

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

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

Проблема зимостойкости древесных растений является наиболее сложной в современной биологии.

Защита плодовых растений от губительных действий морозов и заморозков является одним из решающих факторов для получения высоких урожаев. Отделом физиологии и биохимии института в результате многолетних экспериментальных исследований разработан химический метод борьбы против заморозков и морозов. Суть его заключается в том, что растения после опрыскивания определенной смесью химически активных веществ (водный раствор 1,1% $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 0,75% KNO_3 , 1,44% KBg , 0,01% гетероауксина) проявляют более высокую морозоустойчивость.

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

Целью наших исследований было выяснить внутренние биохимические изменения плодовых растений под влиянием опрыскивания и холода в период покоя.

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

Исследованию были подвергнуты однолетние побеги абрикоса сорта Еревани (из совхоза № 3 Эчмиадзинского района), персика сорта Наринджи (из Октемберянского и Арташатского районов), винограда сорта Араксени белый (из Паракарской экспериментальной базы института) в период покоя за 1962—63 и 1963—64 гг. Опрыскивание проводилось в декабре при положительных температурах.

Температурные данные зимы 1962/1963 г.

Декады	Декабрь			Январь			Февраль		
	максимальная	минимальная	среднесуточная	максимальная	минимальная	среднесуточная	максимальная	минимальная	среднесуточная
I	+7.0	-0.6	+3.9	+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 таблицы 1, зима 1962/63 г. была мягкой, с положительной среднесуточной температурой. Минимальная температура за всю зиму лишь в первой декаде февраля составляла $-4,4^{\circ}$. Небольшие и непродолжительные морозы все время сопровождались оттепелями, поэтому, наряду с естественными условиями,

некоторые образцы побегов опрыснутых и контрольных растений были подвергнуты искусственному промораживанию в течение 3—4 часов при $-21-22^{\circ}$. Как показали анализы, наши ожидания оправдались. Разница между опрыснутыми и контрольными растениями более ярко выявилась именно в опытах с промораживанием. После теплой зимы, когда уже начались явления сокодвижения и набухания почек, часть опытных растений абрикоса подверглась вторичному опрыскиванию—28 февраля, 7—8 марта, во время внезапных весенних заморозков ($10,4-12^{\circ}$). 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 ниже -20° была общей продолжительностью—153 часа, ниже -22° — 70 часов, ниже -20° —19 часов и ниже -26° около 4 часов. Абсолютный минимум в воздухе достиг $-27,6^{\circ}$, а на поверхности снежного покрова — даже -30° . По сравнению с предыдущими годами абсолютный минимум зимы 1963/64 г. не был самым значительным, однако для зимовки растений опасны не столь кратковременные абсолютные минимумы температуры, сколь 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 делились на две части: определение ферментов фиксировалось при 45° , а при других анализах—сперва обрабатывались текучим паром, затем высушивались при $80-85^{\circ}$. Во всех пробах определялись моносахариды, сахароза, крахмал по Бертрону после их фракционного разделения. Из олигосахаридов количество рафинозы и стахиозы определялось разработанным нами денситометрическим методом. Проводилась хроматография сахаров и свободных

158

аминокислот, определение активности ферментов амилазы, пероксидазы и полифенолоксидазы.

Результаты изучения окислительных процессов

Как видно из таблицы 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° три час.) резко повысилась (в 5—6 раз) активность фермента пероксидазы, что сопровождалось 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 возросла 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 повышении 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, 26 марта, в период набухания почек опрыснутые растения продолжали сохранять 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

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

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

опрыскивания на окислительные процессы исчезает и даже наблюдается обратное воздействие. Активность полифенолоксидазы 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 пероксидазная 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 повышает больше, чем активность полифенолоксидазы. В побегах абрикоса, в отличие от персика, она

рыснутые растения уже 9 февраля не преобладали над контрольными растениями активностью оксидаз. У них, например, даже обнаруживалась несколько пониженная активность. Следовательно, продолжительность последствия 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 опрыснутых растений по сравнению с контролем увеличилась на 141%, достигнув почти уровня опрыснутых растений от 21 января. На этот раз активность пероксидазы повысилась (187%).

Таблица 3

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

Дата	Варианты опыта	Сумма	Полифенолокси- даза	Пероксидаза	В % к контролю		
					сумма	полифе- нолокси- даза	перокси- даза
21/I	Контрольные	16.6	7.4	9.2	—	—	—
	Опрыснутые	22.1	9.2	12.7	132	124	138
9/II	Контрольные	14.0	8.5	5.4	—	—	—
	Опрыснутые	12.0	6.1	5.9	85	72	—
10/III	Контрольные	13.5	7.9	5.6	—	—	—
	Опрыснутые (после повторного опрыс- кивания 28/II)	21.1	6.9	14.0	141	187	250

В побегах винограда (табл. 4) 22 января наблюдалась та же картина, что и у предыдущих культур—персика и абрикоса. В данном случае опрыснутые растения винограда по активности оксидаз на 118% превосходили контрольные растения. Наибольшая разность отмечалась также

по ферменту пероксидазы. Теплая и короткая зима привела к ослаблению окислительных процессов. При этом у опрыснутых растений это падение происходило более сдержанно, в результате чего к 7 февраля они сохранили более высокую активность, чем контрольные растения.

В это время разность между опрыснутыми и контрольными растениями возросла почти на 191%, но так как общий уровень окислительных процессов был довольно занижен, то после искусственного промораживания побегов при -22° в течение 4 часов активность оксидаз у контрольных растений повысилась до уровня опрыснутых растений, у которых активность оксидаз после про-

Таблица 4

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

Дата	Варианты опыта	Условия опыта	Сумма	Полифенол-оксидоза	Пероксидаза	Прирост в % к контролю		
						Сумма	полифенол-оксидоза	пероксидаза
22/I	Контрольные Опрыснутые	В естественных условиях	12.5	6.4	4.7	—	—	—
			14.8	9.2	7.4	118	124	153
7/II	Контрольные Опрыснутые	В естественных условиях	3.8	2.8	1.0	—	—	—
			7.2	3.8	3.6	191	129	363
7/II	Контрольные Опрыснутые	После промораживания (при -22°C 4 часа)	8.4	4.1	3.2	—	—	—
			6.9	3.7	3.1	82	91	95

раживания практически не изменилась. Следовательно, 7 февраля опрыснутые растения винограда сохранили максимальную возможность активности оксидаз для данных условий (теплая зима 1963 г.). Контрольные растения достигли этого предела только при неблагоприятных условиях — в опытах с промораживанием.

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

Таблица 5

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

Культура	Варианты опыта	Д а т ы		
		4—6/I	7—13/II	4—8/IV
Абрикос	Опрыснутые	17,1	7,2	14,5
	Контрольные	13,2	7,2	14,6
	% к контролю	1330,0	100,0	100,0
Персик	Опрыснутые	23,0	9,9	15,1
	Контрольные	26,0	7,5	13,2
	% к контролю	105,0	130,0	115,0
Виноград Араксени белый	Опрыснутые	18,8	13,0	4,1
	Контрольные	14,5	12,8	3,6
	% к контролю	129,0	1000,0	105,0
Русский Конкорд Морозо-стойкий 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 $-20-21^{\circ}$ в течение нескольких дней. В это время у персика опрыскивание не особенно отразилось на активность оксидаз. Значит, повышение уровня окислительных процессов не может происходить бесконечно, а имеет для данной породы и сорта определенный предел. Об этом свидетельствует также слегка изменившийся уровень окислительных процессов у абрикоса и винограда при крайне разных метеорологических условиях января 1963 и 1964 годов. После продолжительных холодов 13 февраля активность ферментов у всех изученных пород понизилась, но по-разному: у персика — в три раза, абрикоса — в два, а у винограда — незаметно.

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 синтетических процес-

сов. Срезы однолетних побегов, а также данные высокой активности оксидаз за 4—8 апреля 1964 г. показали, что после резких холодов вымерзли не все ткани побегов. Относительно влияния опрыскивания на окислительные процессы в условиях 1964 г. можно сказать, что абрикосы и виноград проявили себя одинаково. У них повышающийся 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 опрыснутых растений сохранилась сравнительно дольше. В последующем выявилась необходимость проведения весеннего опрыскивания для предохранения почек и цветов от весенних заморозков. Как видно из данных таблицы 6, это мероприятие привело к повышению активности окислительных ферментов у абри-

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
	Опрыснутые	12,5	17,1
	В проц. к контролю	122,0	127,0
Персик	Контрольные	12,5	13,5
	Опрыснутые	16,8	20,1
	В проц. к контролю	134	148,0

коса и у персика, что более наглядно выявилось при воздействии температуры -5° в течение трех часов.

Таким образом, повышение активности окислительных ферментов под влиянием холода, а также опрыскивания изучаемой смесью химикатов, является одной из ответных реакций растений с повышенной морозостойкостью.

Они играют важную роль в обмене веществ потому, что являются источником синтеза многих растительных веществ, частично и потому, что служат важным субстратом для клеточного дыхания, представляя базу для получения так называемой «свободной энергии».

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	22.4	13.9
	Опрыснутые	После промораживания при -21 С 3 час	13.6	15.6	15.5
	Контрольные		—	18.7	—
	Опрыснутые		—	35.8	—
Персик	Контрольные	В естественных условиях	25.5	—	23.1
	Опрыснутые	После промораживания при -22 С 3 час	24.6	—	17.4
	Контрольные		28.7	—	—
	Опрыснутые		28.7	—	—
Виноград	Контрольные	В естественных условиях	26.2	33.2	—
	Опрыснутые	После промораживания при -22 С 4 час	35.9	36.2	—
	Контрольные		33.6	37.2	—
	Опрыснутые		49.0	64.1	—

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

Работами М. В. Ефимова показано, что предпосев-

ная обработка семян раствором йодистого калия вызывает снижение активности амилазы. Впоследствии в листьях изменяется спектр поглощения пигментов, а это значит, что йод в дальнейшем принимает участие в синтезе пигментов листьев, усиливает синтез белков. Возможно, что и у

Таблица 8

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

Дата	Условия опыта	Варианты опыта	Сахара			Крахмал
			сумма	молозы	сахароза	

1 9 6 3 г.

24/I	В естественных условиях	Контрольные	3,92	4,96	3,96	9,98
		Опрыснутые	9,32	5,06	4,26	9,34
24/II	После промораживания при -21°C 3 ч.	Контрольные	9,24	5,18	4,06	8,47
		Опрыснутые	8,81	4,96	3,85	0,10
26/III	В естественных условиях	Контрольные	9,05	4,37	4,71	4,61
		Опрыснутые	9,27	4,47	4,80	4,70

1 9 6 4 г.

4/I	В естественных условиях	Контрольные	16,96	8,45	8,51	5,22
		Опрыснутые	16,36	9,91	6,43	5,85
13/II	В естественных условиях	Контрольные	17,00	8,26	8,74	4,28
		Опрыснутые	14,50	6,80	7,70	5,52
8/V	После промораживания при -5°C 3 ч.	Контрольные	10,10	6,21	22,89	6,27
		Опрыснутые	18,00	6,44	11,56	5,68

нас при опрыскивании изучаемой смесью химикатов, где содержится близкое к йоду вещество—бром, подавляется активность амилазы при плюсовых температурах. При воздействии отрицательных температур, видимо, снижается

ингибирующее действие и во многих случаях наблюдается активирование амилазы.

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

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

Таблица 9

Содержание углеводов в побегах абрикоса (в % 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	Контрольные	3,45	1,69	1,76	4,78
		Опрыснутые	3,33	1,50	1,83	5,47
	В естественных условиях	Контрольные	2,55	1,21	1,34	5,98
		Опрыснутые	81'8	1,71	1,47	5,25
10/III	В естественных условиях	Контрольные	3,67	1,96	1,58	4,98
		Опрыснутые	3,19	1,75	1,44	6,72
1964 г.						
3/I	В естественных условиях	Контрольные	12,10	8,31	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	В естественных условиях	Контрольные	6,65	3,53	6,02	5,00
		Опрыснутые	7,90	2,88	4,02	5,48

Как видно из данных таблицы 9, 24 января 1963 г. количество сахаров у контрольных растений после холода возросло почти в два раза, и заметно уменьшилось количество крахмала. У опрыснутых растений такие изменения произошли в естественных теплых условиях, а после промораживания количество крахмала сохранилось, сахар был частично израсходован, по-видимому, на повышенные окислительные процессы. Этим отчасти повысилась морозостойкость опрыснутых растений. Получилось так, что опрыскивание заставило растения персика экономно обращаться с запасным углеводом — крахмалом. Побеги винограда (табл. 10), по сравнению с персиком и абрикосом, богаче сахаром и крахмалом.

Таблица 10

Изменение содержания углеводов в побегах винограда сорта Араксинский белый (в % на сухой вес)

Дата	Условия опыта	Варианты опыта	Сахара			Крахмал
			сумма	монозы	сахароза	
1 9 6 3 г.						
23/I	В естественных условиях	Контрольные	8.92	4.96	3.96	9.08
		Опрыснутые	9.32	5.06	4.25	9.34
23/I	После промораживания при -21°C 3 ч.	Контрольные	9.24	5.18	4.06	8.47
		Опрыснутые	8.81	4.96	3.85	9.10
7/II	В естественных условиях	Контрольные	4.08	4.37	4.71	4.61
		Опрыснутые	9.27	4.47	4.80	4.70
1 9 6 4 г.						
6/I	В естественных условиях	Контрольные	16.9	8.45	8.51	5.22
		Опрыснутые	16.36	9.91	6.43	5.85
19/III	В естественных условиях	Контрольные	17.00	7.36	8.74	4.28
		Опрыснутые	14.50	6.80	7.70	5.52
4/IV	В естественных условиях	Контрольные	19.10	6.21	12.86	6.27
		Опрыснутые	18.00	6.44	11.56	6.68

В 1963 г. опрыскивание не вызвало существенных изменений в содержании углеводов, хотя и был случай более бережного отношения к количеству крахмала в холод, как это отмечалось выше у персика.

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

Следовательно, под влиянием опрыскивания в теплых условиях 1963 г. растения приобрели способность в период похолодания усиливать ферментативное расщепление крахмала и увеличивать содержание сахаров, рассматриваемое 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 содержании 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 количеством сахаров. У всех изученных растений крахмал содержался в два раза меньше, тогда как количество сахаров у винограда повысилось в два раза, у абрикоса — в три раза, у персика — в шесть раз. Эти данные показывают, что рост сахаров происходит не только за счет гидролиза крахмала, как это мы уже отмечали на винограде, но и, безусловно, за счет некоторых 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, а также некоторая тенденция сохранения количества крахмала

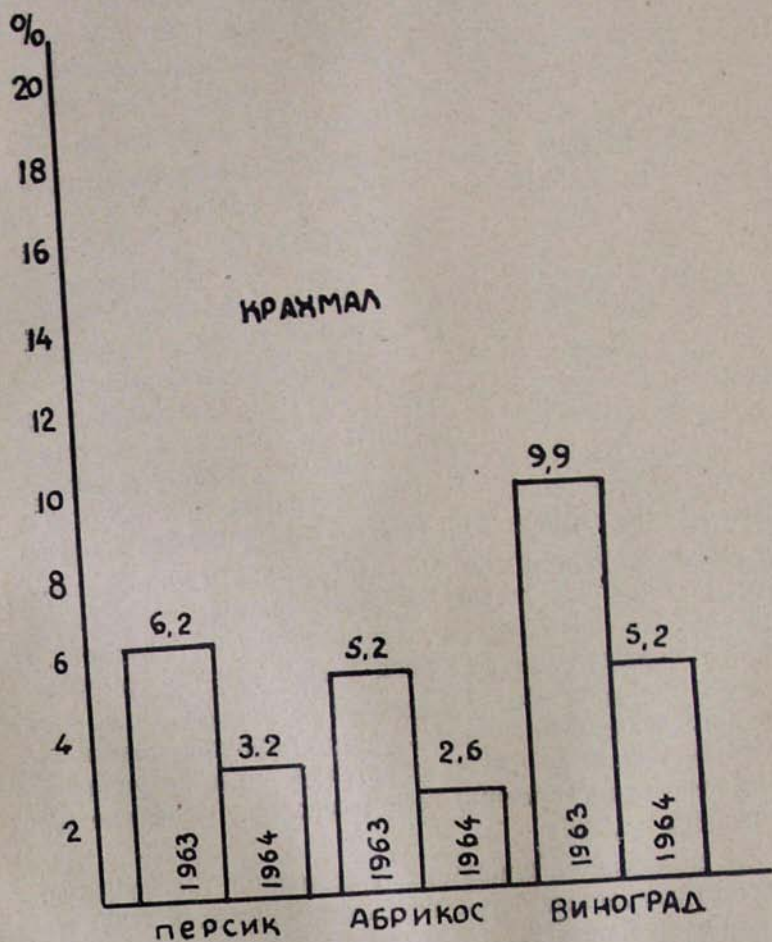


Рис. 1.

% содержание крахмала у плодовых культур и винограда.

на более высоком уровне у опрыснутых растений. Эта тенденция хотя и проявилась в побегах абрикоса и винограда, в последующем (в феврале, апреле) была настолько слабо выражена, что фактически опрыснутые и контрольные растения в суровую зиму 1964 г. по содержанию углеводов

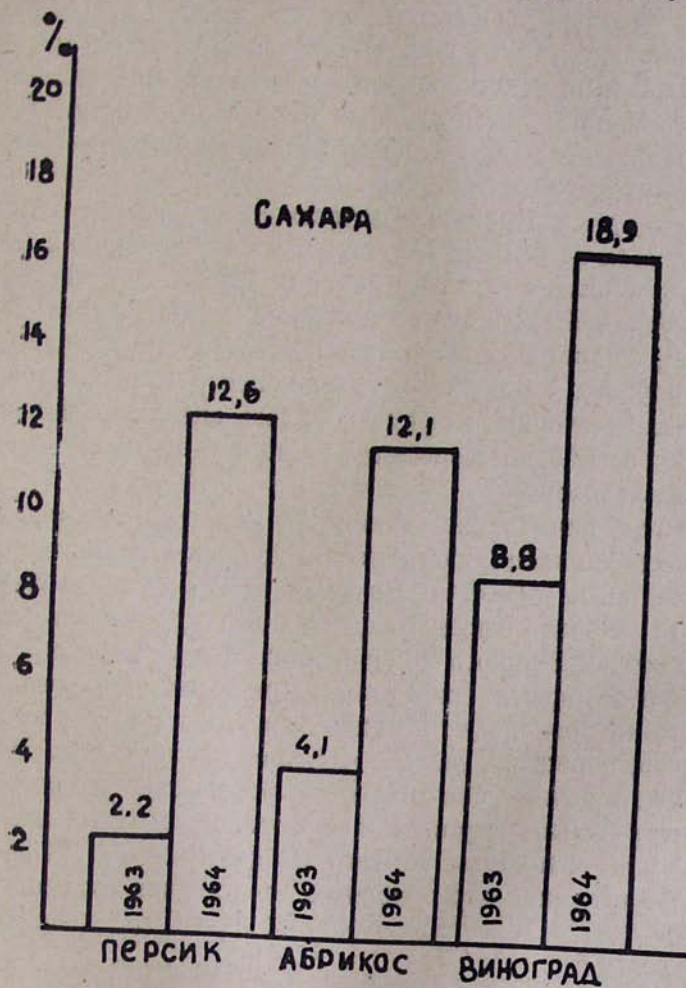


Рис. 2.

% содержание крахмала у плодовых культур и винограда.

особенно не отличились. У персика наблюдались 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 таблицы 11, 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 была в два раза больше и уменьшилась 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 абрикоса 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 обычный ход превращения углеводов.

Многие исследователи считают, что по содержанию сахаров можно судить о морозостойкости растений. Однако проведенные исследования указывают на отсутствие такой коррелятивной зависимости.

Л. И. Сергеев и др. отметили в своих исследованиях, что

Таблица 11

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

Культура	Условия опыта	Варианты опыта	Сахара			Крахмал	Активность амилазы
			сумма	монозы	сахароза		
Абрикос	В естествен- ных условиях	Контрольные	12,46	2,05	9,51	4,86	28,9
		Опрыснутые	11,35	1,44	9,91		23,5
	После промо- раживания при -5°C 3 ч	Контрольные	11,20	3,07	8,13	5,88	26,3
		Опрыснутые	10,71	3,07	7,53		10,7
Персик	В естествен- ных условиях	Контрольные	15,32	5,54	9,48	3,44	13,5
		Опрыснутые	13,57	4,58	9,09		21,0
	После промо- раживания в -5°C 3 ч	Контрольные	13,32	6,38	6,64	5,28	19,7
		Опрыснутые	12,66	5,81	6,85		33,9

Морозостойкие сорта отличаются не только большим содержанием олигосахаридов, но и более разнообразным их качественным набором. Накопление олигосахаридов при отрицательных температурах и их коррелятивная связь с морозостойкостью в коре установлены авторами при изучении различных пород. По Сергееву, чем ниже температура, тем больше накапливается олигосахаридов.

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, поведение таких углеводов — олигосахаридов, какими являются рафиноза и стахиоза, различно у сортов винограда с разной морозостойкостью. Морозостойкие сорта характеризуются сравнительным присутствием в содержании рафинозы в условиях, провоцирующих оттепели и морозы.

Как видно из данных табл. 12, у абрикоса под влиянием опрыскивания даже в условиях теплой зимы усилива-

Таблица 12

Содержание олигосахаридов в побегах плодовых и винограда
(в мг σ/μ 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
Абрикос	Контрольные	В естественных условиях	81	270	следы	51	78	0
	Опрыснутые		285	471		76	223	0
	Контрольные	После промораживания при -21°C 3 час.	—	1038	—	—	263	0
	Опрыснутые		—	473		—	258	0
Персик	Контрольные	В естественных условиях	443	—	271	223	—	151
	Опрыснутые		451	—	241	115	—	150
	Контрольные	После промораживания при -21°C 3 час.	201	—	—	168	—	—
	Опрыснутые		371	—	—	113	—	—
Виноград	Контрольные	В естественных условиях	453	421	—	326	261	—
			443	443	—	306	260	—

ется синтез изученных олигосахаридов. Поэтому, когда побеги опрыснутых растений были подвергнуты промораживанию (-21° , 3 часа), количество рафинозы практически не изменилось. Они в этом отношении проявили стойкое поведение. Достаточно было подвергнуть промораживанию контрольные растения, как количество рафинозы у них существенно изменилось.

Таким образом, наименьшие колебания рафинозы отмечались у опрыснутых растений персика, абрикоса и винограда во время искусственного промораживания побегов, чего нельзя сказать в отношении контрольных растений. Важно, 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 последствий с точки зрения эффекта на окислительные процессы длится по-разному:

а) дольше 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. Опрыснутые растения несколько труднее поддаются этому, потому у них окислительные процессы отличаются от контрольных растений.

Искусственное промораживание побегов в это время у опрыснутых растений практически не меняет активность оксидаз, в то время, как у контрольных она повышается, достигнув почти уровня ее у опрыснутых 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 содержании 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 опрыснутые растения абрикоса и винограда приобретают способность резко усилить ферментативное расщепление 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 вместо 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 повышается морозоустойчивость плодовых пород под влиянием опрыскивания, и несколько затрудняется процесс ледооб-

разования 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.

**ԲԻՈԳԵՄԵԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՏՂԱՏՈՒ
ԿՈՒԼՏՈՒՐԱՆԵՐԻ ԵՎ ԽԱՂՈՂԻ ՇՎԵՐՈՒՄ՝ ՑՐՏԱՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԴԵՄ ՔԵՄԵԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ ՊԱՅՔԱՐԵԼԻՍ**

(Ա մ փ ո փ ու մ)

Այս աշխատանքի նպատակն է պարզել, թե ինչպիսի բիոբի-
միական փոփոխություններ են տեղի ունենում պտղատու կուլտու-
րաների շվերում ձմռան հանգստի շրջանում և ցրտերի դեմ քիմիա-
կան մեթոդով պայքարելիս: Ինչո՞ւ ևն սրակված բույսերը տարբեր-
վում ստուգիչ բույսերից: Սրակումը իր առաջարկած լուծույթով՝
դեկտեմբեր ամսին կատարել է ավագ գիտ. աշխատող Մ. Հ. Համ-
բարձումյանը: Մեր կողմից կատարվել է ածխաջրերի փոխանակու-
թյան և օքսիդացման պրոցեսների ինտենսիվության որոշումը
1962—63 և 1963—64 թվականների ձմռանը:

Փորձերը ցույց են տվել, որ բույսերի ցրտադիմացկունու-
թյունը բարձրացնելու նպատակով կատարված սրակումները
ակտիվացնում են օքսիդացման պրոցեսները: Հատկապես բարձ-
րանում է պերօքսիդազա ֆերմենտի ակտիվությունը, որը ձմռան
հանգստի շրջանում իր ակտիվությամբ գերազանցում է պոլիֆենոլ-
օքսիդազային: Տաք ձմռան պայմաններում սրակված նմուշներում
օքսիդացման ֆերմենտների ակտիվության բարձրացումը ավի-
լի ակնհայտ է դառնում շվերի արհեստական կարճատև ցրտա-
հարման ժամանակ: Սրակման խթանիչ ազդեցությունը օքսիդացնող
ֆերմենտների վրա տարբեր կուլտուրաների մոտ տարբեր տե-
վողություն ունի: Ամենակարճատև ազդեցությունն արտահայտ-
ված է զեղձենու մոտ: Ծիրանենու ստուգիչ և սրակած բույսերի մոտ
վաղ զարնանը տարբերությունը համարյա վերանում է: Գարնանա-
յին նոր սրակումները նորից խթանում են օքսիդացման պրոցես-
ները: Վերջիններիս ակտիվացումը բույսի վարքագծի արտահայտ-

ման ձևերից մեկն է արտաքին անբարենպաստ պայմանների ժամանակ: Դրա հետ մեկտեղ ակտիվության բարձրացումն ամեն մի կուլտուրայի համար ունի որոշակի սահման:

1964 թ. խիստ ձմռան պայմաններում, 1963 թ. համեմատությամբ, բոլոր ուսումնասիրված կուլտուրաների շվերում շաքարների քանակը խիստ բարձր է, խաղողի մոտ՝ 2 անգամ, ծիրանենու մոտ՝ 3 անգամ, իսկ դեղձենու մոտ՝ նույնիսկ 6 անգամ: Դրա փոխարեն բոլոր կուլտուրաների մոտ օսլայի քանակը 2 անգամ պակաս է: Նշանակում է, որ շաքարների քանակի աճման և օսլայի հիդրոլիզի խորության միջև գոյություն ունեցող կապը լրիվ համարժեք չէ: Շաքարներն աճում են նաև հեմիցելյուլոզների հիդրոլիզի հաշվին:

Սրսկման աղդեցության տակ, օքսիդացման պրոցեսների ակտիվացման հետևանքով, ամենայն հավանականությամբ, արագանում է շնչառության հիմնական էներգետիկ նյութի՝ շաքարների օքսիդացումը և սրանով իսկ որոշ չափով պաշտպանում սպիտակուցները ցրտի քայքայիչ աղդեցությունից: