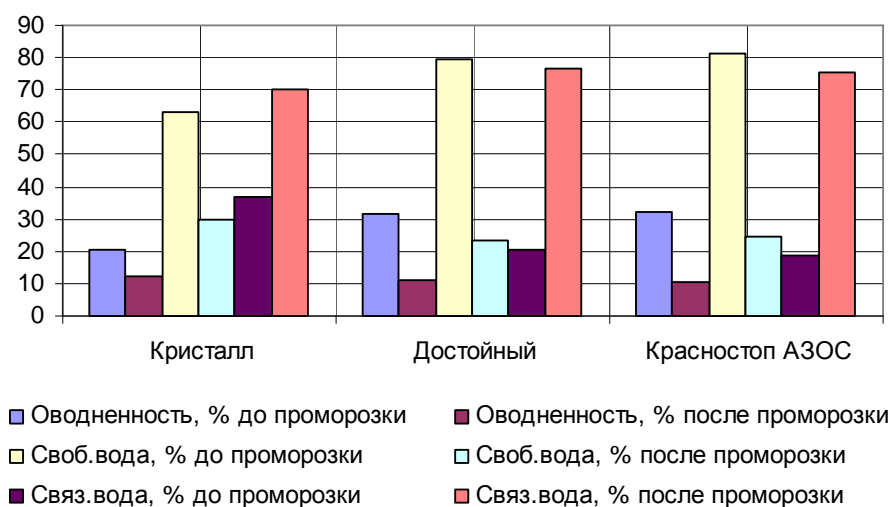


Рис. 3. Изменение водного режима в лозе винограда при искусственном промораживании в декабре 2012 г.

Отношение содержания связанной формы воды до и после проморожки повысилось в 3,71 раза у сорта *Достойный*, в 1,1 раза – у сорта *Красностоп АЗОС* и в 1,89 раза – у сорта *Кристалл*. Содержание белка снизилось у сорта *Кристалл* в 1,6 раза, у сортов *Достойный* и *Красностоп АЗОС* – в 1,8 раза, содержание крахмала уменьшилось у сортов *Достойный* и *Красностоп АЗОС* – в 3,3 и 2,1 раза, соответственно, что свидетельствует об активном протекании гидролитических процессов. У сорта раннего срока созревания *Кристалл* отмечена обратная тенденция: наблюдалось увеличение содержания крахмала на 25,7 % при снижении суммы сахаров на 23,8 %.

Уменьшение почти вдвое содержания суммы оргкислот цикла Кребса характеризует снижение интенсивности дыхания и свидетельствует о том, что в декабре 2012 г. растения винограда не вошли в состояние глубокого покоя (рис. 4).

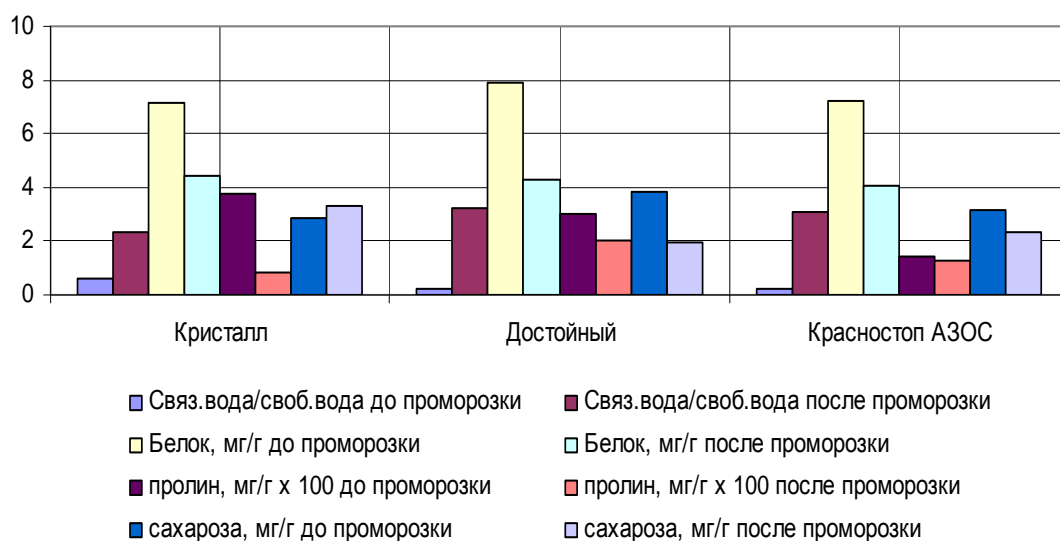


Рис. 4. Биохимическая характеристика устойчивости лозы винограда к обезвоживанию при низкотемпературном стрессе в декабре 2012 г.

Воздействие экстремально низкой температуры в модельном опыте послужило причиной их гибели, поскольку превысило границы толерантности при активно протекающих обменных процессах. При этом отмеча-

лось как значительное обезвоживание клеток, так и разрушение клеточных мембран (сорта *Кристалл* и *Достойный*), о чем свидетельствует и значительное увеличение выхода катионов из клеток (рис. 5).

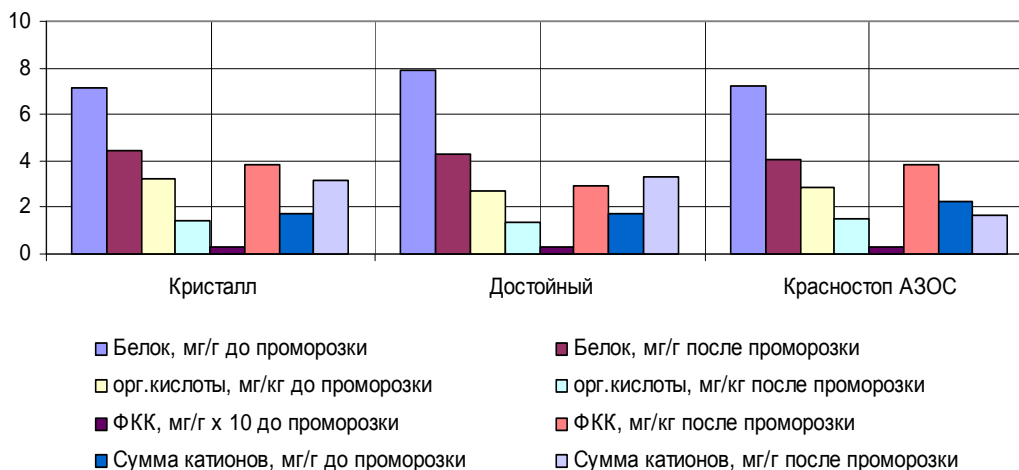


Рис. 5. Биохимическая характеристика устойчивости лозы винограда к низкотемпературному стрессу в декабре 2012 г.

В естественных условиях температура воздуха в декабре 2012 г. и январе 2013 г. опускалась только до минус 8°С и минус 7°С, что не оказало отрицательного влияния на растения винограда, находящиеся в состоянии вынужденного покоя.

В конце февраля 2013 г. оводненность побегов увеличилась в сравнении с декабрем 2012 г. у сорта *Кристалл* – на 7,26 %, и снизилось у сорта *Достойный* на 1,53 % и *Красностоп АЗОС* – 3,45 % (табл. 1 и 2), что может быть связано со снижением влагообеспеченности ($K_{коррел.} = 0,71 - 0,91$).

Таблица 2 – Водный режим лозы винограда в феврале 2012-2013 гг.

Сорт	Содержание воды, %						Содержание сухих веществ, %	
	общее		свободной		связанной		2012	2013
	2012	2013	2012	2013	2012	2013		
Кристалл	15,94	27,95	50,65	80,15	49,35	19,85	84,06	72,05
Достойный	16,41	30,04	54,21	80,43	45,79	19,57	83,59	69,96
Красностоп АЗОС	10,44	28,42	43,26	79,97	56,74	20,03	89,56	71,58

Содержание свободной формы воды в лозе в феврале 2013 г. в сравнении с декабрем 2012 г. увеличилось у сорта *Кристалл* на 17,13 %, *Достойный* – 1,03 %, что, вероятно, связано с активацией обменных процессов, (процесс преадаптации) при снижении интенсивности дыхания, о чем свидетельствует уменьшение содержания суммы оргкислот цикла Кребса. У сорта *Красностоп АЗОС* содержание свободной формы воды снизилось на 1,38 %, что позволяет предположить закаливание.

В феврале у всех анализируемых сортов отмечалось увеличение содержания суммы фенолкарбоновых и аскорбиновой кислот, повышающих устойчивость клеточных мембран к разрушению (табл. 3).

Увеличение содержания пролина у сорта *Кристалл* на 79 %, *Достойный* – 55,7 % и *Красностоп АЗОС* – 215 % свидетельствует о повышении водоудерживающей способности цитоплазмы и служит проявлением их адаптации по третьему компоненту зимостойкости.

Таблица 3 – Биохимическая характеристика устойчивости лозы винограда к обезвоживанию в феврале 2012-2013 гг.

Сорт	Ксвяз. /своб.		белок, мг/г		сахароза, мг/г		пролин, мг/г	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Кристалл	0,97	0,25	3,87	6,90	2,56	5,27	59,0	67,0
Достойный	0,84	0,24	4,69	6,03	5,74	6,01	16,8	47,0
Красностоп АЗОС	1,31	0,25	4,89	8,21	3,96	6,15	16,2	46,0

Полученные результаты подтверждают различные механизмы адаптации к стрессорам зимнего периода у изучаемых сортов.

Таким образом, в связи с теплыми осенним и ранне-зимним периодами 2012 г. растения винограда не вошли в состояние глубокого покоя и отличались низкой устойчивостью к экстремально низким температурам в этот период (второй компонент зимостойкости) и достаточно уязвимы по третьему компоненту зимостойкости.

С целью выявления оптимальных биохимических показателей адаптации сортов винограда различного эколого-географического происхождения к абиотическим факторам зимнего периода нами проведен анализ данных биохимического состава лозы винограда в декабре, когда растения находятся в состоянии глубокого покоя, за период 2007-2012 гг. и в феврале – в состоянии вынужденного покоя, за период 2010-2013 гг. Проанализированы данные по содержанию сухих веществ, оводненности побегов, содержанию свободной и связанной воды и их соотношению, содержанию белка, аминокислот (аргинин, лизин, тирозин, β -фенилаланин, гистидин, лейцин, метионин, валин, пролин, треонин, триптофан, серин, α -аланин, глицин и их сумма), сахаров (крахмал, сахароза, глюкоза, фруктоза), фенолкарбоновых кислот (хлорогеновая, кофейная), аскорбиновой кислоты, катионов (K^+ , Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+}), органических кислот цикла Кребса (яблочная, янтарная, лимонная).

Наиболее информативными для решения поставленной задачи оказались показатели содержания сухих веществ, водного режима (оводненность побегов, содержание свободной и связанной воды и их соотношение), содержание белка, аминокислоты пролин, сахаров (крахмал, сахароза), суммы фенолкарбоновых (хлорогеновая, кофейная) и аскорбиновой кислоты, суммы катионов (табл.4).

В связи с тем, что из всех изучаемых сортов наиболее зимостойкими оказались межвидовые гибриды *Кристалл*, *Достойный* и *Красностоп АЗОС*, для этих сортов были определены диапазоны варьирования наиболее информативных биохимических показателей (табл. 5).

Таблица 4 – Биохимические показатели адаптации сортов винограда к стрессорам зимнего периода

Биохимический показатель	Происхождение сорта				
	Межвидовые гибриды	Внутривидовые гибриды	Западно-европейск.	Побережья Черного моря	Восточная группа сортов
состояние глубокого покоя					
Оводненность побега, %	7,51-50,28	17,79	7,77-30,3	10,94-18,53	15,15-27,62
Содержание сухих веществ, %	49,72-92,49	82,21	69,7-92,23	81,47-89,06	72,38-86,85
Содержание свободной воды, %	10,39-84,50	59,04	23,67-89,88	28,65-58,02	35,40-80,45
Содержание связанной воды, %	15,50-89,61	40,96	10,12-76,33	41,98-71,35	19,55-64,60
Отношение связ.вода/своб.	0,16-8,62	0,69	0,16-3,22	0,72-2,49	0,24-1,82
Содержание сахарозы, мг/г	0,21-18,14	13,12	1,17-17,27	6,19-9,33	0,67-14,14
Содержание крахмала, мг/г	2,72-14,05	6,29	2,05-10,93	5,67-8,73	4,41-13,09
Содержание крахмала в сердцевине побега, балл	2,0-4,5	3,0	1,2-3,5	2,0-3,4	2,4-3,5
Содержание пролина, мг/кг	2,57-171,9	21,5	10,9-104,9	38,0-53,0	19,9-44,3
Содержание белка, мг/г	2,15-7,9	3,26	1,27-3,58	2,37-2,4	2,81-3,44
Сумма катионов, мг/г	0,72-3,02	1,45	0,98-2,61	1,05-2,92	3,59-3,95
Сумма фенолкарб. и аскорб. кислот, мг/г	0,03-1,90	1,09	0,75-1,09	0,69-0,77	0,74-1,75
в состоянии вынужденного покоя					
Оводненность побега, %	9,45-32,98	-	9,27-30,96	13,99-19,17	14,28-20,43
Содержание сухих веществ, %	67,02-90,55	-	69,04-90,73	80,83-86,01	79,57-85,72
Содержание свободн. воды, %	15,96-92,73	-	33,63-90,68	26,75-65,90	57,94-84,34
Содержание связанной воды, %	7,27-84,04	-	9,32-66,37	34,10-73,25	15,66-42,06
Отношение связ.вода/своб.	0,08-5,27	-	0,16-1,97	0,52-2,74	0,19-0,92
Содержание сахарозы, мг/г	2,38-12,24	-	2,31-11,1	3,2-3,96	4,68-7,16
Содержание крахмала, мг/г	2,58-9,87	-	3,57-9,42	-	6,19-7,75
Содержание пролина, мг/кг	5,5-224,5	-	21,0-294,5	27-29,4	39,9-92,9
Содержание белка, мг/г	1,83-8,21	-	1,85-5,52	4,79-4,93	2,35-6,48

Таблица 5 – Биохимические показатели адаптации межвидовых гибридов винограда к стрессорам зимнего периода

Биохимический показатель	Состояние глубокого покоя	В состоянии вынужденного покоя
Оводненность побега, %	20,69 – 31,87	27,95 – 30,04
Содержание сухих веществ, %	68,13 – 79,31	69,96 – 72,05
Содержание свободн. воды, %	63,02 – 81,25	79,97 – 80,43
Содержание связанной воды, %	18,65 – 36,98	19,85 – 20,03
Отношение связ. вода/своб.	0,59 – 0,79	0,24 – 0,25
Содержание сахарозы, мг/г	7,62 – 11,83	5,27 – 6,15
Содержание крахмала, мг/г	7,83 – 15,24	4,95 – 8,51
Содержание пролина, мг/кг	11,3 – 92,0	46,2 – 67,4
Содержание белка, мг/г	3,7 – 6,0	6,03 – 8,21
Сумма катионов, мг/г	2,26 – 3,34	1,78 – 2,82
Сумма фенолкарб. и аскорб. кислот, мг/г	0,27 – 1,05	0,01 – 0,02

Заключение. В результате изучения влияния стрессовых факторов зимнего периода на биохимический состав органов растений высокоустойчивых к низким температурам сортов винограда установлены диапазоны варьирования оптимумов биохимических параметров морозоустойчивости (в состоянии глубокого и вынужденного покоя), позволившие сортам *Кристалл*, *Красностоп АЗОС*, *Достойный* выжить в экстремальных зимних условиях анапо-таманской зоны.

Литература

1. Петров, В.С. Селекционно-технологические методы повышения стрессоустойчивости винограда / В.С. Петров, И.А. Ильина, Т.А. Нудьга [и др.] // Методы и способы повышения стрессоустойчивости плодовых культур и винограда: сб. материалов междунар. дистанц. научно-практ. конф. СКЗНИИСиВ (10июля-21 августа 2009 г.). – Краснодар, 2009. - С. 144-156.
2. Алешин, Е.П. Физиология растений / Е.П. Алешин, А.А.Пономарев. – М.: Агропромиздат, 1985. - 255 с.
3. Ненько, Н.И. Зимостойкость сортов винограда эколого-географического происхождения по анатомо-морфологическим и физиолого-биохимическим параметрам / Н.И. Ненько, И.А. Ильина, В.С. Петров [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2013. – № 2. – С. 29-33.

4. Выявление физиолого-биохимических закономерностей реализации адаптивного потенциала у культивируемых видов рода *Vitis* (Tournef) L.: отчет о НИР (заключ.): 09-04-96559 РФФИ / Северо-Кавказский зональный науч.-исслед. ин-т садоводства и виноградарства (СКЗНИИСиВ); рук. Кудряшова В.В.; исполн.: Ильина И.А., Петров В.С., Запорожец Н.М. [и др.] – Краснодар, 2011. – 85 с. – № ГР 01200959276. – Инв. № 511.

5. Ненько, Н.И. Физиолого-биохимическая характеристика реакции растений винограда на стрессоры осенне-зимнего периода в условиях Анапо-Таманской зоны / Н.И. Ненько, И.А. Ильина, В.С. Петров, Т.В. Схаляхо // Садоводство и виноградарство. – 2012. – № 5. – С. 19-23.

6. Ильина, И.А. Биохимические и физиологические параметры различных по биологии сортов винограда при изменении экологии ампелоценозов / И.А. Ильина В.С., Петров, Ю.Ф. Якуба, Т.В. Схаляхо [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 3. – С. 30-31.

7. Ильина, И.А. Биохимические и физиологические изменения у различных по биологии сортов винограда в условиях низкотемпературного стресса / И.А. Ильина, В.С. Петров, Ю.Ф. Якуба, Т.В. Схаляхо [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 4. – С. 26-27.

8. Брыкалов, А.В. Современные методы выделения и исследования биологически активных веществ и микроорганизмов / А.В. Брыкалов [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 115 с.

9. Захарова, М.В. Методика определения массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция в материалах растительного происхождения с применением капиллярного электрофореза / Захарова М.В., Ильина И.А., Киселева Г.К., Лифарь Г.В. [и др.] // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству: сб. трудов. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 273-278.

10. Захарова, М.В. Методика определения массовой концентрации винной, яблочной, янтарной, лимонной кислот с применением капиллярного электрофореза / М.В. Захарова, И.А. Ильина, Г.К. Киселева, Г.В. Лифарь [и др.] // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству: сб. трудов. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 283-288.

11. Захарова, М.В. Методика определения массовой концентрации аскорбиновой, хлорогеновой и кофейной кислот с применением капиллярного электрофореза / М.В. Захарова, И.А. Ильина, Г.К. Киселева, Г.В. Лифарь [и др.] // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству: сб. трудов. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 279-282.

12. Захарова, М.В. Методика определения свободных аминокислот в материалах растительного происхождения с применением капиллярного электрофореза / М.В. Захарова, И.А. Ильина, Г.К. Киселева, Г.В. Лифарь [и др.] // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству: сб. трудов. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 289-292.