
С. А. МАРУТЯН, Ж. А. ПЕТРОСЯН, Н. Н. САРКИСЯН

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР И ВИНОГРАДА ПРИ ХИМИЧЕСКОМ МЕТОДЕ БОРЬБЫ ПРОТИВ МОРОЗОВ И ЗАМОРОЗКОВ

Проблема зимостойкости древесных растений является одной из наиболее сложных проблем современной биологии.

Защита плодовых растений от губительных действий морозов и заморозков является одним из решающих факторов в деле получения высоких урожаев. Отделом физиологии и биохимии Института в результате многолетних экспериментальных исследований разработан химический метод борьбы против заморозков и морозов (I). Суть его заключается в том, что растения после опрыскивания определенной смесью химически активных веществ (водный раствор 1,1% CaCl_2 , 6 H_2O ; 0,75% KNO_3 , 1,44% KBG , 0,01% гетерауксина) проявляют более высокую морозостойчивость.

В настоящее время в литературе существует ряд гипотез, объясняющих гибель растений от низких температур, различными причинами. Но в основном все они сводятся к тому, что повреждение или смерть клетки при замерзании происходит в случае нарушения коллоидальной структуры протоплазмы. В это время проявляется дискоординация различных физиологических процессов и важных венцей обмена веществ.

Целью наших исследований было выяснить: какие внутренние биохимические изменения происходят у плодовых растений под влиянием холода в период покоя? Чем отличаются опрысканные растения от контрольных? В нашей работе мы пытались подойти к разрешению этого вопроса многосторонне, охватив материал с разных сторон обмена веществ. Особое

внимание было обращено на поведение окислительных ферментов, как более чувствительных индикаторов в связи со степенью морозоустойчивости растений. Подробно была изучена глубина гидролиза крахмала и активность амилазы, поведение сахаров и олигосахаридов.

М е т о д и к а

Исследование были подвергнуты однолетние побеги абрикоса-сорта Еревани (из третьего совхоза Эчмиадзинского района), персика-сорта Наринджи (из Окtemберянского и Арташатского районов), винограда-сорта Араксени белый (из Паракарской экспериментальной базы Института) в период покоя 1962—63 и 1963—64 гг. Опрыскивание проводилось в декабре при положительных температурах.

Т а б л и ц а I

Температура данные зимы 1962/1963 г.

Декады	Декабрь			Январь			Февраль		
	максимальная	минимальная	среднесуточная	максимальная	минимальная	среднесуточная	максимальная	минимальная	среднесуточная
I	+7,0	-0,6	+2,9	+ 4,4	-1,2	+1,3	+ 7,9	-4,4	+0,6
II	+9,4	+1,7	+5,1	+ 8,3	+0,8	+4,3	+11,3	+1,6	+5,9
III	+6,6	-0,2	+2,8	+10,5	+1,1	+5,3	+ 8,6	+1,8	+4,8

Как видно из данных табл. I, зима 1962/63 г. была мягкой, среднесуточная температура была всегда с положительным знаком. Минимум за всю зиму составил только $-4,4^{\circ}\text{C}$ в первой декаде февраля. Небольшие и непродолжительные моро-

зы все время сопровождались оттепелями. Поэтому наряду с естественными условиями некоторые образцы побегов опрыснутых и контрольных растений были подвергнуты искусственному промораживанию в течение 3-4-х часов при -21 — 22°C . Как показали анализы, наши ожидания оправдались. Разница между опрыснутыми и контрольными растениями более ярко выявила именно в опытах с промораживанием. После теплой зимы, когда уже начались явления сокодвижения и набухания почек, у абрикоса часть опытных растений подвергнулась вторичному опрыскиванию—28 февраля. 7—8 марта, во время внезапных весенних заморозков ($-10,4$ — 12°C), опрыснутые растения лучше перенесли заморозки и отличились от контрольных биохимическими показателями.

Зима 1963/64 гг. по температурному режиму резко отличалась от предыдущих. Наиболее характерным для этой зимы являлось продолжительное действие низких температур при небольшом снежном покрове, что редко бывает в этой местности. В январе в течение 20 дней температура воздуха была ниже -20° , общей продолжительностью 153 часа, ниже -22 — 70 часов, ниже -24° —19 часов и ниже -26° около 4-х часов. Абсолютный минимум достиг в воздухе $-27,6^{\circ}$, а на поверхности снежного покрова—даже -30°C . По сравнению с предыдущими годами можно сказать, что абсолютный минимум зимы 1963/64 г. не был самым значительным, однако для зимовки растений не столь опасны кратковременные абсолютные минимумы температуры, как длительное действие менее значительных отрицательных температур. Поэтому плодовые, открыто зимовавшие, и плохо укрытые виноградники больше всего пострадали именно в эту зиму.

Средние пробы однолетних побегов плодовых и винограда разделяли на две части: для определения ферментов фиксировали при 45°C , а для других анализов—сперва текучим паром, а затем высушивали при 80 — 85°C . Во всех пробах определяли моносахариды, сахарозу, крахмал по Бертрану после их фракционного разделения (2). Из олигосахаридов количество рафинозы и стахинозы определяли разработанным нами (3) денситометрическим методом. Проводилась хроматография сахаров и свободных аминокислот, определение активности ферментов амилазы, пероксидазы и полифенолазы.

Результаты изучения окислительных процессов

Прежде чем провести определение активности оксидаз необходимо было проверить, не окисляется ли пирогаллол от опрыскиваемой смеси. Для этого было взято несколько образцов из опрыснутых растений, где после добавления 20% серной кислоты для инактивации ферментативной системы, окисление пирогаллола не происходило.

Следовательно, во время определения активности оксидаз пирогалловым методом у опрыснутых растений образование пурпурогаллина носит ферментативный характер.

