

ОБМЕН АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД
В СВЯЗИ С МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬЮ ВИНОГРАДА

В период осенне-зимнего покоя растений происходят разнообразные и сложные процессы обмена веществ и трансформации энергии.

По мере накопления сведений относительно биохимии морозоустойчивости виноградной лозы всё более актуальной становится выяснение путей и звеньев обмена веществ, имеющих непосредственное отношение к защитному механизму растений.

Биохимические исследования в период органического и вынужденного покоя растений в условиях резко континентального климата у нас проводились на сортах винограда разной морозостойкости. Изучалась динамика крахмала, сахарозы, моносахаридов, олигосахаридов, жиров, фосфолипидов, жирных кислот, аминокислот, разных форм азота, активности ферментов /пероксидазы, каталазы, протеазы/, нуклеиновых кислот, макроэргических соединений /АТФ/. Проводились опыты с искусственной закалкой промораживанием побегов, до и после обработки побегов ингибиторами.

В данной работе экспериментальный материал нами рассматривается в основном по содержанию и динамике азотистых веществ в побегах винограда в период осенне-зимних месяцев. Хотя соединения азотистых веществ составляют лишь небольшую долю сухого вещества /количество общего азота в побегах не превышает 1%/, но они очень важны с физиологической точки зрения. Являясь носителями жизни, они сохраняют структуру клетки и обеспечивают её функционирование и при неблагоприятных условиях

зимовки.

Пробы для анализа отбирались из средней части /4-7 узлы/ плодоносящих побегов открыто зимовавших кустов у сортов различной морозоустойчивости. Образцы побегов фиксировались теплым паром, а также сухим льдом и высушивались лиофильно. Формы азота определялись по микрометоду в аппарате Парнаса. Сжигание азотистых веществ после соответствующих экстракций и осаждений белков проводилось на специально сконструированной печи с гнездами для пробирок. Аммиачный и амидный /после гидролиза/ азот определялся по модифицированному микродиффузионному методу; количество свободных аминокислот - фотометрически, по окрашиванию с нингидрином; органические кислоты - хроматографией на бумаге; нуклеотиды АТФ, АДФ и АМФ - биолюминисцентным методом; активность протеаз и амилаз - обычным способом, т.е. инкубацией с субстратами; активность пероксидазы и полифенолоксидазы - фотометрически; активность каталазы - йодометрически.

Приведенные в табл. 3 данные показывают, что осенний максимум общего и белкового азота в побегах винограда у одного и того же сорта в разные годы варьирует в значительных пределах. Любопытно отметить, что крайне высокое содержание общего и белкового азота было в побегах 5-6-летних растений /данные 1954 г./. Высокий процент азотистых веществ в побегах молодых растений можно объяснить повышенной жизнедеятельностью корневой системы и низким урожаем в начальные годы их плодоношения.

Анализ 11-12-летних растений выявил резкое снижение процента азотистых веществ в побегах, что видимо объясняется ростом

урожаемости кустов этого возраста и выносом части азотистых веществ с урожаем. Интересно отметить, что в большинстве случаев морозоустойчивые сорта по количеству общего и белкового азота проявили тенденцию большего содержания, чем неустойчивые.

В течение 10 лет условия зимовки растений винограда были весьма различными. Имелись годы с исключительно мягкой зимой, когда среднесуточная температура воздуха была с положительным знаком /1962-1963, 1965-1966, 1968-1970 гг./. Встречались холодные зимы /1963-1964, 1968-1969 гг./, когда растения значительно пострадали от долгих и сильных морозов. Были годы с хорошей закалкой и умеренно холодной зимой /1964-1965, 1966-1967, 1967-1968 гг./, когда в растениях развилась присущая каждому сорту морозоустойчивость. Естественно, что в зависимости от условий года интенсивность процессов азотного обмена было неодинаковым. Поэтому рассмотрим динамику форм азота у изученных сортов в зависимости от конкретных метеорологических условий данного года.

Зимовка 1960-1961 гг. Осень 1960 г. была теплой, затяжной. К середине ноября побеги хорошо вызрели и накопили много питательных веществ, в том числе и азотистых. По сравнению с последующими годами происходило довольно интенсивное накопление белкового азота./табл.1/. Для неморозостойкого сорта /табл.2/ относительно высоким оказалось также отношение белкового азота к небелковому /2,55/. Однако растения не закалились.

Первые небольшие осенние заморозки были только в конце ноября. К 24/ХП-60 г. в побегах морозостойкого сорта ещё продол-

жался процесс поступления азота и синтеза белков, в результате чего отношение белковый азот повысилось от 2,41 до 3,63. У неморозостойкого сорта в этот срок содержание общего азота также повысилось, но только за счёт небелковой формы.

Таблица I

Осенний максимум в накоплении общего и белкового азота в побегах винограда в разные годы
/ мг/г /

Годы	Общий азот				Белковый азот			
	устойчивые сорта		неустойчивые		устойчивые сорта		неустойчивые	
	Русский Конкорд	Лернату	Спитак Араксе- ни	Воске- ат	Русский Конкорд	Лерна- ту	Спитак Араксе- ни	Воске- ат
1954	11,55	-	10,10	-	9,05	-	7,82	-
1960	8,46	-	7,20	7,14	5,84	-	5,40	5,00
1962	7,02	-	6,97	-	4,12	-	4,07	-
1964	7,56	6,93	5,50	5,08	4,41	5,23	2,54	3,77
1965	5,88	5,60	4,83	4,97	2,91	2,94	2,49	2,96
1968	6,65	6,80	5,43	5,90	3,67	4,11	3,91	3,84
1969	6,84	6,40	5,18	5,30	3,10	2,81	2,60	2,71
1970	7,21	6,34	6,38	6,01	4,63	4,16	3,56	3,87

Интересно, что к концу января понижение температуры до -14° у обоих сортов вызвало снижение количества белкового азота: у морозостойкого сорта - на 6%, а неморозостойкого - на 26%. Такое поведение растений свидетельствует о слабой закалке в эту зиму, ибо в последующие годы /1965 и 1969/ при хорошей закалке растений достигается более высокая устойчивость белкового комплекса.

2 марта 1961 г. редкое для этого времени года, внезап-

ное похолодание до $-17,7^{\circ}$ привело к значительному, по сравнению с январскими образцами, снижению количества белкового азота. И здесь выявилась сортовая специфичность - у морозостойкого сорта количество белкового азота по сравнению с предыдущим уровнем снизилось меньше /14%, чем у неморозостойкого сорта /45%/. Но уже к 29III растения начали функционировать нормально и процессы синтеза белков восстановились.

Таблица 2

Среднесуточная температура воздуха за 10 лет

Голы декады	Декабрь			Январь			Февраль		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1959-60	-1,2	-1,7	-0,2	0,7	0,9	-1,8	0,5	1,3	6,6
1960-61	1,1	0,5	-0,1	-2,4	-1,4	-3,5	-0,7	1,0	-0,9
1961-62	3,4	3,0	-3,1	-7,2	-5,1	-7,6	-0,6	1,6	0,8
1962-63	2,9	5,1	2,9	1,3	4,3	5,4	0,6	6,0	4,8
1963-64	1,0	-0,2	-2,5	-15,5	-16,7	-16,7	-4,6	-6,5	-1,4
1964-65	-0,9	-0,9	-4,6	-4,0	-11,4	-5,0	-5,2	-4,2	-3,8
1965-66	0,4	1,4	-0,6	3,7	3,1	5,9	2,1	5,5	6,9
1966-67	2,9	4,9	1,0	-2,9	3,6	-5,5	-8,9	-2,5	-2,6
1967-68	2,4	3,1	-5,3	-1,5	-4,5	-9,2	-11,6	-2,8	2,2
1968-69	2,6	-0,1	-2,6	-6,0	-4,2	-5,0	-11,9	-7,1	-2,4
1969-70	3,0	2,0	2,0	0,5	0,6	0,7	3,0	4,4	3,8

Следует отметить, что за весь период покоя 1960-1961 гг. у морозостойкого сорта отношение белковый азот было выше, чем у неморозостойкого сорта. небелковый

Зимовка 1962-1963 гг. Зима 1962-63 гг. была на редкость мягкой, с положительной /табл.2/ среднесуточной температурой. Минимальные небольшие минусовые температуры не оказались до-

статочными для приобретения растениями высокой закалки. Как видно из данных табл.4, в этот год почти не было январского снижения количества белкового азота.

Таблица 3

Содержание азотистых веществ в побегах винограда зимой 1960-1961 гг. /мг/г/

Сорта	Дата	Общий азот	Белковый азот	Небелковый азот	Отношение белковый / небелковый азот	% белкового азота от общего
Русский Конкорд	12/XI	8,46	5,84	2,42	2,41	69,03
	24/X	10,20	8,0	2,20	3,63	78,43
	24/I	10,30	7,38	2,92	2,53	71,65
	2/III	9,90	6,40	3,50	1,80	64,64
	29/III	9,60	7,00	2,60	2,69	72,91
Спитак Араксени	12/XI	7,20	5,40	2,20	2,55	75,00
	24/XII	8,30	5,35	2,95	1,87	64,45
	24/I	8,70	4,01	4,69	0,85	46,09
	2/III	6,20	2,34	3,86	0,50	37,74
	29/III	5,90	3,29	2,61	1,26	55,76

Был поставлен специальный эксперимент с искусственным подмораживанием побегов. В опытах при снижении температуры до -21° в течение 3 часов /после предварительной недолгой закалки побегов: 5 дней при $-5, -7^{\circ}$ / произошло снижение белкового азота: у морозостойкого сорта - на 14%, у неморозостойкого - на 31%. Это обстоятельство представляет большой интерес для выявления сортовых отличий. Самая низкая минусовая температура за всю зиму 1963 г. была в I декаде марта - $-10,9^{\circ}$, на что растения сильно реагировали. Анализы побегов 8/III-63 г. констатировали сильное снижение белкового азота.

Видимо в течение теплого февраля произошла расклевка растений, в результате чего понизилась термостабильность белков и возрос процент их распада от весеннего похолодания.

Таблица 4

Динамика форм азота в побегах винограда,
1962-1963 гг. /мг/г/

С о р т а	Дата	Общий азот	Белковый азот	Небелковый азот	Отношение белковый / небелковый азот	% белково-азота от общего
Русский	10/X	5,74	3,43	2,31	1,48	59,75
Конкорд	10/XII	7,02	4,12	2,90	1,43	58,68
	23/I	6,58	4,03	2,55	1,58	61,24
I/ опыт- 21°C	23/I	6,60	3,58	3,02	1,11	54,24
	8/III	5,88	3,07	2,81	1,09	52,21
Спитак	10/X	6,72	3,95	2,77	1,42	58,77
Араксени	10/XII	7,97	4,07	3,90	1,04	51,06
	23/I	6,38	3,81	2,57	1,48	59,71
I/ опыт- 21°C	23/I	6,27	2,63	3,64	0,72	41,94
	8/III	6,70	2,12	4,58	0,42	31,64

I/ В течение 5-и дней побеги закалялись при -5° - -7° , затем подвергались воздействию -21° в течение 3-х часов.

Зима 1964-1965 гг. была умеренно холодной, абсолютный минимум доходил до $-19,3^{\circ}$. На поверхности снежного покрова было -22° . С декабря лежал устойчивый снежный покров с максимальной высотой 20 см. Промерзание почвы отмечено до глубины 42 см. Устойчивый переход через 0° был с 27 ноября до 25 февраля с продолжительностью 91 день, что на 10 дней превышает норму. Можно считать, что осень и зима 1964-65 гг. были бла-

гоприятными для хорошей закалки растений и развития в них морозостойкости, присущей каждому сорту.

Как видно из данных табл.5, в конце лета /10/IX-64 г./ различные по морозостойкости сорта винограда содержали почти одинаковое количество общего и белкового азота.

Таблица 5

Динамика форм азота в побегах винограда в период зимовки 1964-1965 гг./мг/г/

Сорта	Дата	Общий	Белко- вый	Небел- ковый	Отношение <u>белковый</u> небелковый	% белкового азота от общего
Русский Конкорд	10/IX	3,57	2,02	1,55	1,30	56,58
	1/X	5,06	2,44	2,62	0,93	48,22
	12/X	6,02	3,10	2,92	1,06	51,49
	2/XII	7,56	4,41	3,15	1,40	58,33
	17/XII	7,30	4,65	2,65	1,75	63,69
	15/I	7,18	4,40	2,78	1,58	61,28
	4/II	7,25	4,65	2,60	1,79	64,13
	24/II	6,97	4,27	2,70	1,58	61,17
	24/III	8,91	4,81	4,10	1,17	53,98
Спитак Араксени	10/IX	3,76	2,18	1,58	1,38	57,97
	12/X	5,32	2,70	2,62	1,03	50,75
	2/XII	5,50	2,54	2,96	0,86	46,18
	17/XII	5,88	2,16	3,72	0,58	36,73
	15/I	5,46	2,17	3,29	0,66	39,74
	4/II	5,34	2,36	2,98	0,80	44,19
	24/II	5,18	2,06	3,12	0,66	37,84
	24/III	6,89	2,74	4,15	0,66	39,76
Лернату	17/XII	6,93	5,23	1,70	3,08	75,46
	15/I	7,50	5,58	1,92	2,91	74,40
	4/II	7,19	5,90	1,29	4,58	82,05
	24/II	7,95	5,03	2,92	1,72	63,27
	24/III	9,46	5,61	3,85	1,46	59,30

Таблица 6

Динамика форм азота в период зимовки
1965-1966 гг. /мг/г/

Формы азота	Дата	Общий	Белко- вый	Небел- ковый	Отношение белковый небелковый	% белко- вого азо- та от об- щего
Аммонийный	27/XI	5,88	2,91	2,97	0,98	49,48
	24/XII	3,99	1,40	2,59	0,54	35,08
	12/II	6,02	2,87	3,15	0,91	47,67
	28/II	6,16	3,68	2,48	1,48	59,74
Нитритный	27/XI	4,83	2,49	2,34	1,06	51,55
	24/XII	3,77	1,46	2,31	0,61	38,72
	12/II	3,50	0,70	2,80	0,25	20,00
	28/II	4,62	2,91	1,71	1,70	62,98
Нитратный	27/XI	5,60	2,94	2,66	1,10	52,50
	24/XII	4,22	1,39	2,83	0,49	30,80
	12/II	6,65	3,08	3,57	0,86	46,31
	28/II	5,95	3,54	2,41	1,47	59,49
Аммонийный	27/XI	4,97	2,96	2,01	1,47	59,55
	24/XII	4,00	1,65	2,35	0,70	41,35
	12/II	3,50	1,19	2,31	0,51	34,00
	28/II	3,43	1,96	1,47	1,33	57,14

В последующем, до 17/ХП-64 г., у морозостойкого сорта отмечалось повышение количества азотистых веществ. У неморозостойкого сорта рост общего азота за это время протекал главным образом за счёт небелкового азота. Синтез белков у них прекратился значительно раньше /12/Х-64г./. Исключительно благоприятные условия декабря и января способствовали закалке растений и развитию в них сравнительно высокой морозостойкости. Хотя минимальная температура в зиму 1965 г. понизилась до $-19,3^{\circ}$, т.е. примерно до порога обычной выносливости европейских сортов, однако колебания содержания белкового азота даже у них в эту пору /15/І, 4/ІІ/ оказались несущественными /табл.5/. Такое поведение свидетельствует об относительно высокой термостабильности белков вследствие продолжительной и коротшей закали растений. Минимум белкового азота у всех сортов в эту зиму отмечался 24/ІІ в период вынужденного покоя растений, когда устойчивость к морозам обычно понижается. Особенно сильно уменьшилось количество белкового азота в это время у сорта Лернату. К концу марта, ещё до начала видимого сокодвижения, у всех сортов, как обычно, возросло количество всех форм азота.

Зима 1965-1966 гг. была аномально тёплой. Устойчивого периода ниже 0° не наблюдалось. Были только отдельные дни с морозами. Абсолютный минимум в декабре составлял $-8,4^{\circ}$. Почва не замерзала. Тёплые зимние месяцы не способствовали развитию свойства морозостойкости растений, что отразилось на ходе метаболических процессов. Как видно из табл.6, в побегах всех сортов 24/ІІ-1965 г. уменьшилось количество общего азота, главным образом, за счёт его белковой формы. Это, по всей вероят-

ности, можно объяснить оттоком белков из побегов в почки. У морозостойких сортов Русский Конкорд и Лернату количество общего азота в побегах /табл.6/ вновь возросло к 12/II-66 г. Наблюдался также значительный рост белкового азота. У неморозостойких сортов Спитак Араксени и Воскеат количество белков в побегах возросло к концу февраля /28/II-66 г./.

Если сравнить поведение растений в зиму 1965 г. /табл.5/ с зимой 1966 г./табл.6/, то заметим совершенно противоположную картину. В феврале 1965 г. от I декады к III-ей происходил процесс распада белка. Количество белкового азота в побегах уменьшилось, что привело к снижению процента белкового азота от общего азота. А в феврале 1966 г., напротив, наблюдался процесс синтеза белка /за время от 12 к 28 февраля возросло как абсолютное количество белкового азота, так и процент белкового азота от общего/. Такое диаметрально противоположное поведение связано с физиологическим состоянием растений в разные годы зимовки.

Зимовка 1966-1967 гг. В конце января - начале февраля 1967г. был снежный циклон с падением температуры до $-18,5^{\circ}$. Анализ побегов винограда 3/II-67 г./табл. 7/ показал, что всего за несколько дней на фоне относительной стабильности количества общего азота резко изменилось содержание белкового азота. Так, у морозостойких сортов последнее понизилось примерно на 26%, а у неморозостойких - на 48-50%. Это говорит о том, что в критические моменты белковый комплекс морозостойких сортов винограда опять-таки обладали сравнительно более высокой холодоустойчивостью, чем неморозостойкие. От холода возросло также количество небелкового азота, что привело к резкому падению от-

ношения белковый небелковый азот. Следует обратить внимание также на следующий факт: в критические моменты зимовки 1967 г. у морозостойких сортов количество белкового азота и его отношение к небелковому азоту оказались выше, чем у неморозостойких сортов.

Таблица 7

Динамика форм азота в период зимовки
1967 г. /мг/г/

Сорта	Дата	Общий	Белковый	Небелковый	Отношение белковый небелковый	% белкового азота от общего
Русский Конкорд	26/І	6,51	3,50	3,01	1,16	53,76
	3/ІІ	6,58	2,59	3,99	0,65	39,36
Спитак Араксени	26/І	5,46	2,98	2,48	1,20	54,57
	3/ІІ	5,39	1,50	3,99	0,35	27,82
Лернату	26/І	4,48	2,73	1,75	1,56	60,93
	3/ІІ	4,62	2,03	2,59	0,78	43,93
Воскеат	26/І	5,25	3,01	2,24	1,34	57,33
	3/ІІ	5,18	1,89	3,29	0,57	36,48

О взаимосвязи белков, аминокислот, амидов и ферментов в период покоя. На рис. 1 на фоне минимальной температуры воздуха представлены кривые разных форм азота в побегах винограда в период зимовки 1968-1969 гг. Все кривые показывают чёткую зависимость от температурного режима и степени морозостойкости сорта.

Белковый азот /рис.1/. За весь период закаливания растений до достижения устойчивой минимальной температуры воз-

духа -10° в побегах морозостойкого сорта количество белкового азота возрастает, а аминокислот - падает. У неморозостойкого сорта, напротив, за это же время /ноябрь-декабрь/ содержание белкового азота несколько уменьшается. У каждого сорта кривые аминокислот на данном участке совершенно противоположны кривым белка. Фактически эти данные свидетельствуют о том, что у неморозостойкого сорта синтез новых белков в побегах затухает значительно раньше и при более высоких температурах, чем это наблюдается в побегах морозостойкого сорта. Далее, при январских похолоданиях до $-17,7^{\circ}$ благодаря хорошей закалке растений количество белкового азота практически не изменилось. Иными словами, можно сказать, что клетки морозоустойчивых сортов проявили определенную устойчивость к разрушающему действию холода. В последующем повторные снежные циклоны в I и II декадах февраля /температура 4 дня устойчиво держалось ниже -24° / вызвали снижение количества белкового азота у морозостойких сортов на 25-26%, а у неморозостойких - на 48-50%.

Открыто зимовавшие кусты европейских сортов несколько пострадали от мороза, вследствие чего в поврежденных тканях не наблюдался обычный весенний синтез белков, и кривые белкового азота у этих сортов к 30/III оказались совершенно противоположного характера.

Аминокислоты / рис. I/. Поведение кривых аминокислот и белкового азота обладает преимущественно противоположным характером. Расщепление белков под влиянием холода сопровождается главным образом нарастанием количества свободных аминокислот. Особенно сильно это проявляется у неморозостойкого сорта при

воздействии температуры порядка $-24,6^{\circ}$, когда очевиден процесс разрушения белков. Несколько своеобразна кривая свободных аминокислот у морозостойкого сорта. Ещё с конца октября побеги морозостойкого сорта содержали очень много аминокислот, в дальнейшем в процессе закаливания растений /ноябрь-декабрь/ наблюдается использование аминокислот на процесс их полимеризации, т.к. белковый азот возрастает более чем на 30%.

В промежуток времени, когда происходило падение температуры от -10° до $-17,7^{\circ}$, количество аминокислот в побегах возросло, достигнув почти осеннего уровня. Поскольку при $-17,7^{\circ}$ белковый азот не уменьшается, то рост аминокислот происходит исключительно за счёт синтеза новых аминокислот /поведение обоих сортов в данном случае аналогичное/. Картина резко меняется от февральских холодов. При $-24,6^{\circ}$ у морозостойкого сорта, в отличие от неморозостойкого, количество аминокислот понижается и оказывается в 3 раза меньше, чем у неморозостойкого сорта. Следовательно, резко повышенное количество аминокислот в побегах неморозостойкого сорта в этот критический для растений период / $-24,6^{\circ}$ / не только не предохраняет его от вымирания, но и свидетельствует как раз об обратном - невысокой холодостойкости белков данного сорта. Морозостойкость проявляет обратную корреляцию с содержанием аминокислот: чем меньше количество аминокислот освобождается от воздействия холода, тем более высокой холодостойкостью обладают клетки. Отсюда явствует, что о степени морозостойкости сорта можно судить также путем измерения роста количества свободных аминокислот при искусствен-

ном воздействии холода. Наши исследования в этом направлении продолжаются.

Весной у морозостойкого сорта наблюдается одновременный рост белкового азота и свободных аминокислот. Это свидетельствует об активации процессов их синтеза и притока веществ в побеги из других органов куста. Повреждение побегов в результате суровой зимы 1969 г. у неморозостойкого сорта привело к диаметрально противоположной картине: резко уменьшилось количество аминокислот и не возросло количество белкового азота. Проявилось явное нарушение биохимических и физиологических процессов в пострадавших от мороза тканях растений.

Амидный азот. Осенью /конец октября/ количество амидов /рис. I/ так же, как и аминокислот, в побегах морозостойкого сорта значительно выше по сравнению с неморозостойким сортом. В процессе закаливания и до понижения температуры до -10° количество свободных амидов у морозостойкого сорта уменьшается /они тоже участвуют в синтезе белков/ и возрастает у неморозостойкого сорта.

Бесыма интересна реакция амидов на воздействие разных отрицательных температур. Если -17.7° вызывает некоторое снижение амидного азота, то снижение температуры до -24.6° , напротив, вызывает резкое его повышение в побегах неморозостойкого сорта. Следовательно, распад белков сопровождается возрастанием количества не только аминокислот, но и свободных амидов, а весной происходит их совместное разрушение. В побегах морозостойкого сорта количество амидов в критические холода более или менее уравновешено. Накопление амидов при других

неблагоприятных условиях наблюдалось целым рядом исследователей.

Амиды практически почти не окисляются. Как указывает Кротович, амидная группа как бы является "замком", предохраняющим эти дикарбоновые аминокислоты от окислительного расщепления. Амиды, образуемые при долгом и сильном воздействии холодом, с одной стороны, способствуют обезвреживанию ядовитого для клеток аммиака, а с другой - предохраняют от полного разрушения глутаминовую и аспарагиновую аминокислоты. Амиды могут участвовать в реакциях переаминирования, а также синтеза белков. Амиды у морозостойкого сорта более стабильны.

Аммиачный азот. Кривые аммиачного азота /рис. I/ у обоих сортов однотипны по характеру, но отличаются амплитудой колебания и абсолютной величиной. В начальной точке кривые сортов близки друг к другу. В процессе закаливания и до -10° у морозостойкого сорта резко возрастает количество аммиачного азота. За этот промежуток /ноябрь-декабрь/ времени в побегах неморозостойкого сорта количество общего азота увеличивается исключительно за счёт его небелковой формы. Высокое количество аммиачного азота в данной точке связано с замедлением процессов его включения в органические соединения.

От $-17,7^{\circ}$ в побегах морозостойкого сорта происходит скачок в содержании аммиачного азота. В дальнейшем, в процессе всей зимовки, уровень аммиачного азота у морозостойкого сорта всё время преобладает над таковым у неморозостойкого сорта. Такое явление может быть следствием сравнительно высокого уровня процессов дезаминирования аминокислот в побегах морозостойчивого сорта. Интересно отметить, что при $-24,6^{\circ}$ количество

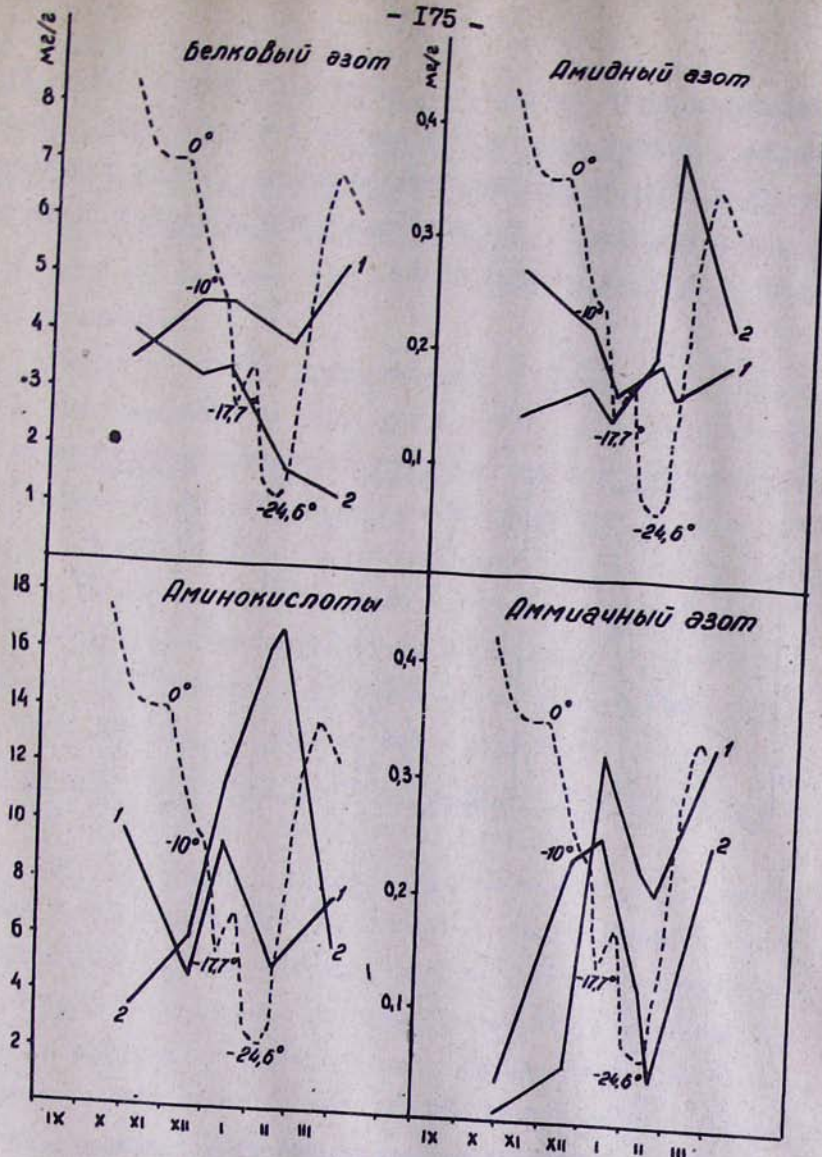


Рис. I Динамика белкового, амидного, аммиачного азота и аминокислот в побегах винограда

I - Русский Конкорд

2 - Спитак Араксени

аммиачного азота уменьшается, достигая минимума за зиму. Это наиболее заметно происходит у неморозостойкого сорта, сопровождаясь столь же сильным синтезом амидов. К весне количество азота возрастает, но опять-таки у морозостойкого сорта находится на более высоком уровне.

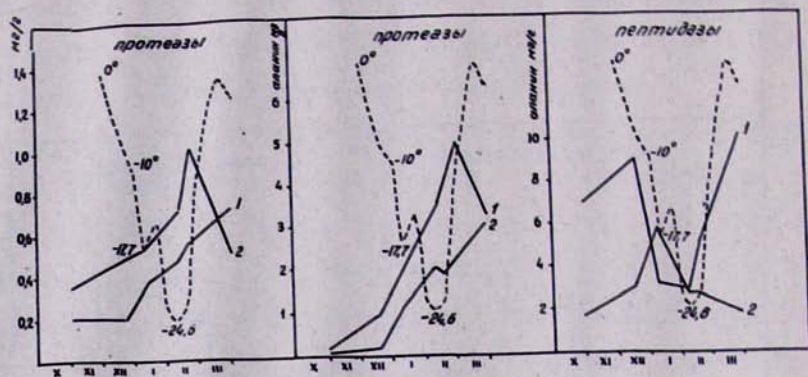


Рис.2. Динамика активности протеаз и пептидаз в побегах винограда

1 - Русский Конкорд
2 - Спитак Араксени

Активность протеаз /рис. 2/ определялась двумя способами:

1/ суммарная активность по нарастанию количества растворимого азота и 2/ по нарастанию аминокислот, как конечного продукта распада белков. В первом случае учитывались все первичные продукты распада белков порядка пептидов различной степени полимеризации. Экспозиция опытов составляла 48 часов с добавлением цистеина, субстратом служил очищенный кристаллический альбумин.

Выяснилось, что на протяжении всего осенне-зимнего периода в побегах винограда действует протеазы, активность которых по мере похолодания всё более увеличивается. У неморозостойкого сорта максимум активности протеаз приходится на более холодное время $-24,6^{\circ}$. У морозостойких сортов в период закаливания /ноябрь-декабрь/ активность протеаз незначительная. С похолоданием активность их, хотя и несколько повышается, однако всё время находится на более низком уровне, чем у неморозостойких сортов. Характерно, что в отличие от неморозостойких максимум активности протеаз у морозостойких сортов приходится на весну, т.е. к началу новой вегетации.

Кривые активности пептидаз /субстрат пептон/ у изученных сортов - противоположного характера. У неморозостойкого сорта за время до $-17,7^{\circ}$ активность ферментов постепенно возрастает. Дальнейшее, более сильное понижение температуры подавляет активность пептидаз, которые больше не активируются даже весной. У морозостойкого сорта активность пептидаз в период закаливания, по сравнению с неморозостойким сортом, очень высокая - в 3 раза. При первых же устойчивых отрицательных температурах активность пептидаз сильно угнетается, вследствие чего сорта меняются местами. В январе при $-17,7^{\circ}$ действие пептидаз в 2 раза силь-

нее у неморозостойкого сорта. К весне наблюдается сильный подъем активности пептидаз у морозостойкого сорта.

Следовательно, у морозостойких сортов пептидазы сравнительно интенсивнее действуют в период закалки, а у неморозостойкого сорта — при -18° . Под воздействием температуры ниже уровня предела выносливости европейских сортов действие пептидаз сильно ослабевает.

О взаимосвязи некоторых компонентов при -24° . В табл. 8 приведены данные, характеризующие состояние побегов при длительном воздействии -24° в феврале 1969 года. Такая температура была крайне опасной для клеток побегов неморозостойкого сорта Спитак Араксени и выносимой для морозостойкого сорта Русский Конкорд.

В побегах морозостойкого сорта, по сравнению с неморозостойким, прежде всего особый интерес представляют повышенное содержание аммиачного азота, органических кислот, макроэргических соединений — АТФ, АДФ, а также высокая активность окислительных ферментов. Как нам представляется, в данном случае они указывают на весьма важную роль процессов дезаминирования аминокислот и образования ди- и три-карбоновых кислот, которые, с одной стороны, могут включиться в трикарбоновый цикл Крепса и, с другой, вновь подвергнуться прямому аминированию. Высокая активность окислительных ферментов и повышенное содержание макроэргических соединений типа нуклеотидов свидетельствуют также о более эффективном использовании химической энергии со стороны морозостойкого сорта.

В заключение заметим, что поведение любого биохимического показателя, в том числе и азотистых соединений, необходимо

Таблица 8

Взаимосвязь азотистых веществ, органических кислот, нуклеотидов и ферментов в побегах ви-нограда при воздействии -24° в феврале 1969 г.

№ пп	Показатели	Русский Конкорд	Спитак Араксени
1.	Общий азот мг/г	6,28	5,64
2.	Белковый азот мг/г	3,72	1,67
3.	Небелковый азот мг/г	2,56	3,97
4.	Амидный азот мг/г	0,16	0,37
5.	Аммиачный азот мг/г	0,20	0,04
6.	Сумма свободных аминокислот мг/г	4,6	16,8
7.	Отношение белкового азота к небелковому	1,45	0,42
8.	Общее количество органических кислот мг/г	35,65	27,50
9.	Ди- и три-карбоновые кислоты мг/г	18,45	8,17
10.	Винная кислота мг/г	13,35	7,91
11.	Лимонная кислота мг/г	2,80	следы
12.	АТФ мкг/г	5,60	4,16
13.	АДФ мкг/г	5,03	3,22
14.	АМФ мкг/г	1,86	1,40
15.	Сумма нуклеотидов мкг/г	12,49	8,78
<u>Активность ферментов</u>			
16.	Протеазы /мг % азота за 48 часов/	55,86	98,96
17.	Амилазы /мг/г глюкозы за 48 часов на 1 г навески/	67,0	44,4
18.	Каталазы /мл $0,1N H_2 O_2$ за 6 минут 1 г навески/	20,8	6,9
19.	Пероксидазы /мг/г пурпурогаллина за 10 мин/	6,25	0,92
20.	Полифенолоксидазы /мг/г пурпурогаллина за 10 минут/	1,50	2,00

рассматривать конкретно, исходя из уровня, скорости и характера воздействия отрицательных температур, с учётом физиологического состояния и степени закалённости растений. Многолетние среднемесячные показатели, как это приведено у некоторых авторов, искажают и не отражают истинной картины особенностей метаболизма растений в зависимости от степени морозостойкости сорта. Это объясняется различной глубиной и ходом превращения веществ в зависимости от конкретных метеорологических условий года. На основе наших многолетних исследований можем сделать следующие выводы:

1. В годы с хорошей закалкой побегов падение температуры до -18° растения встречают сравнительно более высокой устойчивостью белкового комплекса разрушающему действию морозов. Однако относительная стабильность белкового азота ещё не доказывает отсутствия глубоких взаимопревращений между белковыми фракциями, ибо постоянство их обновления даже в критические морозы — залог выживания организма. Для каждого сорта относительная стабильность белкового азота имеет определённые пределы.

2. методами бумажной хроматографии и электрофореза выявлены пределы варьирования ведущих связанных аминокислот в побегах винограда за осенне-зимние месяцы. В количественном отношении они распределяются следующим образом: глутаминовая, аланин, лейцины — 40–140 мг %; валин, метионин — 30–80 мг %; аспарагиновая — 15–35 мг %; пролин — 10–20 мг %. В побегах морозостойких сортов процесс полимеризации аминокислот в период закалики выражен сильнее, а процесс деполимеризации от зимних морозов, напротив, слабее, чем это имеет место у непо-

морозостойких сортов.

3. По мере снижения температуры за осенне-зимние месяцы усиливается действие ферментов, расщепляющих белки. За время всей зимовки активность протеаз в побегах морозостойких сортов слабее, чем у неморозостойких. Яркое различие между сортами по активности этих ферментов выявляется при воздействии -24° .

4. В период закаливания активность пептидаз в побегах морозостойких сортов значительно выше, чем у неморозостойких. Понижение температуры от -10° до -18° сильно подавляет действие пептидаз у морозостойких сортов и, напротив, усиливает у неморозостойких.

5. Совокупность данных азотистого обмена с высоким уровнем макроэргических соединений и оксидоредуктаз указывает на более эффективное использование химической энергии у морозостойких растений в период осенне-зимнего покоя.

ЛИТЕРАТУРА

Курсанов А.Л.

Сб. работ по физиологии растений
памяти К.А.Тимирязева.Изд.АН СССР,
19,1941.

Белозерский А.Н.,
Проскурякова Н.И.

Практическое руководство по биохимии растений, 1951.

Леоимов В.И.,
Львов Н.П.,
Кириштейн В.Э.
Асатиани В.С.

Прикладная биохимия и микробиология, т. 4, вып.1, 1968.

Новые методы биохимической фотометрии, изд.Наука, М., 1965.

Специальный практикум по биохимии и физиологии растений.Изд.
Томского университета, 1966.

Сборник методик по физиолого-биохимическим исследованиям в виноградарстве, М., 1967.

Кондо И.Н.,
Пудрикова Л.П.

Труды Молд.НИИ садов., виноград.,
винод., т.15, 1969.

Марутян С.А.

Докл. АН Арм ССР, т.51, № 1, 1970.

Зайцева М.Г.,
Саденко Д.М.,
Позднякова В.А.

Физиология растений, т.9, вып.1,
1962.

Авунджян Э.С.

Известия с/х науки, № 11, 1962,
Ереван.

Хлебникова И.А.

Труды Ин-та физиол.растений им.Т.И.
мирязева, т.1, вып.2, 1937.

Кретович В.Л.

Известия АН СССР, сер.биол., 2, 1960.

Марутян С.А.

Биологический журнал Армении, т.19,
№ 6, 1966.

Марутян С.А.

Докл.АН Арм.СССР, т.52, №2, 1971.

Ս.Ա.Մարության

ԱՃՈՏԱՅԻՆ ՆՅՈՒՓԱԹՈՒՄԱՆ ԱՎՈՒՓՅԱՆ ԿԱՊԸ ԽԱՂՈՂԻ

ՅՐՏԱԳԻՄԱՅԱՌՈՒՄՈՒՓՅԱՆ ՀԵՏ

/Ամփոփում/

Մի շարք տարիների ընթացքում ուսումնասիրվել են ընդհանուր, սպիտակուցային, ոչ սպիտակուցային ամիդային, ամոնիակային ազոտի, ազատ և կապված ամինոթթուկների, օրգանական թթուները, մակրոէրզիկ միացությունների և Ֆերմենտների ակտիվության փոփոխությունները խաղողի մառերում աշնան և ծմռան ամիսներին, տարբեր ցրտադիմացկունություն ունեցող սորտերի մոտ:

Հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ ուսումնասիրված բիոքեմիական պրոցեսները որոշակիորեն արտահայտում են բույսի կոփման վիճակը և սորտի ցրտադիմացկունությունը հատկությունը: Մեր կողմից կատարված 20 բիոքեմիական որոշումներից 15-ը, ինչպես է են՝ ընդհանուր սպիտակուցային և ամոնիակային ազոտի, օրգանական թթուները, մակրոէրզիկ միացությունները և օքսիդոհեպտակտազ ֆերմենտներից կատալազ և պերօքսիդազ ակտիվությանը ցրտադիմացկուն սորտի մոտ, ոչ ցրտադիմացկունի համեմատությամբ, տվեցին ավելի բարձր ցուցանիշներ: Ցածր ավյալներ ստացվեցին ամինոթթուկների և ամիդների պարունակությամբ: Ստացված արդյունքները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ բացասական կրիտիկական ջերմաստիճանների ազդեցության ժամանակ ցրտադիմացկուն սորտերի մոտ, սպիտակուցների հիդրոլիզի և սինթեզի պրոցեսների հավասարակշռվածությունը պահպանելու բարձր ունակության հետ միասին, տեղի է ունենում ամինոթթուկների դեզամինացման պրոցեսի ակտիվացում, որի շնորհիվ նրանք մասնակցում են օրգանական թթուների տրիկարբոնատային ցիկլին: Այն արտահայտվում

է ամոնիակային ազոտի և օրգանական թթուների զգալի գերակշռու-
թյամբ ցրտադիմացկուն սորտի մոտ: Մակրոէրզիկ միացութիւնների
և օքսիդացնող ֆերմենտների ըարժր ակտիվութիւնն այս բոլորի հետ
միասին վկայում են ցրտադիմացկուն սորտերի մոտ քիմիական էներ-
գիայի ավելի արդյունավետ օգտագործման, ինչպես նաև քիմիական
բույսերի ավելի ակտիվ մասնակցութեան մասին բույսերի ընդհա-
նային փոփոխութիւնը: