

Р. Г. Саакян

О биохимических особенностях морозостойкости виноградной лозы

Задачей настоящей работы является изучение особенностей действия окислительно-восстановительных ферментов и углеводного обмена виноградной лозы в связи с ее морозостойкостью.

Объектами исследования служили сравнительно морозостойкие мичуринские и слабоморозостойкие местные сорта винограда.

Исследованию подверглись листья и побеги виноградной лозы.

Содержание различных форм углеводов и активность ферментов в побегах лозы определялись в период вегетации и осенне-зимнего покоя. В период вегетации анализ побегов производился в процессе их одревеснения в следующие сроки: зеленые побеги в июне месяце, непосредственно перед началом одревеснения (при проявлении первых признаков коричневой полоски у основания побегов), в начале одревеснения (анализу подверглись одревесневшие части побегов до 10—15 см от основания) и в сентябре месяце, когда большая часть побега одревесневшая.

В период осенне-зимнего покоя анализ побегов производился почти ежемесячно с обязательным охватом периода самой низкой температуры.

По схеме фракционированного разделения углеводов [1] определялись: сумма воднорастворимых сахаров, сумма моносахаридов, сахароза после 6-минутного гидролиза 2% HCl при 67—70°C. В остатке, освобожденном от воднорастворимых сахаров, определялось количество крахмала комбинированным методом — действием фермента диастазы и

кислотным гидролизом 2% HCl , а также количество гемицеллюлоз 3 часовым гидролизом 2% HCl .

Все анализы сопровождались контрольными определениями. Результаты анализов углеводов выражались в процентах на сухое вещество, в пересчете на глюкозу.

Изучение активности ферментов в листьях в период вегетации проводилось на различных этапах развития виноградной лозы, а именно: в период цветения, в период формирования ягод (примерно 15—20 дней после оплодотворения цветков), в начале созревания ягод, в период физиологической зрелости ягод и в конце вегетационного периода.

Из группы окислительно-восстановительных ферментов в листьях и побегах определялась активность пероксидазы и дегидраз. Определение активности пероксидазы нами производилось в ацетоновом препарате листа по методу Вильштеттера и выражалась в мг пурпурогаллина, образовавшегося за 10 минут, в пересчете на 1 г ацетонового препарата листа. Количественный учет пурпурогаллина производился фотометрированием.

Суммарное определение активности ферментов дегидраз производилось нами в ацетоновом препарате листа по методу Тунберга [см. 3] в вакуумных трубках, с обязательным внесением в них кипяченного дрожжевого сока.

Активность дегидраз выражена в минутах без пересчета на единицу веса. Все опыты проводились при $\text{pH}=8,0$.

Активность пероксидазы в листьях и побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда

В ряде исследований, проведенных на различных культурах, удалось показать существование тесной связи активности окислительных ферментов растений с его некоторыми физиологическими свойствами [9, 7, 11].

Для суждения о тех различиях, которые имеются в активности пероксидазы у сортов винограда с различной степенью морозостойкости, мы провели определение указанного фермента как в период вегетации лозы, так и в период ее осенне-зимнего покоя.

Как видно из рис. 1, у большинства сортов в период формирования ягод наблюдается повышение активности пероксидазы. Этот период характеризуется бурным ростом ягод интенсивным оттоком пластических веществ из листьев. По данным Н. М. Сисакяна, И. А. Егорова и Б. Л. Африкяна [8] в пластинках виноградных листьев наиболее интенсивное дыхание обнаружено в период формирования ягод.

В начале созревания ягод происходит снижение активности фермента, которая вновь повышается при их физиологической зрелости.

В конце вегетации, после сбора урожая, активность пероксидазы нами определялась дважды: до и после снижения температуры воздуха.

Активирование в деятельности пероксидазы в конце вегетации наблюдается в связи с понижением температуры воздуха.

Повышение активности фермента в листьях винограда при резком снижении температуры воздуха, а также при перемещении виноградной лозы в высокогорные районы с суровым климатом, наблюдалось нами [6] и в исследованиях предыдущих лет.

Повышение активности пероксидазы при значительном снижении температуры воздуха, в литературе, рассматривается как один из наиболее действенных путей приспособления растений к неблагоприятным внешним условиям.

Вместе с тем, из рис. 1 видно, что в течение всего вегетационного периода ферментативная активность у морозостойких и неморозостойких растений не одинакова. Активность пероксидазы в листьях морозостойких сортов по сравнению с неморозостойкими — высокая.

Следует отметить, что эта разница носит не случайный характер. Из группы неморозостойких сортов только сорт Сев Сатени своей активностью отличается от остальных сортов этой группы и приближается к минимальным показателям этого же фермента морозостойких сортов. Остальные же неморозостойкие сорта обладают значительно низкой ферментативной активностью по сравнению с моро-

Активность пероксидазы в листьях
(вегетация 1953 г.)

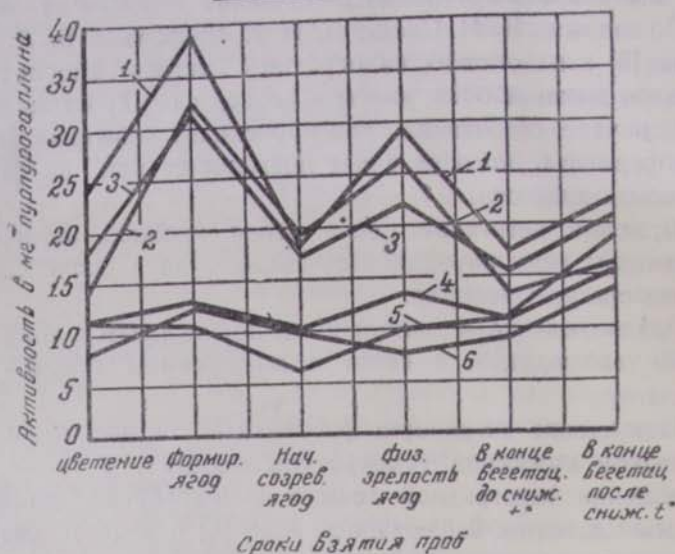


Рис. 1.

морозостойкими сортами. Однако это различие, более резко выраженное в начале вегетационного периода, в конце вегетации становится менее отчетливым. Но все же, высокий уровень активности у морозостойких сортов сохраняется и в этот период.

Таким образом, на основании полученных данных можно прийти к заключению, что на протяжении всей вегетации морозостойкие сорта винограда явно отличаются от неморозостойких повышенной активностью пероксидазы листьев.

Активность пероксидазы в период вегетации нами определялась также в побегах виноградной лозы в процессе их одревеснения.

Результаты анализов (табл. 1) показывают, что активность пероксидазы в побегах по мере их одревеснения подвергается изменениям. В основном, с одревеснением побегов активность фермента падает.

Таблица 1

Активность пероксидазы в побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации 1953 г.

(в мг пурпурогаллина за 10 минут на 1 г ацетонового препарата)

Сорта винограда	Зеленые побеги (июнь)	Перед одревеснением (июль)	Начало одревес. (август)	Полное одревесн. (сентяб.)
Морозостойкие				
Северный Белый	17,5	12,4	9,7	9,7

Условные обозначения к рисункам

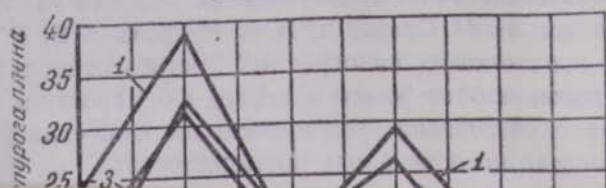
Рис. 1: 1—Мичурин 135, 2—Металлический, 3—Русский Конкорд, 4—Сев Сатени, 5—Спитак Сатени, 6—Спитак Араксени.

Рис. 2: 1—Русский Конкорд, 2—Северный белый, 3—Спитак Сатени, 4—Спитак Араксени.

Рис. 3: 1—Северный белый, 2—Русский Конкорд, 3—Спитак Сатени, 4—Спитак Араксени.

Интересные данные получены при определении активности пероксидазы побегов в период осенне-зимнего покоя. Как видно из рис. 2, активность пероксидазы в побегах лозы в период осенне-зимнего покоя, по мере снижения температуры воздуха, повышается и достигает своего максимума при самых низких температурах в январе и феврале месяцах. Это наглядно выражено у морозостойкого сорта Северный Белый, активность которого в январе и феврале по сравнению с октябрём повышается примерно в два раза. С повышением температуры воздуха наблюдается обратное явление: активность пероксидазы у всех растений падает. Возможно, что и в данном случае перестройкой ферментатив-

Активность пероксидазы в листьях
(вегетация 1953г.)



период.

Таким образом, на основании полученных данных можно прийти к заключению, что на протяжении всей вегетации морозостойкие сорта винограда явно отличаются от неморозостойких повышенной активностью пероксидазы листьев.

Активность пероксидазы в период вегетации нами определялась также в побегах виноградной лозы в процессе их одревеснения.

Результаты анализов (табл. 1) показывают, что активность пероксидазы в побегах по мере их одревеснения подвергается изменениям. В основном, с одревеснением побегов активность фермента падает.

Таблица 1

Активность пероксидазы в побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации 1953 г.
(в мг пурпурогаллина за 10 минут на 1 г ацетонового препарата)

Сорта винограда	Зеленые побеги (июнь)	Перед одревеснением (июль)	Начало одревес. (август)	Полное одревесн. (сентяб.)
Морозостойкие				
Северный Белый	17,5	12,4	9,7	9,7
Русский Конкорд	15,2	11,5	8,7	8,7
Металлический	17,4	12,4	—	7,4
Амурский	10,8	8,9	3,5	8,7
Неморозостойкие				
Спитак Сатени	8,8	7,4	2,1	3,8
Спитак Араксени	8,7	6,0	2,1	5,3

При полном одревеснении побегов обнаруживается более низкая ферментативная активность по сравнению с зелеными побегами.

При сравнении активности пероксидазы морозостойких и неморозостойких сортов, намечается связь активности фермента со степенью морозостойкости лозы. У морозостойких сортов в побегах мы обнаруживаем сравнительно высокую активность пероксидазы.

Интересные данные получены при определении активности пероксидазы побегов в период осенне-зимнего покоя. Как видно из рис. 2, активность пероксидазы в побегах лозы в период осенне-зимнего покоя, по мере снижения температуры воздуха, повышается и достигает своего максимума при самых низких температурах в январе и феврале месяцах. Это наглядно выражено у морозостойкого сорта Северный Белый, активность которого в январе и феврале по сравнению с октябрём повышается примерно в два раза. С повышением температуры воздуха наблюдается обратное явление: активность пероксидазы у всех растений падает. Возможно, что и в данном случае перестройкой ферментатив-

ного аппарата растение приспосабливается к зимним неблагоприятным условиям.