Как видно из табл. 2, в теплых условиях зимовки (январь 1963) в окислительных процессах у персика превалировала полифенолоксидазная система (в 5—7 раз активнее пероксидазы). После искусственного промораживания побегов (-21°C , три час.) резко повысилась (в 5—6 раз) активность фермента пероксидазы, что сопровождалось не повышением, а, наоборот, некоторым падением активности полифенолоксидазы и пероксидазная активность под влиянием холода стала доминирующей.

Следовательно на холоде происходит изменение в соотношении оксидаз, превалирующей становится более термостабильная пероксидазная система окисления.

Опрыскивание растений привело к повышению активности как пероксидазы, так и полифенолоксидазы даже в условиях мягкой зимовки 1963 г. Поэтому разность суммарной активности оксидаз между опрыснутыми и контрольными растениями еще более возрасла при промораживании побегов, достигнув 187% по отношению к контролю, вместо 124% в естественных условиях. Следует отметить, что в одних и тех же условиях опыта опрыскивание сильнее сказывалось на повышение активности пероксидазы по сравнению с активностью полифенолоксидазы. Исключение составляет активность полифенолоксидазы у абрикоса от 24 января 1963 г. после искусственного промораживания побегов (252%). Такое высокое соотношение получено вследствие падения активности полифенолоксидазы у контрольных растений под влиянием холода.

Спустя два месяца, а именно 26 марта во время набухания почек опять такие опрыснутые растения продолжали сох-

Таблица 2

Активность окислительных ферментов в побегах персика (1963 г.) (в мг пурпурогаллина за 10 мин. на 1 г ацетонового препарата)

Дата	Варианты опыта	Условия опыта	Сумма			Активность в проц. к контролю	
				Полифенолоксидаза	Пероксидаза		
24/1	Контрольные Опрыскнутые	В естественных условиях	6,7 8,4	5,9 6,9	0,8 1,4	124	— 116 180
	Контрольные Опрыскнутые	После промораживания при — 21° 3 ч.	8,4 15,8	3,7 9,5	4,6 6,2	187	— 252 135
26/III	Контрольные Опрыскнутые	В естественных условиях	14,3 18,8	5,2 5,4	9,0 13,3	131	— 100 147
2/IV	Контрольные Опрыскнутые	В естественных условиях из Октябрья	9,2 6,9	4,7 2,1	4,4 4,7	75	— 44 107

ранять более высокую окислительную активность, на этот раз исключительно за счет фермента пероксидазы. Через несколько дней (12 апреля) в связи с наступлением цветения, когда усиливаются процессы сокодвижения, превращения и передвижения веществ, положительный эффект опрыскивания на окислительные процессы исчезает и даже наблюдается обратное воздействие. Активность полифенолазы у опрыскнутых растений по сравнению с контрольными понизилась в два раза. Таким образом, эффект опрыскивания на активность окислительных ферментов сохраняется у персиков три месяца и исчезает к началу цветения.

Побеги абрикоса (табл. 3) по сравнению с побегами персиков в январе проявили в три раза больше окислительной активности, причем пероксидаза оказалась активнее в 8—9 раз. Следовательно, в январе у абрикоса преобладает перо-

Таблица 3

Активность окислительных ферментов в побегах абрикоса (1963 г.)
(в мг пурпурогаллина на 1 г ацетонового порошка за 10 мин.)

Дата	Варианты опыта	Сумма	Полифенолаза	Пероксидаза	В проц. к контролю		
					сумма	поли- фенолаза	перок- сидаза
21/1	Контрольные Опрыскнутые	16,6 22,1	7,4 9,2	9,2 12,7	—	124	138
9/II	Контрольные Опрыскнутые	14,0 12,0	8,5 6,1	5,4 5,9	—	72	109
10/III	Контрольные Опрыскнутые (после повторного опрыскивания 28/II)	13,5 21,1	7,9 6,9	5,6 14,0	—	—	—
					141	187	250

ксидазная система окисления, тогда как у персика — полифенолазная. Эта картина не нарушается у опрыскнутых растений. Однако во всех случаях у опрыскнутых растений активность пероксидазы по отношению к контролю повышается больше, чем активность полифенолазы. В побегах абрикоса в отличие от персика опрыскнутые растения уже 9 февраля не преобладали над контрольными растениями активностью оксидаз. У них, например, даже обнаруживалась несколько пониженная активность. Следовательно, продолжительность последействия опрыскивания у абрикоса на окислительные ферменты значительно короче (на 1,5 месяца), чем у персика. Поэтому 28 февраля было проведено повторное опрыскивание подопытных деревьев абрикоса. Через 10 дней (во время набухания почек) активность оксидаз у опрыскнутых растений по сравнению с контролем увеличилось на 141%, достигнув почти уровня опрыскнутых растений от 21 января. На этот раз активность пероксидазы (250%) повысилась опять-таки сильнее активности полифенолазы (187%).

В побегах винограда (табл. 4) 22 января такая же кар-

тина, как и у предыдущих культур—персика и абрикоса. В данном случае опрыскнутые растения винограда по активности оксидаз на 118% превосходили контрольные растения. Наибольшая разность опять-таки отмечалась по ферменту пероксидазы. Теплая и короткая зима привела к ослаблению окислительных процессов. При этом у опрыскнутых растений это падение происходило более сдержанно, в результате чего они сохранили к 7 февраля более высокую активность чем контрольные растения.

В это время разность между опрыскнутыми и контрольными растениями возросла почти на 191%, но так как общий уровень окислительных процессов был довольно занижен, то после искусственного промораживания побегов при -22°C в течение 4-х часов активность оксидаз у контрольных растений повысилась до уровня опрыскнутых растений, у которых активность оксидаз после промораживания практически не изменилась. Получается такое впечатление, что 7 февраля опрыскнутые растения винограда сохранили максимальную возможность в активности оксидаз для данных условий (теплая зима 1963 г.). Контрольные растения достигли этого предела только

Таблица 4

Активность окислительных ферментов в побегах винограда (1963 г.)
(в мг пурпурогаллина за 10 мин. 1 г ацетонового порошка)

Дата	Варианты опыта	Условия опыта	Сумма	Полифенолаза	Пероксидаза	Прирост в процентах к контролю		
						сумма	полифенолаза	пероксидаза
22/І	Контрольные Опрыскнутые	В естественных условиях	12,5 14,8	7,4 9,2	4,7 7,4	— 118	— 124	— 155
7/ІІ	Контрольные Опрыскнутые	В естественных условиях	3,8 7,2	2,8 3,6	1,0 3,6	— 191	— 129	— 363
7/ІІ	Контрольные Опрыскнутые	После промораживания (при -22°C 4 часа)	8,4 6,9	4,1 3,7	3,2 3,1	— 82	— 91	— 95

ко при неблагоприятных условиях—в опытах с промораживанием.

Интересные данные получились в условиях суворой зимы 1964 г. (табл. 5).

Таблица 5

Изменение суммарной активности оксидаз под влиянием опрыскивания (в условиях суворой зимовки 1964 г.)

Культура	Варианты опыта	Даты		
		4—6/1	7—13/11	4—8/IV*
Абрикос	Опрыскнутые	17,1	7,2	14,5
	Контрольные	13,2	7,2	14,6
	Проц. к контролю	133,0	100,0	100,0
Персик	Опрыскнутые	28,0	9,9	15,1
	Контрольные	26,7	7,5	13,2
	Проц. к контролю	105,0	130,0	115,0
Виноград Араксени белый	Опрыскнутые	18,8	13,0	4,1
	Контрольные	14,5	12,8	3,6
	Проц. к контролю	129,0	100,0	105,0
Русский конкорд	Морозостойкий сорт	20,1	—	5,44

Активность окислительных процессов у персика уже в начале января в три раза превысила уровень активности ферментов конца января 1963 г., ибо в естественных условиях растения уже были подвергнуты воздействию отрицательных температур порядка -20 — -21°C в течение нескольких дней. В это время у персика опрыскивание особенно не отразилось на активность оксидаз. Из этого факта видно, что повышение уровня окислительных процессов не может происходить бесконечно, а имеет для данной породы и сорта определенный предел. Об этом свидетельствует также несильно изменившийся уровень окислительных процессов у абрикоса и винограда при крайне разных метеорологических условиях января 1963 и 1964 годов. Потом, после воздействия продолжи-

тельных холодов, 13 февраля активность ферментов у всех изученных пород понизилась, но по-разному: у персика—в три раза, у абрикоса—два раза, а у винограда—несильно.

У винограда резкое падение наблюдалось к началу марта. В апреле у плодовых, в связи с активизацией процессов и подготовкой растений к цветению, вновь усилились окислительные процессы, что связано с выделением большой энергии для ростовых и новых синтетических процессов. Срезы однолетних побегов, а также данные высокой активности оксидаз за 4—8 апреля 1964 г. показали, что после таких редких холодов все же вымерзли не все ткани побегов. В отношении влияния опрыскивания на окислительные процессы в условиях 1964 г. можно сказать, что абрикосы и виноград проявили себя одинаково. У них повышающий эффект активности оксидаз под влиянием опрыскивания выявился только в начале января. Уже в феврале, а затем и в апреле между контрольными и опытными растениями разницы не наблюдалось. Что же касается персика, то и на этот раз, как и в 1963 году, повышенная активность оксидаз у опрыскнутых растений сохранилась сравнительно дольше. В последующем выявились необходимость провести весеннее опрыскивание для предохранения почек и цветов от весенних заморозков. Как видно из данных таблицы 6, это мероприятие привело к повышению активности окисли-

Таблица 6

Изменчивость активности оксидаз под влиянием весенних опрыскиваний (опрыскивание 3/IV, анализы 6/IX 1964 г.).

Культура	Вариант опыта	В естественных условиях	После промораживания (при -5°C 4 ч.)
Абрикос	Контрольные	10,2	13,5
	Опрыскнутые	12,5	17,1
	В проц. к контролю	122,0	127,0
Персик	Контрольные	12,5	13,5
	Опрыскнутые	16,8	20,1
	В проц. к контролю	134,0	148,0

тельных ферментов у абрикоса и у персика, что более наглядно выявилось при воздействии температуры -5°C в течение трех часов.

Таким образом, повышение активности окислительных ферментов под влиянием холода и опрыскивания изучаемой смесью химикатов является одной из сторон обмена веществ у растений с повышенной морозостойкостью и имеют для каждой породы определенный предел.

Результаты по углеводному обмену

Известно, что древесные растения накапливают запасные вещества в зимующих органах. Больше всего накапливается углеводов (85—90%). В процессе превращения веществ, разумеется, принимают участие подвижные формы углеводов, т. е. пластические углеводы, способные к энзиматическому переходу из одной формы в другую. Они играют важную роль в обмене веществ частично потому, что являются источником синтеза многих растительных веществ, а частично и потому, что служат важным субстратом для клеточного дыхания, представляя базу для получения так называемой «свободной энергии».

Нами изучалась динамика сахаров (моносахаридов, сахараозы) и крахмала у плодовых растений в период покоя крайне разных зим. Исследовалось также влияние опрыскивания на их углеводный обмен.

Как видно из данных табл. 7, в побегах абрикоса при теплой зиме 1963 г. опрыскивание большей частью подавляло гидролитическую активность амилазы и этим самым в некоторой степени способствовало большому сохранению крахмала в побегах (табл. 8).

Работами М. В. Ефимова (4) показано, что предпосевная обработка семян раствором йодистого калия вызывает снижение активности амилазы. Впоследствии в листьях изменяется спектр поглощения пигментов, а это значит, что йод принимает в дальнейшем участие в синтезе пигментов листьев, усиливает синтез белков. Возможно, что и у нас при опрыскивании изучаемой смесью химикатов, где содержится близкое к йоду вещество — бром, подавляется активность амилазы при плюссо-

Таблица 7

Активность амилазы (в мг глюкозы за 24 часа на 1 г сухого веса)

Культура	Варианты опыта	Условия опыта	1963 г.		
			21—24 января	8—9 февраля	10—26 марта
Абрикос	Контрольные	В естественных условиях	20,0 13,6	22,4 15,6	13,9 15,5
	Опрыснутые	После промораживания при — 21°C 3 час	— —	18,7 35,8	— —
Персик	Контрольные	В естественных условиях	25,5 24,6	— —	23,1 17,4
	Опрыснутые	После промораживания при — 22°C 3 час.	28,3 28,7	— —	— —
Виноград	Контрольные	В естественных условиях	26,2 35,9	33,2 36,2	— —
	Опрыснутые	После промораживания при — 22°C 4 час.	33,6 49,0	37,2 64,1	— —

вых температурах. При воздействии отрицательных температур, видимо, снижается ингибирующее действие и во многих случаях наблюдается активирование амилазы.

Поэтому достаточно было опрыскнутым побегам абрикоса оказаться в неблагоприятных условиях (искусственное промораживание побегов 9/II-1963 г. при —21°C в течение трех часов), как картина изменилась; повысилась активность амилазы, усилилось расщепление крахмала и возросло количество сахаров (табл. 8).

Опрыскивание на углеводный обмен персика (табл. 9) отразилось поиному. Активность амилазы (в теплую зиму) от опрыскивания угнеталась по сравнению с абрикосом незначительно и после промораживания побегов почти не активировалась.

Как видно из данных таблицы 9, 24 января 1963 г. после холода количество сахаров у контрольных растений возросло почти в два раза и заметно уменьшилось количество крахма-

Таблица 8

Изменение содержания углеводов в побегах персика (в % на сухой вес)

Дата	Условия опыта	Варианты опыта	Сахара			Крахмал
			сумма	моносахариды	сахароза	
1963 г.						
24/I	В естественных условиях	Контрольные	2,26	1,17	1,09	6,22
		Опрыскнутые	4,24	2,65	1,59	5,96
24/I	После промораживания при -21°C 3 ч.	Контрольные	4,18	1,78	2,40	4,71
		Опрыскнутые	2,79	1,19	1,60	5,76
26/III	В естественных условиях	Контрольные	3,50	1,48	2,02	6,85
		Опрыскнутые	3,89	2,38	1,51	6,64
1964 г.						
4/I	В естественных условиях	Контрольные	12,62	7,26	5,36	3,18
		Опрыскнутые	10,60	6,56	4,04	3,47
13/II	В естественных условиях	Контрольные	6,98	5,44	1,54	6,30
		Опрыскнутые	11,78	6,58	5,20	3,35
8/IV	После промораживания при -5°C 3 ч.	Контрольные	3,44	2,08	1,36	5,44
		Опрыскнутые	11,90	2,57	9,33	6,22

ла. У опрыскнутых растений точно такие изменения произошли еще в естественных теплых условиях и после промораживания количество крахмала осталось тем же, а сахар был частично израсходован, по-видимому, на повышенные окислительные процессы. Этим самым отчасти повысилась морозостойкость опрыскнутых растений. Получилось так, что опрыскивание заставило растения персика экономно обращаться с запасным углеводом — крахмалом. Побеги винограда (табл. 10) по сравнению с персиком и абрикосом вообще богаче сахаром и крахмалом.

В 1963 г. опрыскивание не вызвало существенных изменений в содержании углеводов, хотя и был случай более бе-

Таблица 3

Содержание углеводов в побегах абрикоса (в проц. на сухой вес)

Дата	Условия опыта	Варианты опыта	Сахара			Крахмал
			Сумма	Монозы	Сахароза	
1963 г.						
21/I	В естественных условиях	Контрольные	4,10	3,51	0,59	5,22
		Опрыснутые	4,02	3,06	0,95	6,25
9/II	В естественных условиях После промораживания при -21°C 3 ч.	Контрольные	3,45	1,69	1,76	4,78
		Опрыснутые	3,33	1,50	1,83	5,47
		Контрольные	2,55	1,21	1,34	5,98
		Опрыснутые	3,18	1,71	1,47	5,25
10/III	В естественных условиях (после повторного опрыскивания) 28/II-63 г.	Контрольные	3,67	1,99	1,68	4,98
		Опрыснутые	3,19	1,75	1,44	6,72
1964 г.						
3/I	В естественных условиях	Контрольные	12,10	5,31	6,79	2,63
		Опрыснутые	11,10	7,27	3,83	3,47
18/II	В естественных условиях	Контрольные	12,67	7,00	5,67	5,00
		Опрыснутые	12,50	8,17	4,33	4,61
18/IV	После промораживания при -25°C 3 ч.	Контрольные	9,65	3,63	6,02	5,00
		Опрыснутые	7,90	3,88	4,02	5,48

режного отношения к количеству крахмала в холод, как это отмечалось выше и у персика.

Как видно из данных той же таблицы 8, опрыскнутые растения винограда в условиях теплой зимы 1963 г. активностью амилазы практически не отличались от контрольных растений. В опытах с промораживанием этих побегов (при -22°C в течение четырех часов) получается большой эффект. Активность фермента у опрыскнутых растений винограда, как это отмечалось, даже у абрикоса заметно повысилась по сравнению с контрольными растениями.

Таблица 10

Изменение содержания углеводов в побегах винограда сорта Араксе-
ни белый (в проц. на сухой вес)

Дата	Условия опыта	Варианты опыта	Сахара				Крахмал
			сумма	монозы	сахароза		
1963 г.							
23/I	В естественных условиях	Контрольные Опрыскиванные	8,92 9,32	4,96 5,06	3,96 4,26	9,98 9,34	
23/I	После промораживания при — 22°C 3 ч.	Контрольные Опрыскиванные	9,24 8,81	5,18 4,96	4,06 3,85	8,47 9,10	
7/II	В естественных условиях	Контрольные Опрыскиванные	9,08 9,27	4,37 4,47	4,71 4,80	4,61 4,70	
1964 г.							
6/I	В естественных условиях	Контрольные Опрыскиванные	16,96 16,36	8,45 9,91	8,51 6,43	5,22 5,85	
19/III	В естественных условиях	Контрольные Опрыскиванные	17,00 14,50	8,26 6,80	8,74 7,70	4,28 5,52	
4/IV	В естественных условиях	Контрольные Опрыскиванные	19,10 18,00	6,21 6,44	12,89 11,56	6,27 6,68	

Следовательно, под влиянием опрыскивания в теплых условиях 1963 г. растения приобрели способность во время похолодания усиливать ферментативное расщепление крахмала и увеличивать содержание сахаров рассматривавшееся нами как одно из звеньев приспособительных реакций. У персика таких изменений под влиянием опрыскивания во время похолодания не было обнаружено.

Крайне суровая зима 1964 г. сильно отразилась на содержание углеводов. Как видно из рисунка 1, 2 уже в начале января 1964 г. у всех изученных растений содержалось значительно больше сахаров и меньше крахмала, чем в конце января

1963 г. При этом не наблюдалось соответствия между глубиной гидролиза крахмала и количества сахаров. У всех изученных растений количество крахмала содержалось в два раза меньше, тогда как количество сахаров только у винограда

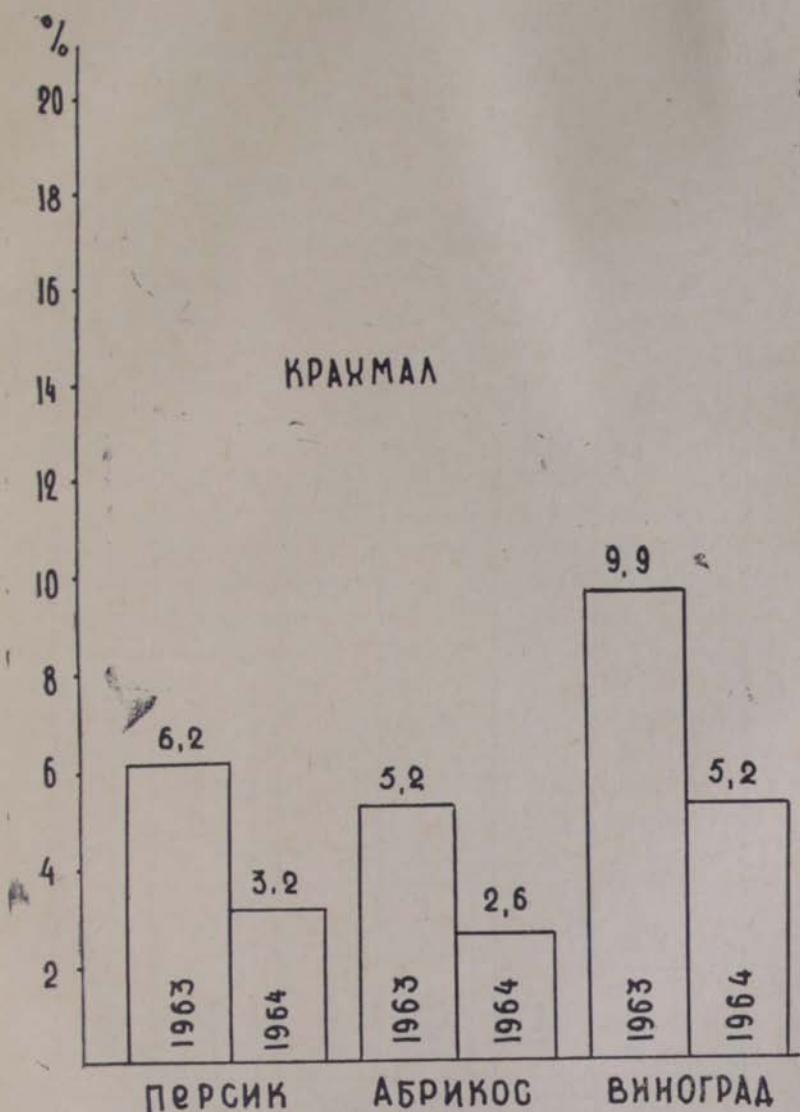


Рис. 1

повысилось в два раза, у абрикоса—в три раза, у персика даже шесть раз. Эти данные показывают, что рост сахаров происходит не только за счет гидролиза крахмала, как это мы уже отмечали на винограде (5), но и, безусловно, за счет некото-

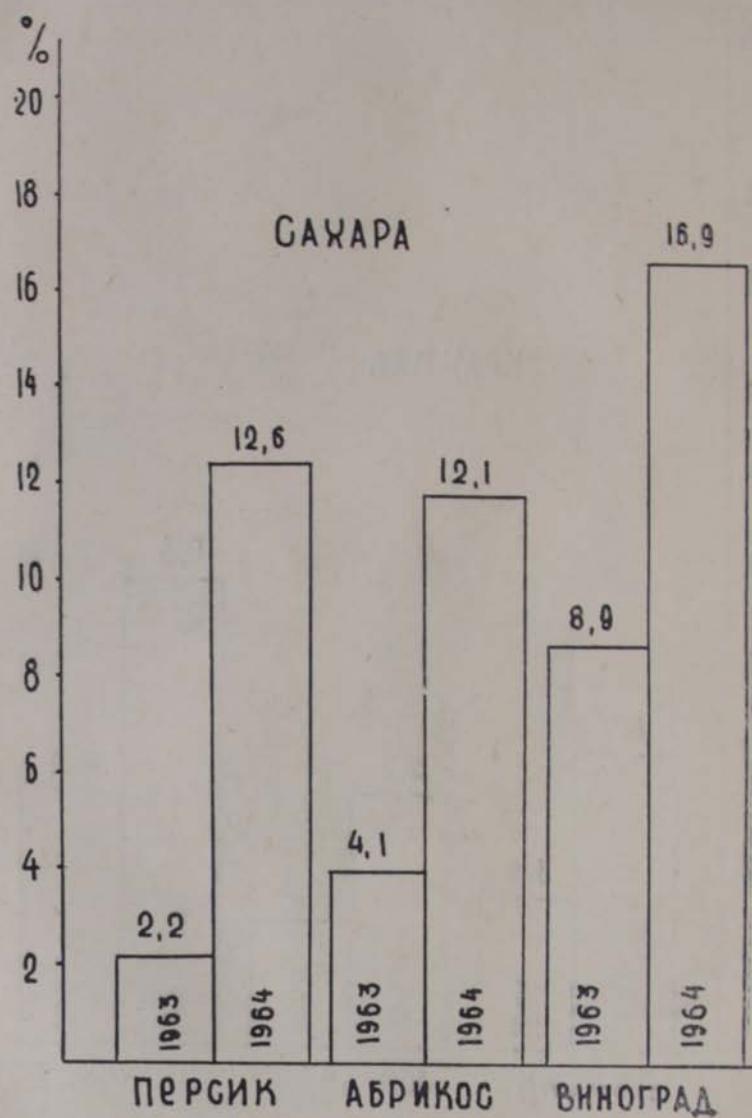


Рис.2

рых фракций гемицеллюлоз, особенно это наблюдалось в 1964 г.

Что же касается влияния опрыскивания на углеводный обмен изученных пород в условиях зимовки 1964 года, то следует сказать, что уже в начале января, когда побеги персика, абрикоса и винограда в естественных условиях были подвергнуты более длительному воздействию отрицательных температур, чем в наших опытах с искусственным промораживанием побегов (3 часа) в 1963 г. наблюдалась тенденция уменьшения содержания сахаров без существенных изменений количества крахмала, даже наблюдалась некоторая тенденция сохранения количества крахмала на более высоком уровне у опрыскнутых растений. Эта тенденция, хотя и проявилась в побегах абрикоса и винограда, в последующем (в феврале, апреле) была настолько слабо выражена, что фактически опрыскнутые и контрольные растения в суворую зиму 1964 г. углеводами особенно не отличались. А у персика наблюдали даже необъяснимые скачки то в сторону роста, то спада сахаров или крахмала. Это можно объяснить сильным повреждением почек и частичным повреждением побегов от зимних морозов.

Как видно из данных табл. II, весной, когда процессы направлены в сторону ресинтеза крахмала, ни опрыскивание и ни искусственное промораживание не меняют направление ферментативных процессов, в результате чего продолжает нарастать количество крахмала, несмотря даже на некоторое активирование амилазы.

В это время отдельные породы по активности амилазы ведут себя по-разному. У абрикоса по сравнению с персиком активность амилазы 6 апреля 1964 г. в естественных условиях в два раза была больше и уменьшалась под влиянием как опрыскивания, так и воздействия холода.

У персика, напротив, опрыскивание и холод вызвали повышение активности амилазы. Здесь сказалось различное физиологическое состояние персика и абрикоса к моменту исследования.

Обычно подавление активности амилазы под влиянием опрыскивания мы наблюдали в условиях исключительно теплой зимы 1963 г. Высокая активность амилазы (табл. 11) и более высокое содержание крахмала в однолетних ветках абри-

Таблица 11

Изменчивость углеводов под влиянием весенних опрыскиваний (опрысано 3/IV-1964 г. образцы 6/IV из сада Института)

Культура	Условия опыта	Варианты опыта	Сахара			Крахмал	Активность амилазы
			Сумма	Монозы	сахароза		
Абрикос	В естественных условиях	Контрольные	12,46	2,95	9,51	4,86	28,9
		Опрынутые	11,35	1,44	9,91	5,92	23,5
	После промораживания при -5°C 3 ч.	Контрольные	11,20	3,07	8,13	5,88	26,3
		Опрынутые	10,71	3,18	7,53	6,51	10,7
Персик	В естественных условиях	Контрольные	15,32	5,84	9,48	3,44	13,5
		Опрынутые	13,57	4,48	9,09	6,20	21,0
	После промораживания в -5°C 3 ч.	Контрольные	13,32	6,38	6,94	5,28	19,7
		Опрынутые	12,66	5,81	6,85	6,25	33,9

кося по сравнению с персиком, обнаруженные в это время, свидетельствуют о том, что здесь одновременно происходят интенсивные процессы гидролиза и синтеза, передвижения и скопления пластических веществ ближе к почкам. Это можно объяснить тем, что абрикосы цветут раньше персиков и подготовка растений к вегетации у них начинается раньше. Из данных табл. 11 вытекает, что весеннее опрыскивание после такой суровой зимы, как 1964 г., просто ускорило нормальный ход превращения углеводов.

Многие исследователи считают, что по содержанию сахаров можно судить о морозостойкости растений. Однако в последнее время появилось много работ, указывающих на отсутствие такой коррелятивной зависимости и показывающие, что не все сахара причастны к морозостойкости.

Сергеев и др. (6) показали, что морозостойкие сорта отличаются не только большим содержанием олигосахаридов, но и более разнообразным их качественным набором. Накоп-

ление олигосахаридов при отрицательных температурах и их коррелятивная связь с зимостойкостью в коре установлены авторами при изучении различных пород. По Сергееву, чем ниже температура, тем больше накапливается олигосахаридов. Имеется ряд работ, указывающих о накоплении сахарозы и других олигосахаридов при неблагоприятных условиях среды.

По нашим данным видно, что в 1964 г. сильно повысилось содержание сахарозы у всех пород по сравнению с теплой зимой 1963 г.

Согласно нашим исследованиям (7), поведение таких кетоолигосахаридов, каким являются рефиноза и стахиоза, различно у сортов винограда с разной морозостойкостью. Морозо-

Таблица 12

Содержание олигосахаридов в побегах плодовых и винограда
(в мг % на сухой вес)

Порода	Варианты опыта	Условия опыта	Рафиноза			Стахиоза		
			21—24 января	8—9 февраля	10—26 марта	21—24 января	8—9 февраля	10—26 марта
Абрикосы	Контрольные	В естественных условиях	81	270	следы	51	78	0
	Опрыснутые		285	471	"	76	223	0
Персики	Контрольные	После промораживания при -21°C 3 час.	—	1036	"	—	263	0
	Опрыснутые		—	473	"	—	258	0
Виноград	Контрольные	В естественных условиях	443	—	271	123	—	151
	Опрыснутые		451	—	241	115	—	150
	Контрольные	После промораживания при -21°C 3 час.	201	—	—	168	—	—
	Опрыснутые		375	—	—	113	—	—
	Контрольные	В естественных условиях	453	421	—	326	261	—
	Опрыснутые		443	423	—	306	260	—

стойкие сорта характеризуются сравнительной стойкостью в содержании рафинозы в условиях провоцирующих оттепелей и морозов.

Как видно из данных табл. 12, у абрикоса под влиянием опрыскивания даже в условиях теплой зимы усиливается синтез изученных олигосахаридов. Поэтому, когда побеги опрыснутых растений были подвергнуты промораживанию (-21°C , 3 часа), у них количество рафинозы практически не изменилось. Они в этом отношении проявили стойкое поведение. Достаточно было подвергнуть промораживанию контрольные растения, как количество рафинозы у них подвергалось существенным изменениям.

Таким образом, наименьшие колебания рафинозы отмечались у опрыскнутых растений персика, абрикоса и винограда во время искусственного промораживания побегов, чего нельзя сказать в отношении контрольных растений. Важно то, что опрыскивание растений плодовых и винограда стабилизирует количество рафинозы и стахиозы при провоцирующих оттепелях и морозах.

ВЫВОДЫ

1. Позднеосенние опрыскивания плодовых растений смесью М. А. Амбарцумяна приводят к повышению уровня окислительных процессов в побегах абрикоса, персика и винограда.

2. Более сильно повышается активность пероксидазной системы у всех культур.

3. Эффект опрыскивания на окислительные процессы более рельефно выражается в опытах с промораживанием побегов в год с более холодной зимой (данные в начале января 1964 г.)

4. У разных культур продолжительность последействия с точки зрения эффекта на окислительные процессы длится по-разному:

а) дальше всех этот эффект проявляется у персика;

б) у абрикоса эффект опрыскивания длится короче, повторное опрыскивание в конце зимы приводит к новому подъему окислительных процессов;

в) в условиях теплой зимы к февралю происходит падение активности оксидаз. Опрыскнутые растения несколько труднее поддаются этому. Потому у них окислительные процессы продолжают стоять на более высоком уровне, чем у контрольных растений.

Искусственное промораживание побегов в это время у опрыскнутых растений практически не меняет активность оксидаз, в то время, как у контрольных она повышается достигнув почти уровня ее у опрыскнутых растений.

5. Высокий уровень окислительных процессов является приспособительной реакцией растений при неблагоприятных условиях—периода покоя. повышение активности окислительных процессов под влиянием опрыскивания изучаемой смесью химикатов является выражением повышения свойства морозостойкости.

6. Повышение уровня окислительных процессов, как под действием холодов, так и опрыскивания для данной породы, имеет определенный предел. Об этом свидетельствует почти неизменившийся уровень активности оксидаз у абрикоса и винограда в крайне различных условиях зимовки 1963 и 1964 гг.

7. Крайне суровая зима 1964 г. сильно отразилась на содержание углеводов: количество крахмала у всех пород осталось в два раза меньше, чем в 1963 г. Сахара возросли у винограда в два раза, у абрикоса—в три, у персика—даже в шесть раз.

8. Опрыскивание в условиях теплой зимы подавляет гидролитическую активность амилазы.

Однако во время морозов опрыскнутые растения абрикоса и винограда приобретают способность резко усилить ферментативные расщепления крахмала, что способствует повышению их устойчивости.

9. Под влиянием опрыскивания растения приобретают способность почти не реагировать содержанием рафинозы на провоцирующие оттепели и морозы, что является характерным поведением растений с высокой морозоустойчивостью.

10. Вспышки окислительных процессов под влиянием холодов и опрыскивания имеют решающее значение в направленности биохимических процессов и в исходе повреждения.

Повышение активности пероксидазы, полифенолоксидазы влечет за собой окисление основного энергетического материала и в первую очередь сахаров. В условиях высокого уровня окисления и подавленного синтеза веществ, зимой в клетке меняется характер дыхания, потому преобладающей, взамен полифенолоксидазы, становится пероксидазная активность. При температурном повреждении меняется биологический характер процесса дыхания: все большая часть высвобождающейся энергии идет не на синтетические процессы, а выделяется в «отработанном» виде, в форме тепла.

Если у нас была бы возможность измерить температуру в клетках опрыснутых и контрольных растений, то, по всей вероятности, внутри тканей опрыснутых растений оказалась бы более высокая температура, чем у контрольных. Возможно именно этим путем сравнительно повышается морозоустойчивость плодовых пород под влиянием опрыскивания и несколько затрудняется процесс льдообразования при воздействии морозов по сравнению с контрольными растениями.

Очень возможно, что под влиянием опрыскивания сахара легче используются как дыхательный материал, облегчается их окисление и этим они предохраняют белки от разрушения при отрицательных температурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбарцумян М. А.—Метод борьбы отрицательным влиянием морозов и заморозков на многолетние культуры; физиология устойчивости растений. Сб. Изд. АН СССР, 1960.
2. Белозерский А. Н. и Проскуряков Н. И.—Практическое руководство по биохимии растений. 1951.
3. Марутян С. А., Дограмаджян А. Д.—Определение олигосахаридов методом хроматографии на бумаге с применением денситометра. Вып. 1. виногр. СССР №8, 1963 г.
4. Ефимов М. В.—О действии йода на растения в условиях Бурятии. Тр. 1 конф. физ. и биохим. раст. Сибири и Дальнего Востока в Иркутске, 1960 г. Изд. АН СССР, 1963.
5. Марутян С. А.—О гемицеллюлозах виноградной лозы. Известия АН Арм. ССР № 8, 1964.
6. Сергеев Л. И., Сергеева К. А. и Мельников В. К.—Морфологическая периодичность и зимостойкость древесных растений. Уфа, 1961.
7. Марутян С. А.—Аминокислоты и олигосахариды в период покоя виноградной лозы. Тезисы докт. дис. на I всесоюзном биохим. съезде в. 3, 1964 г. изд. АН СССР.

Ա. Ա. ՄԱՐՈՒԹՅԱՆ, Ժ. Հ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ն. Ն. ՄԱՐԳԱՅԱՆ

ԲԻՌՔԵՄԻԱԿԱՆ ՊՐՈՅԵՍՆԵՐԻ ՓԱՓՈԽԱԽԹՅՈՒՆԸ ՊՏՎԱՏՈՒԽԵՐԻ
ԵՎ ԽԱՂԱՋԻ ՇՎԵՐՈՒԽԻ ՅՐՏԱՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԴԵՄ
ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ, ՊԱՅՔԱՐԵԼԻՄ

(Ա. Մ Փ Ա Փ Ա Ւ Մ)

Այս աշխատանքի նպատակն է պարզել, թե ինչպիսի բիոքիմիական փոփոխություններ են կատարվում պաղատու կուտուրաների շվերում ձմռան հանգստի շրջանում և բիմիական մեթոդով ցրտերի դեմ պայքարելու մեթոդը կիրառելիս: Ինչո՞վ են սրսկվածքույսերը տարբերվում ստուգիչ բույսերից: Սրսկումը կատարել է ավագ գիտա աշխատաղ Մ. Հ. Համբարձումյանը (1) իր առաջարկած ուժույթով՝ դեկտեմբեր ամսին: Մեր կողմից կատարվել է ածխացրերի փոխանակության (մոնուսախարիդներ, սախարոզա, օսլա) և օքսադացման պրոցեսների ինտենսիվության որոշումը 1962—63 և 1963—64 թվականների ձմռանը:

Կատարված փորձերից պարզվել է, որ բույսերի ցրտագիմացկանությունը բարձրացնելու նպատակով կատարված սրսկումները ակտիվացնում են օքսիդացման պրոցեսները: Հատկապես բարձրանում է պերօքսիդազա ֆերմենտի ակտիվությունը, որը ձմռան հանգստի շրջանում իր ակտիվությամբ գերազանցում է պոլիֆենոլօքսիդազային: Տաք ձմռան պայմաններում օքսիդացման ֆերմենտների ակտիվության բարձրացումը սրսկված նմուշներում ավելի ակնհայտ է դառնում շվերի արհեստական կարճատև ցըրտաշարման ժամանակի: Օքսիդացնող ֆերմենտների վրա սրսկման խթանիլ ազգերությունը տարբեր կուլտուրանների մոտ տարբեր տևողություն ունի: Ամենակարճատև ազգեցությունը արտահայտված է գեղձենու մոտ: Միրաննու ստուգիչ և սրսկած բույսերի մոտ տարբերությունը վաղ գարնանը համարյա վերանում է: Նոր գարնանային սրսկումները նորից խթանում են օքսիդացման պրոցեսները: Օքսիդացման պրոցեսների ակտիվացումը հանդիսանում է բույսի վարքագծի արտահայտման ձևերից մեկն անբարենպաստարտաքին պայմանների ժամանակի: Դրա հետ մեկտեղ ակտիվության բարձրացումն ամեն մի կուլտուրայի համար ունի որոշակի սահման:

1964 թ. խիստ ձմռան պայմաններում բոլոր ուսումնասիրած կուլտուրանների շվերում շաքարների բանակը խիստ բարձր է

1963 թ. Համեմատությամբ խաղողի մոտ՝ 2 անգամ, ծիրանենու մոտ՝ 3 անգամ, իսկ դեղձենու մոտ՝ նույնիսկ 6 անգամ։ Դրա փոխարեն բոլոր կուլտուրաների մոտ օսլայի քանակը պարունակվում էր միայն 2 անգամ պակաս։ Նշանակում է, որ շաքարների քանակի աճման և օսլայի հիգրոլիզի խորության միջև գոյություն ունեցող կապը լրիվ համարժեք չէ։ Շաքարների աճը տեղի է ունենում նաև հեմիցելյուլոզների հիգրոլիզի հաշվին։

Սրսկման ազդեցության տակ, օբսիդացման պրոցեսների ակտիվացման հետևանքով, ամենայն հավանականությամբ, արագանում է շնչառության հիմնական էներգետիկ նյութի շաքարների օբսիդացումը և սրանով իսկ պաշտպանում սպիտակուցները ցրտի քայրալիչ ազդեցությունից։