При сравнении показателей активности пероксидазы листьев и побегов виноградной лозы ферментативная активность оказывается более высокой в листьях. Это обусловлено, очевидно, тем, что биохимические реакции в листьях протекают более интенсивно, чем в побегах и в других органах лозы.

Активность дегидраз в листьях и побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда

С целью установления связи между активностью ферментов группы дегидраз со степенью морозостойкости виноградной лозы нами проводилось определение активности дегидраз в листьях и побегах морозостойких и неморозостойких сортов (табл. 2).

Таблица 2

Активность дегидраз в листьях морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации 1953 г.
(в минутах на 0,5 г ацетонового препарата при pH=8,0)

Сорта винограда	Сроки взятия проб листьев				
	период цветения	период формир. ягод	начало созрев. ягод	физиол. зрелость ягод	в конце вегетации
Морозостойкие					
Сеянец Маленгра . . .	20	20	15	10	10
Черный сладкий . . .	20	20	15	5	10
Северный Белый . . .	20	20	6	13	12
Металлический . . .	20	20	5	8	10
Русский Конкорд . . .	—	20	5	8	12
Мичурина 135 . . .	15	15	15	5	10
Неморозостойкие					
Спитак Араксени . . .	50	25	17	8	10
Спитак Сатени . . .	—	20	25	7	10
Сев Сатени . . .	20	25	3	8	10
Армения . . .	—	20	20	10	10

Активность пероксидазы в побегах
в период осенне-зимнего покоя

(1952-53г.)

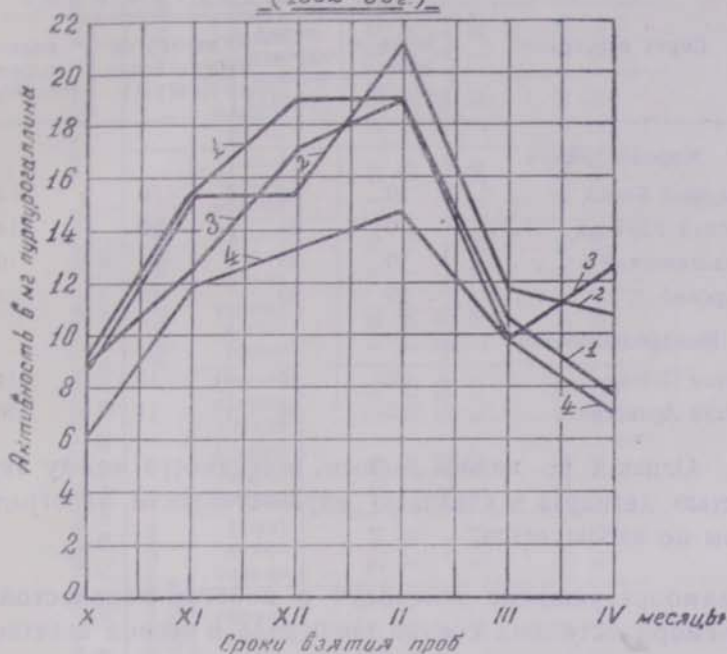


Рис. 2.

Из данных табл. 2 видно, что активность дегидраз в листьях в ходе развития виноградной лозы подвергается изменениям. В большинстве случаев повышение активности фермента в листьях отмечается при физиологической зрелости ягод или в конце вегетационного периода, а в некоторых случаях и в начале созревания ягод.

Изменения активности дегидраз в побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда показывают (табл. 3), что сравнительно активные дегидразные системы в них за некоторыми исключениями обнаруживаются при полном одревеснении побегов — в сентябре.

Таблица 3

Активность дегидраз в побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации 193 г.
(в минутах на 0,5 г ацетонового препарата при pH=8,0)

Сорта винограда	Сроки взятия проб			
	зеленые побеги (июнь)	перед одревеснением (июль)	начало одревеснения (август)	полное одрев. (сентябрь)
Морозостойкие				
Северный Белый	20	25	20	14
Русский Коркорд	20	25	20	14
Металлический	20	25	—	10
Амурский	25	20	25	13
Неморозостойкие				
Спитак Сатени	25	40	15	14
Спитак Араксени	25	40	11	20

Однако, по нашим данным, зависимости между активностью дегидраз и степенью морозостойкости виноградной лозы не наблюдается.

Взаимопревращение углеводов в побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации

Углеводам, как защитным веществам, придается большое значение при изучении морозостойкости растений. Однако исследования в этом направлении проведены в основном в зимний период, когда растение непосредственно подвергается действиям низких температур [4]. Между тем, известно, что зимовке многолетних растений предшествует их своеобразная подготовка. Поэтому, естественно было ожидать, что свойство приспособляемости к суровым зимним условиям может вырабатываться в растении до наступления зимы, в период вегетации, когда биохимические реакции в организме протекают наиболее интенсивно.

Результаты анализов показывают (табл. 4 и 5), что в период вегетации в побегах между воднорастворимой фракцией углеводов и крахмалом существует определенная, чет-

Таблица 4

Содержание сахаров в побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации в 1953 г. (в проц. на сухое вещество)

Сорта винограда	Сумма моносахаридов и сахарозы					Моносахариды					Сахарозы					
	зелен. (июнь)	перел. орев. (июль)	начало орев. (авг.)	полное орев. (сент.)	зелен. побеги (июль)	перел. орев. (июль)	начало орев. (авг.)	полное орев. (сент.)	зелен. побеги (июль)	перел. орев. (июль)	начало орев. (авг.)	полное орев. (сент.)	зелен. побеги (июль)	перел. орев. (июль)	начало орев. (авг.)	полное орев. (сент.)
Морозостойкие																
Северный Белый	7,81	3,41	2,44	2,91	5,14	1,99	0,70	1,01	2,67	1,42	1,74	0,92	2,67	1,42	1,74	0,92
Русский Конкорд	4,35	3,94	3,21	3,82	2,19	1,96	1,15	1,26	2,26	1,98	2,05	2,56	2,26	1,98	2,05	2,56
Металлический	6,00	5,07	—	2,02	3,03	2,36	—	0,67	2,97	2,71	—	1,35	2,97	2,71	—	1,35
Амурский	6,35	3,88	2,23	1,30	4,12	2,05	0,88	1,39	2,23	1,83	1,35	0,92	2,23	1,83	1,35	0,92
Неморозостойкие																
Спитак Сатени	9,02	4,39	5,05	3,30	6,33	2,21	2,43	0,80	2,69	2,18	2,62	2,50	2,69	2,18	2,62	2,50
Спитак Араксени	8,20	6,44	3,75	4,38	6,19	3,80	1,44	1,84	2,01	2,64	2,31	2,54	2,01	2,64	2,31	2,54

ко выраженная зависимость. Снижение суммы воднорастворимых сахаров в побегах сопровождается нарастанием количества крахмала.

В ранних фазах развития виноградной лозы, в период ее повышенной жизнедеятельности (июнь), сумма воднорастворимых сахаров в побегах значительно превалирует над количеством крахмала. В зеленых побегах содержится сахаров от 4,35 до 9,0%, в то время, как содержание крахмала не превышает 4,67%, за исключением сорта Северный Белый, у которого оно доходит до 6,16%. В дальнейшем, по мере роста и одревеснения побегов, соотношение сахаров и крахмала меняется—происходит значительное снижение суммы воднорастворимых сахаров. При полном одревеснении в течение сентября месяца в побегах содержится примерно вдвое и втрое меньше сахаров, чем в зеленых побегах. Снижение суммы воднорастворимых сахаров происходит главным образом за счет уменьшения моносахаридов, которые до начала одревеснения являются преобладающей формой в этой сумме. Количество их превышает количество сахарозы примерно в 2—3 раза.

Количество моносахаридов при полном одревеснении примерно в 3—4 раза меньше, чем в зеленых побегах.

По нашим данным, в процессе одревеснения побегов количество сахарозы подвергается сравнительно малым изменениям. Перед одревеснением количество сахарозы несколько уменьшается по сравнению с ее количеством в зеленых побегах, однако, в дальнейшем изменяется лишь незначительно, это особенно имеет место у неморозостойких сортов, процентное содержание сахарозы у которых варьируют в пределах 2—2,5 процента на протяжении всей вегетации.

Таким образом, процесс одревеснения побегов сопровождается уменьшением в них воднорастворимых сахаров, в частности, моносахаридов.

Содержание крахмала в побегах по мере одревеснения в основном увеличивается. В отдельных случаях в начале одревеснения наблюдается некоторое снижение крахмала, как, например, у сортов Северный Белый, Русский Конкорд.

Таблица 5

Содержание полисахаридов в побегах морозостойких и неморозостойких сортов в период вегетации 1953 г. (в процентах на сухое вещество)

Сорта винограда	К р а х м а л				Г е м и ц е л л о з ы			
	зеленые побеги (июнь)	перед од- ресне- нием (июль)	начало од- ресне- (август)	полное од- ресне- (сентябрь)	зеленые побеги (июнь)	перед од- ресне- (июль)	начало од- ресне- (август)	полное од- ресне- (сентябрь)
Морозостойкие								
Северный Белый	6,16	8,65	4,86	7,88	11,96	15,15	18,19	14,43
Русский Конкорд	4,02	7,33	4,74	8,33	11,76	13,55	12,04	12,53
Металлический	4,67	5,93	—	9,29	12,44	12,28	—	10,70
Амурский	4,21	6,00	5,75	8,19	12,85	14,68	14,47	14,27
Неморозостойкие								
Спитак Сэтени	3,74	2,00	5,40	6,01	9,50	12,72	12,77	11,26
Спитак Аржисени	3,32	1,55	5,84	6,37	7,71	11,78	13,43	13,18

Однако, при полном одревеснении, в течение сентября у всех сортов количество крахмала в побегах увеличивается и достигает до 9,92 % — примерно вдвое больше, чем в зеленых побегах. В одревесневших побегах количество крахмала превалирует над суммой воднорастворимых сахаров.

Таким образом, одревесневшие побеги характеризуются сравнительно высоким содержанием крахмала и меньшей суммой воднорастворимых сахаров.

В период вегетации в побегах, помимо моносахаридов, сахарозы и крахмала, нами определялось также количество гемицеллюлоз. По мере одревеснения побегов содержание гемицеллюлоз возрастает (за исключением сорта Металлический). При полном одревеснении побегов наблюдается некоторое снижение количества гемицеллюлоз, что связано, повидимому, с их переходом в более высокомолекулярные соединения.

Следует отметить, что количество гемицеллюлоз значительно превосходит содержание крахмала в побегах.

В наших исследованиях выявлены некоторые особенности в углеводном обмене побегов в связи со степенью морозостойкости лозы. В течение почти всего вегетационного периода морозостойкие сорта (за некоторыми исключениями) отличаются от неморозостойких содержанием сравнительно больших количеств высокомолекулярных углеводов — крахмала и гемицеллюлоз.

В связи с этим морозостойкие сорта от неморозостойких отличаются также более высокой величиной соотноше-

ний $\frac{\text{крахмал}}{\text{сумма сахаров}}$ и $\frac{\text{гемицеллюлозы}}{\text{сумма сахаров}}$ (см. табл. 6).

У морозостойких сортов величины указанных соотношений в 2—3 раза больше, чем у неморозостойких сортов.

Об интенсивности совершающихся в организме биохимических процессов можно иметь суждение не только непосредственно измеряя скорость биохимических реакций, но и изучая характер превращения веществ в процессе развития организма.

Полученные нами данные показывают, что у морозо-

Таблица 6

Соотношение простых и сложных углеводов в побегах морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации 1953 г.

Сорта винограда	К р е м а з						Гемисахарозы			
	зеленые побеги (нонь)	перед одревес. (нонь)	начало одревес. (август)	позднее одревес. (сентябрь)	зелен. побеги (нонь)	перед одревес. (нонь)	начало одревес. (август)	позднее одревес. (сентябрь)	зелен. побеги (нонь)	перед одревес. (нонь)
Морозостойкие										
Северный Белый	0,6	1,9	1,4	2,5	1,4	3,7	6,2	4,8	1,4	3,7
Русский Конкорд	0,6	1,8	1,0	4,1	2,1	3,4	3,0	4,5	2,1	3,4
Металлический	0,7	1,0	—	2,6	2,0	2,4	—	3,0	2,0	2,4
Амурский	0,5	1,2	1,9	3,1	2,0	3,7	5,5	6,1	2,0	3,7
Неморозостойкие										
Спитак Ситени	0,3	0,4	1,0	1,7	1,0	2,6	2,5	3,3	1,0	2,6
Спитак Араксени	0,3	0,2	1,0	1,2	0,8	1,6	2,8	3,0	0,8	1,6

стойких сортов имеет место преобладание синтетических реакций над гидролитическими.

В процессе одревеснения в побегах определялось также количество сухого вещества.

Как видно из данных табл. 7, количество сухого вещества в побегах по мере их одревеснения возрастает.

В одревесневших побегах, по сравнению с зелеными побегами, сухого вещества содержится в 1,5—2 раза больше.

Вместе с тем, количество их в побегах у сортов различной степени морозостойкости неодинаково. Во все исследованные нами периоды у морозостойких сортов содержится сравнительно больше сухого вещества, чем у неморозостойких.

Таблица 7

Сухое вещество (в проц.) однолетних побегов морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации 1953 г.

Сорта винограда	Зеленые побеги	Перед одревеснением	Начало одревеснения	Полное одревеснение
Морозостойкие				
Северный белый	29,8	36,8	47,2	54,4
Русский Конкорд	30,0	31,0	45,8	45,6
Металлический	37,2	40,5	—	54,6
Амурский	31,8	—	40,3	50,3
Неморозостойкие				
Спитак Сатени	21,5	29,6	31,0	42,0
Спитак Араксени	23,0	28,5	40,16	46,4

Таким образом, морозостойкие сорта характеризуются высоким содержанием крахмала, гемицеллюлоз и сухого вещества. Как было установлено нами, они отличились также и повышенной активностью пероксидазы.

Существование различий в активности пероксидазы и в углеводном обмене морозостойких и неморозостойких сортов винограда в период вегетации позволяет предполагать, что способность приспосабливаться к суровым зимним

условиям в растении вырабатывается до наступления зимы в период интенсивного развития растения, когда под влиянием внешней среды складывается тот или иной тип обмена веществ, свойственный данному организму.

Превращение углеводов в период осенне-зимнего покоя

Известно, что запасные вещества растений, в особенности углеводы, в период осенне-зимнего покоя под влиянием низких температур подвергаются обратным ферментативным превращениям.

Результаты анализов представлены в таблицах 8 и 9. Как видно из данных таблиц, с понижением температуры воздуха (ниже 0°) в побегах уменьшается количество крахмала, за счет которого увеличивается содержание воднорастворимых сахаров—моносахаридов и сахарозы.

Превращение крахмала в воднорастворимые сахара у многолетних растений при низких температурах представляет весьма распространенное явление и рассматривается как защитное средство, предохраняющее растение от вымерзания [5, 10].

По нашим данным, изменение в содержании отдельных форм углеводов наблюдается лишь в связи с значительным снижением температуры воздуха. Уже в ноябре происходит некоторое повышение количества моносахаридов и сахарозы, а в соответствии с этим — и суммы воднорастворимых сахаров (рис. 3). Однако наибольшее содержание в побегах указанных форм сахаров наблюдается в период наименьшей температуры на оголенной поверхности почвы (декабрь и февраль от $-12,1^{\circ}$ до $-15,8^{\circ}$). В этот период количество моносахаридов и сахарозы наибольшее, т. е. повышено в 3—4 раза, а сумма воднорастворимых сахаров с 3—4 процента достигает до 10—15%.

Количество крахмала подвергается обратным изменениям. С понижением температуры наблюдается уменьшение содержания крахмала в побегах. В наших опытах температурный минимум воздуха (февраль $-15,8^{\circ}$) совпадает с крах-

Превращение сахаров в однолетних побегах лоз морозостойких и
1952--1953 гг. (в процен-

Сорта винограда	Сумма воднорастворимых сахаров					
	октябрь перед за- копкой	ноябрь	декабрь	февраль	март, пос- ле откопки	апрель
Морозостойкие						
Русский Конкорд	4,16	6,20	11,63	12,32	5,46	2,40
Северный Белый	3,08	7,00	11,12	10,64	5,36	2,07
Амурский	2,24	5,10	10,66	15,63	6,63	1,68
Металлический	3,40	6,62	—	—	—	—
Неморозостойкие						
Спитак Сатени	3,76	7,01	11,18	10,62	8,90	2,54
Спитак Араксени	3,66	7,25	11,56	10,00	7,12	2,90

мальным минимумом (2,5%) и с максимальным содержанием воднорастворимых сахаров.

Таким образом, под влиянием неблагоприятных условий внешней среды в растении происходят соответствующие изменения: запасные формы углеводов превращаются в растворимые, легко мобилизуемые растением формы сахаров. По мере прохождения зимнего периода, с повышением температуры воздуха, происходит обратное явление — сумма воднорастворимых сахаров в побегах уменьшается. В апреле, после распускания почек, в побегах обнаруживается примерно столько сахарозы, сколько было перед закопкой в октябре (1,5—2,5%). К весне количество моносахаридов по сравнению с сахарозой уменьшается очень сильно, в результате чего в апреле у всех исследованных нами сортов сахарозы в побегах содержится в 3—5 раза больше, чем моносахаридов. Количество моносахаридов в побегах в этот период незначительно — едва достигает 0,47%.

Такое снижение моносахаридов, повидимому, можно объяснить тем, что помимо расходования на процесс дыхания, который к весне усиливается, моносахариды расходу-

Таблица 8

неморозостойких сортов винограда в период осенне-зимнего покоя
тах на сухое вещество)

Моносахариды						Сахароза					
октб., перед закоп.	ноябрь	декабрь	февраль	март, после откопки	апрель	октябрь, перед закопкой	ноябрь	декабрь	февраль	март, после откопки	апрель
1,32	3,00	5,52	6,62	2,55	0,16	2,84	3,20	6,11	5,70	2,90	2,04
0,94	3,89	5,41	5,19	2,55	0,47	2,14	3,11	5,71	5,45	2,80	1,60
0,64	3,21	6,30	5,74	2,98	—	1,60	2,69	4,36	4,89	3,65	1,68
1,24	2,91	—	—	—	—	2,16	3,71	—	—	—	—
1,42	3,14	5,88	5,11	3,95	0,15	2,34	3,87	5,30	5,51	4,95	2,39
1,55	3,82	6,74	5,00	3,99	0,31	2,11	3,43	4,82	5,00	3,13	2,59

ются и на ростовые процессы. Уменьшение воднорастворимых сахаров в побегах (март — апрель) сопровождается нарастанием количества крахмала. Ресинтез крахмала в марте связан с переходом виноградной лозы от периода покоя к вегетации. Из данных таблицы 9 видно, что количество гемицеллюлоз в период осенне-зимнего покоя лозы также подвергается существенным изменениям. С понижением температуры воздуха количество их значительно уменьшается, примерно на 3—6% в ноябре, затем, при более низких температурах (декабрь — февраль), становится еще меньше.

Как видно из рис. 4, кривые, изображающие изменение содержания крахмала и гемицеллюлоз у сорта Русский Конкорд проходят почти параллельно.

Эти данные свидетельствуют об одинаковом поведении изменения крахмала и гемицеллюлоз виноградной лозы и дают основание предполагать, что гемицеллюлозы помимо выполнения функции скелетных веществ, наряду с крахмалом, являются также запасной формой углевода виноградной лозы, и принимают участие в ее углеводном обмене [1].

Таблица 9

Преобразование полисахаридов в побегах в период осенне-зимнего покоя 1952—1953 гг.
(в проц. на сухое вещество)

(в пром. на сухое вещество)												
Сорта винограда	К р а х м а л						Г е м н и щ е л ю д о з ы					
	октябрь, перед закоп.	ноябрь	декабрь	февраль	март, после откоп.	апрель	октябрь, перед закоп.	ноябрь	декабрь	февраль	март, после откоп.	апрель
Морозостойкие												
Русский Конкорд	10,16	8,11	5,78	4,73	8,88	8101	17,60	14,28	14,59	13,13	15,61	14,60
Северный Белый	6,46	4,97	3,87	2,51	5,16	6178	20,23	14,62	12,57	16,32	17,70	—
Амурский	8,95	5,53	5,39	3,43	5,13	7176	19,45	15,73	10,23	13,71	14,93	15,38
Металлический	9,80	7,94	—	—	—	—	19,82	16,55	—	—	—	—
Неморозостойкие												
Спитак Сатени	9,90	7,71	4,98	5,03	7,48	9,63	16,15	13,84	12,82	10,11	14,80	14,10
Спитак Араксени	10,93	9,74	6,16	4,96	9,17	12,40	17,49	14,37	11,54	11,90	15,45	15,22

Изменение суммы воднорастворимых сахаров в побегах в период осенне-зимнего покоя (1952-53 г.)

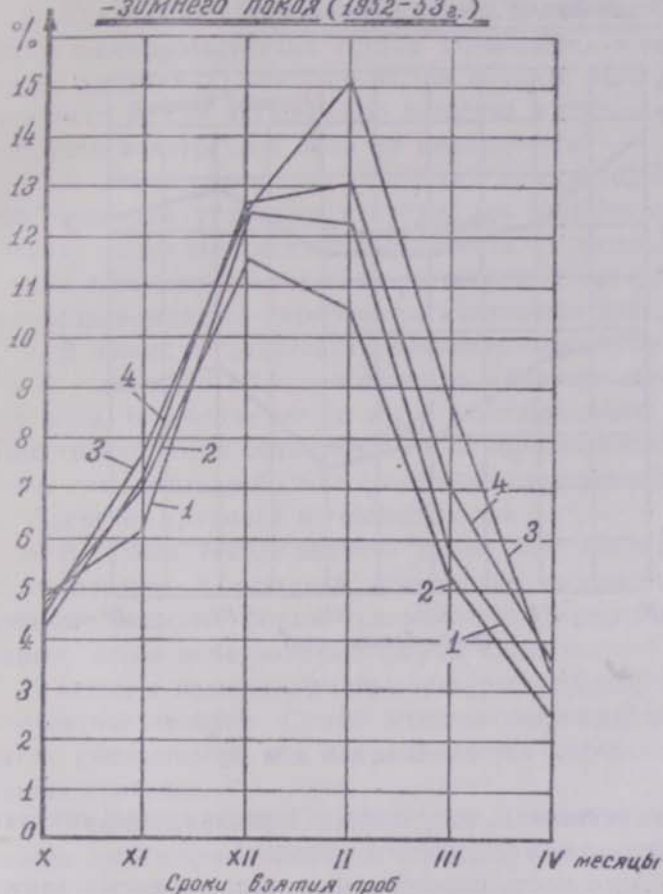


Рис. 3.

Для выявления особенностей в углеводном обмене у растений с различной морозостойкостью, необходимо изучать также скорость ферментативных реакций и направленность процессов.

Изменения количества крахмала и гемицеллюлозы в побегах в период осенне-зимнего покоя (1952-53₂)

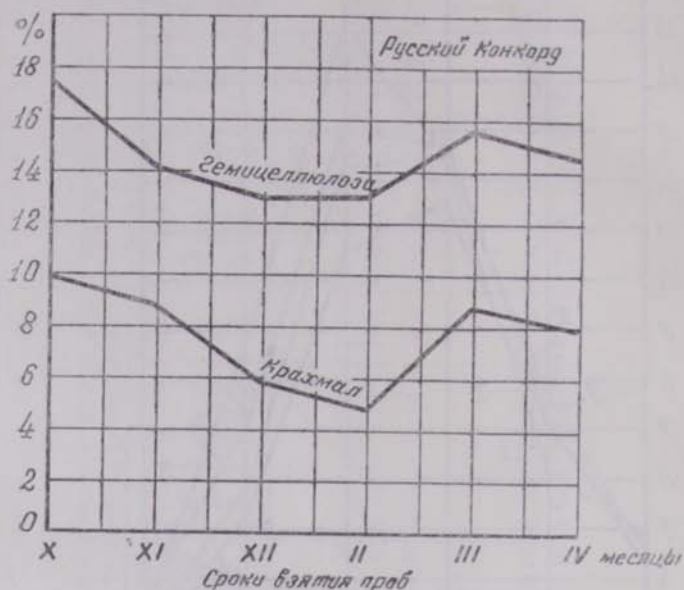


Рис. 4.

Выводы

На основании полученных экспериментальных данных можно прийти к следующим выводам:

1. Активность пероксидазы у исследованных нами сортов особенно повышается в период формирования и физиологической зрелости ягод, а в конце вегетационного периода повышение активности происходит в связи с понижением температуры воздуха.

2. В течение всего вегетационного периода активность пероксидазы морозостойких и неморозостойких растений не одинаковы. В листьях и побегах морозостойких сортов, по сравнению с неморозостойкими, активность пероксидазы вы-

сокая, что дает основание считать наличие определенной связи морозостойкости виноградной лозы с активностью фермента пероксидазы.

3. Активность дегидраз в листьях и побегах морозостойких и неморозостойких сортов повышается в августе и сентябре месяцах. Однако, по нашим данным, закономерной зависимости между активностью дегидраз и степенью морозостойкости виноградной лозы не наблюдается.

4. В период вегетации в побегах между воднорастворимой фракцией углеводов и крахмалом существует определенная, четко выраженная зависимость. В процессе одревеснения снижение суммы воднорастворимых сахаров в побегах сопровождается нарастанием количества крахмала.

5. В наших исследованиях выявлены некоторые особенности в углеводном обмене в связи со степенью морозостойкости лозы. В течение почти всего вегетационного периода морозостойкие сорта отличаются от неморозостойких содержанием сравнительно больших количеств высокомолекулярных углеводов крахмала и гемицеллюлоз.

6. В период осенне-зимнего покоя под влиянием низких температур в растении происходят соответствующие изменения: запасные формы углеводов превращаются в растворимые, легко мобилизуемые формы сахаров.

К весне, с повышением температуры воздуха, происходит обратное явление. Сумма воднорастворимых сахаров в побегах уменьшается, что сопровождается нарастанием количества крахмала.

7. Гемицеллюлозы являются также запасной формой углевода лозы и принимают участие в ее углеводном обмене.

Թ. Գ. ՍՍՀԱԿՅԱՆ

ԽԱՂՈՂԻ ՎԱՋԻ ՅՐԴԱԴԻՄԱՅԿՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԲԵՌՔԻՄԻԱԿԱՆ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բիրոքրմիական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ բույսերի ֆերմենտատիվ ապարատի և նրա ֆիզիոլոգիական մի շարք հատկանիշների միջև գոյություն ունի որոշակի կապ:

Սույն աշխատանքի նպատակն է եղել ուսումնասիրել խաղողի վաղի միամյա մատներում օքսիդացնող-վերականգնող ֆերմենտների ակտիվություն և ածխաջրատների փոխանակության առանձնահատկությունները, կապված վաղի ցրտադիմացկունություն աստիճանի հետ:

Ստացված տվյալները (աղյուսակ 1—9) հիման վրա կարելի է անել հետևյալ եզրակացությունները:

1. Ուսումնասիրած խաղողի սորտերի տերևներում պերօքսիդազի ակտիվությունը առանձնապես բարձր է պտուղների ձևավորման և ֆիզիոլոգիական հասունացման շրջանում, իսկ վեգետացիայի վերջում պերօքսիդազի ակտիվությունը բարձրանում է օդի ջերմաստիճանի զգալի անկման հետևանքով:

2. Վեգետացիայի ընթացքում պերօքսիդազի ակտիվությունը մատերի վախտացման դուգընթաց պակասում է, իսկ ձմռան հանգստի շրջանում՝ ջերմաստիճանի անկման հետ միասին բարձրանում է:

3. Ամբողջ վեգետացիայի ընթացքում ցրտադիմացկուն սորտերի տերևներում և մատերում պերօքսիդազի ակտիվությունը ոչ ցրտադիմացկունների համեմատությամբ զգալիորեն բարձր է, որը հիմք է տալիս պերօքսիդազի ակտիվությունը համարելու վաղի ցրտադիմացկունությունից բիրոքրմիական ցուցանիշներից մեկը:

4. Վաղի ցրտադիմացկունության աստիճանի և դեհիդրազների ակտիվության միջև մեր փորձերի տվյալներով օրինաչափ կապ չի նկատվում:

5. Վաղի վեգետացիայի ընթացքում մատերում ջրալույծ աքթարների և օալայի պարունակության միջև գոյություն ունի որոշակի կապ: Ջրալույծ աքթարների քանակության պակասումն

ուղեկցվում է օսլայի կուտակումով, որի հետևանքով փայտացած մատերը բնութագրվում են օսլայի ավելի մեծ պարունակությամբ:

6. Մատերի ածխաջրատների փոխանակության մեջ հայտարարված են մի շարք առանձնահատկություններ, կապված վազի ցրտադիմացկունության աստիճանի հետ: Վեգետացիայի բնթացքում ցրտադիմացկուն սորտերը, ոչ ցրտադիմացկուններից տարբերվում են օսլայի և հեմիցելուլոզների մեծ պարունակությամբ, որը հիմք է տալիս ենթադրելու, որ ցրտադիմացկուն բույսերի մոտ սինթեզի պրոցեսները գերակշռում են հիդրոլիզին:

7. Ձմեռվա հանգստի շրջանում ցածր ջերմաստիճանների ազդեցությամբ մատերում տեղի են ունենում համապատասխան փոփոխություններ: Ածխաջրատների բարդ ձևերը (օսլա, հեմիցելուլոզներ) փոխարինվում են լուծվող, բույսի կողմից ավելի հեշտ մորֆոլոգիկ, շաքարների: Ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց տեղի է ունենում հակառակ երևույթը — շաքարների քանակը մատերում պակասում է, իսկ օսլայինը և հեմիցելուլոզներինը ավելանում:

8. Հեմիցելուլոզները խաղողի վազի համար, բացի կառուցվածքային նյութեր լինելուց՝ հանդիսանում են նաև ածխաջրատների պահեստային ձևեր:

ЛИТЕРАТУРА

1. Африкан Б. Л., Марутян С. А. и Саакян Р. Г. О формах запасных углеводов виноградной лозы. ДАН СССР, серия новая, т. 96, 6, 1954.
2. Белозерский А. Н., Проскуряков Н. И. Практическое руководство по биохимии растений. Гос. изд-во «Советская наука», Москва, 1951.
3. Иванов Н. Н. Методы физиологии и биохимии растений. Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы — «Сельхозгиз», Москва — Ленинград, 1946.
4. Миниберг С. Я. Морозостойкость некоторых сортов винограда. Издательство Киевского государственного университета, Киев, 1948.
5. Проценко Д. Ф. и Полищук Л. К. О физиологических и биохимических особенностях морозостойкости плодовых культур. Изд-во Киевского университета, 1947.
6. Саакян Р. Г. О физиолого-биохимических особенностях морозостойкости, виноградной лозы. Биохимия виноделия, сб. III, изд. АН СССР, Москва 1953.

7. Симонов И. П. Активность каталазы и пероксидазы в листьях винограда. Виноделие и виноградарство СССР, 9—10, 1940.
8. Саакян Н. М., Егоров И. А. и Африкян Б. Л. Биохимические особенности сорта и их связь с типом вина. Биохимия виноделия, сб. II изд-во АН СССР, Москва—Ленинград, 1948.
9. Саакян Н. М., Рубин Б. А. Действие низких температур на обратимость ферментных реакций в связи с зимостойкостью растений. Биохимия, т. 4, вып. 2, 1939.
10. Туманов И. И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, Ленинградское отд., 1940.
11. Четверникова Е. П. Окислительные процессы в явлениях устойчивости. Автореферат, Москва, 1951.