

УДК 634.11:581:631.811.98

## ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЯБЛОНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ХЛОРХОЛИНХЛОРИДОМ И РАЗНЫХ УРОВНЯХ УДОБРЕНИЯ

Н. В. АГАФОНОВ, Л. Е. ГУБИНА

(Кафедра плодоводства)

В настоящее время применение физиологически активных веществ в плодоводстве является одним из важных элементов интенсификации этой отрасли. Их роль особенно возросла с открытием регуляторов роста класса ретардантов, среди которых наиболее ценны для практики 2,2-диметилгидразид янтарной кислоты, хлорхолинхлорид (хлористый (2-хлорэтил)-триметиламмоний) и 2-хлорэтилфосфоновая кислота.

Обработки ретардантами позволяют ускорять начало плодоношения, контролировать размеры и структуру кроны, повышать устойчивость деревьев к неблагоприятным факторам среды, облегчают использование средств механизации при обрезке и уборке урожая. Вполне возможно, что в дальнейшем для расширения спектра применения ретардантов будут использоваться различные их сочетания или композиции в зависимости от реакции пород и сортов на обработку. В этой связи особое значение приобретает изучение действия ретардантов на физиологические свойства обрабатываемых растений.

### Методика

Исследования проводились в учебно-опытном саду на экспериментальной базе ТСХА «Михайловское». Деревья сорта Антоновка посажены в 1968 г., подвой — сеянцы Антоновки, схема посадки 4×5. Почвы дерново-подзолистые, содержание  $P_2O_5$  — 7,5 мг и  $K_2O$  — 16 мг на 100 г почвы,  $pH_{сол}$  5,0—5,5. Удобрения вносили в виде аммиачной селитры (весной), двойного суперфосфата и калийной соли (осенью). Одинарная доза удобрений — 90 кг д. в. на 1 га. Деревья обрабатывали хлорхолинхлоридом (0,6 %) через две недели после цветения, а затем еще 2 раза с 10-дневными интервалами.

Содержание пигментов в листьях устанавливали по методике Годнева [10] и Шлык [23]; оптические свойства листьев — по Бранту и Тагеевой [8]. Содержание общего азота определяли методом сжигания в серной кислоте и отгоном аммиака в аппарате

Кьельдаля, белки — методом фракционирования по Плешкову [18]. Количественное содержание белка каждой фракции находили путем измерения поглощения раствором белка в ультрафиолетовой части спектра (альбумины — 210—220 нм; проламины — 210—232, глобулины — 200—220, глютелины — 210—226 нм).

Для определения морозоустойчивости побегов их промораживали в холодильной камере (скорость снижения температуры 5 град в 1 ч) и проводили полевые наблюдения после суровой зимы 1978/79 г. Морозоустойчивость оценивали по пятибалльной шкале: 1 — деревья не подмерзли; 2 — подмерзли слабо (только периферийные ветки); 3 — средние (периферийные ветки и часть полускелетных ветвей); 4 — сильно (подмерзание захватило основание части скелетных ветвей); 5 — деревья полностью погибли.

### Содержание пигментов и оптические свойства листьев

Применение хлорхолинхлорида значительно влияло на пигментную систему листа яблони. Как правило, в листьях обработанных деревьев существенно возросло содержание хлорофилла и каротиноидов (табл. 1). При этом важно отметить, что хлорхолинхлорид был наиболее эффективным при совместном применении с удобрениями.

Содержание пигментов (мг/дм<sup>2</sup>) в листьях яблони Антоновка 1973 г.

Вариант удобрения	21/VI			12/VII			28/VIII		
	хлорофилл		каротиноиды	хлорофилл		каротиноиды	хлорофилл		каротиноиды
	a	b		a	b		a	b	
Без удобрений	1,17	0,67	0,66	2,10	1,17	0,94	2,19	0,53	0,81
	1,42	0,86	0,67	2,59	1,66	1,05	2,41	1,35	0,95
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,11	0,56	0,79	2,21	1,18	0,98	2,17	0,73	1,03
	1,65	0,61	0,88	2,93	2,02	1,04	2,52	1,33	1,05
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,01	0,52	0,57	2,30	1,12	1,03	2,26	1,14	0,97
	1,63	0,59	0,74	2,21	1,16	1,02	2,78	1,68	1,09
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	1,59	0,95	0,75	2,55	1,75	1,09	2,56	0,60	1,02
	1,64	0,94	0,84	2,58	1,72	1,03	2,57	1,32	1,06
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	1,17	0,93	0,64	2,39	1,09	1,13	1,82	0,80	0,86
	1,87	0,94	0,89	2,42	1,46	1,21	3,14	1,77	1,21
НСП <sub>05</sub>	0,27	0,03	0,42	0,19	0,15	0,08	0,13	0,59	0,14

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5, 6, 7 в числителе — без обработки, в знаменателе — обработка хлорхолинхлоридом.

Содержание пигментов, особенно хлорофилла, в листьях не остается постоянным в течение сезона. Оно возрастает к середине лета и заметно снижается к осени. Однако в листьях обработанных деревьев уменьшение содержания данного пигмента к осени было слабее. Наши данные согласуются с результатами исследований, проведенных на яблоне [12], груше [17], вишне [16] и землянике [4].

Следовательно, можно с уверенностью говорить о том, что хлорхолинхлорид положительно влияет не только на синтез, но и на физиологическую и химическую устойчивость хлорофилла в листьях яблони. Это значит, что при правильном применении он стабилизирует фотосинтетическую систему плодовых деревьев и повышает ее продуктивность.

Содержание пигментов в листьях, очевидно, связано с их анатомическим строением. На это, в частности, указывают ряд авторов [5], которые установили, что хлорхолинхлорид способствует значительному утолщению листовой пластинки и палисадной ткани, а также повышению плотности упаковки клеток в тканях листа.

Таблица 2

Толщина листовой пластинки яблони (мкм) в 1972—1975 гг.

Вариант удобрения	1972		1973		1974		1975	
	К	О	К	О	К	О	К	О
Без удобрений	274	270	269	308	218	280	347	368
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	234	286	294	317	195	233	351	360
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	249	296	—	—	208	230	347	379
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	262	319	312	320	210	236	367	355
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	240	332	316	358	188	236	323	368
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	252	330	—	—	198	224	312	354
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	220	313	294	320	185	222	307	348
НСП <sub>05</sub>	0,14		0,18		0,17		0,25	

Примечание. Здесь и в табл. 4, 8 и 9 К — контроль (без обработки), О — обработка хлорхолинхлоридом.

Коэффициенты отражения (R), пропускания (T), поглощения (A)  
у листьев яблони (% от поступающей радиации). 1973 г.

Вариант удобрения	550—560 нм			670—680 нм			700—720 нм		
	R	T	A	R	T	A	R	T	A
21/VI									
Без удобрений	9,5	13,1	77,4	7,7	4,4	87,9	21,6	24,3	54,1
	8,3	9,3	82,4	6,6	3,2	90,2	18,6	17,3	64,1
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	11,7	13,9	74,4	7,5	4,3	88,2	30,0	23,3	46,7
	10,0	12,2	77,8	6,9	3,6	89,5	25,6	21,0	53,4
12/VII									
Без удобрений	8,0	7,3	84,7	6,8	2,5	90,7	29,0	17,3	53,7
	6,5	4,5	89,0	6,0	2,0	92,0	16,0	13,6	70,4
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	8,0	10,0	82,0	7,3	3,0	89,7	21,3	24,3	54,4
	7,0	5,5	87,5	5,5	2,5	92,3	16,6	21,3	62,1
28/VIII									
Без удобрений	7,5	4,6	87,9	6,3	1,7	92,0	10,2	7,5	82,5
	6,1	2,5	91,4	5,4	1,0	93,6	8,2	5,2	86,5
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	7,5	3,5	89,0	6,7	1,7	91,6	14,6	8,0	77,4
	6,0	2,6	91,4	6,0	1,0	93,0	10,6	7,3	82,1

При обработках хлорхолинхлоридом толщина листовой пластинки увеличивалась и в наших опытах (табл. 2). Это было более заметно в первые годы исследований, особенно в вариантах с совместным применением препарата и удобрений.

Таким образом, можно полагать, что хлорхолинхлорид способствует усилению признаков ксерофильности, свойственных листьям светового типа [14]. Если также учесть данные о благоприятном влиянии указанного ретарданта на развитие корневой системы в опытах с грушей [1], яблоней [7], вишней [16] и земляникой [5], то можно с уверенностью говорить о положительном его действии на засухоустойчивость плодовых растений.

Повышение содержания пигментов в известной мере можно рассматривать и как следствие изменения анатомической структуры листа под действием хлорхолинхлорида. Это косвенно подтверждает мнение о том, что анатомическое строение листа достаточно легко изменяется под влиянием факторов внешней среды [9]. Известно также, что пигментная система и анатомическая структура определяют оптические свойства листьев. Следовательно, увеличение накопления пигментов и утолщение листовой пластинки при обработках ретардантом должно приводить к усилению способности листьев поглощать солнечную радиацию.

Проведенные исследования показали, что у обработанных деревьев существенно усилилось поглощение ФАР. При этом данный показатель увеличивался по всему участку спектра, но особенно заметно в области 550—560 и 700—720 нм. Отмеченные различия в большей мере проявлялись в первой половине лета, чем в конце августа (табл. 3). Отмечено значительное возрастание поглощения в длинноволновой части спектра, что, вероятно, связано с повышением содержания хлорофилла *a*, имеющего максимум поглощения в области 700 нм. Как известно, этот пигмент является основным элементом комплекса реакционного центра фотосинтеза, он выполняет своеобразную роль ловушки, в ко-

Отношение между коэффициентами отражения и пропускания радиации листьев в участке спектра 550—560 нм. 1973 г.

Вариант удобрения	21/VI		21/VII		28/VIII	
	К	О	К	О	К	О
Без удобрения	0,74	0,88	1,14	1,44	1,66	2,40
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,85	0,83	0,80	1,25	2,14	2,17
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,79	0,80	0,73	1,00	1,70	2,12
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,83	0,95	0,88	1,34	1,32	3,09
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,82	0,85	0,82	0,95	2,33	3,40

торой концентрируется вся энергия, поглощаемая другими элементами пигментной системы [19]. Следовательно, приведенные данные позволяют предположить, что применение ретарданта оптимизирует пигментную систему листа яблони.

Однако положительное влияние хлорхолинхлорида на оптические свойства листьев нельзя связывать только с хлорофиллом *a*. Поглощение радиации, так же как и повышение эффективности действия фотосинтезирующей системы вообще, определенным образом зависит и от других пигментов. В частности, специальными исследованиями установлено, что наиболее эффективно фотосинтез протекает при соответствующем соотношении между хлорофиллами *a* и *b*, которое и определяется достаточно высоким содержанием последнего [11].

Изменения оптических свойств листьев при обработке ретардантом в большей мере связаны с коэффициентом отражения, чем с коэффициентом пропускания радиации. Достаточно ясно это видно при анализе соотношений между указанными коэффициентами в области спектра 550—560 нм (табл. 4). В данном случае применение ретарданта существенно увеличивало указанное отношение. Особенно значительно оно возросло в середине и во второй половине лета. Следовательно, хлорхолинхлорид существенно усиливает признаки, свойственные листьям светового ксерофильного типа. В частности, это подтверждается тем, что у теневых листьев коэффициент пропускания выше, чем у световых [22].

Таким образом, проведенные исследования позволяют считать, что применение хлорхолинхлорида в целом оказывает положительное влияние на фотосинтезирующую систему дерева яблони — увеличивает содержание пигментов, повышает поглощение ФАР. Особенно большое значение это имеет для плодовых деревьев, крона которых обладает относительно большой теневой зоной.

### Азотистый и белковый обмен

При оценке разрабатываемых агротехнических приемов большое внимание следует уделять уровню содержания азота и белковых веществ в органах плодового дерева. Эти показатели положительно коррелируют с развитием генеративных органов. От них в большой степени зависит периодичность плодоношения яблони [2, 21].

Под действием хлорхолинхлорида во второй половине лета и начале осени во всех вариантах опыта в листьях существенно повышалось количество этого элемента, особенно в абсолютном выражении (табл. 5). Аналогичные результаты получены при определении содержания азота в ростовых побегах (табл. 6).

Содержание азота в листьях яблони. 1974 г.

Вариант удобрения	% на сухое вещество				Мг на 1 лист			
	26/VI	22/VII	26/VIII	30/IX	26/VI	22/VII	26/VIII	30/IX
Без удобрений	2,20	2,41	1,93	2,19	4,55	4,99	4,38	4,53
	2,20	2,20	2,17	2,00	4,25	6,31	6,44	6,54
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,19	1,94	1,89	1,92	4,38	5,68	4,29	5,14
	2,21	2,48	2,20	2,09	5,46	7,61	5,34	5,89
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,15	2,47	2,01	1,98	5,01	6,42	4,74	5,54
	2,24	2,20	1,99	1,93	5,53	6,44	7,04	5,79
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	2,20	2,45	1,99	1,98	4,99	5,56	3,98	4,42
	2,30	2,37	2,18	1,96	5,22	7,11	5,67	4,84
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	2,20	2,18	2,05	1,93	4,40	5,51	4,66	4,38
	2,50	2,25	2,16	1,97	5,18	5,56	6,48	5,77
НСП <sub>05</sub>	—	—	—	—	0,15	0,19	0,14	0,07

Хлорхолинхлорид в сочетании с удобрением способствовал заметному увеличению количества азота в корнях, особенно в середине сезона (табл. 7), что, видимо, происходило из-за существенного повышения поглощающей способности корневой системы за счет стимуляции

Таблица 6

Содержание азота в ростовых побегах яблони

Вариант удобрения	1973				1974			
	7/VI	4/VII	8/VIII	10/IX	26/VI	22/VII	26/VIII	30/IX
	% на сухое вещество							
Без удобрений	1,6	1,3	1,1	1,1	1,4	1,2	0,7	0,7
	2,0	1,5	1,2	1,0	1,4	1,2	0,9	0,8
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,6	1,3	1,0	1,0	1,6	1,3	1,0	0,8
	1,7	1,3	1,2	1,0	1,6	1,2	1,1	1,0
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,7	1,4	0,9	1,1	1,6	1,3	1,1	0,8
	1,8	1,3	1,1	1,4	1,5	1,2	1,1	1,0
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	1,6	1,5	0,9	1,1	1,6	1,3	0,9	0,7
	1,7	1,4	1,2	1,1	1,6	1,3	1,2	0,8
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	—	1,4	1,0	1,0	1,6	1,3	1,2	0,9
	—	1,4	1,2	1,0	1,8	1,3	1,2	1,0
	Мг на 1 побег							
Без удобрений	5,33	7,93	11,22	12,10	4,90	8,40	8,74	10,05
	7,32	10,25	12,80	14,50	5,60	12,66	12,52	13,43
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	7,98	7,80	10,00	11,00	6,18	9,83	11,00	12,00
	6,38	8,58	14,40	16,83	7,78	10,07	13,89	15,71
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	7,92	8,86	8,10	16,50	8,00	9,24	12,21	13,20
	6,99	9,10	12,10	20,02	8,36	11,06	12,00	13,29
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	5,86	9,90	7,50	16,46	7,09	9,83	9,89	10,88
	8,08	12,04	10,80	18,26	8,18	11,05	12,96	14,57
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	—	9,32	10,60	11,30	4,53	9,53	12,35	13,23
	—	9,80	14,76	15,33	8,69	13,00	13,20	14,00
НСП <sub>05</sub>	0,12	0,26	0,23	1,70	0,5	0,16	1,15	1,00

Содержание азота в корнях яблоки (% от сухого вещества)

Вариант удобрения	1973				1974			
	7/VI	21/VI	18/VII	10/IX	26/VI	22/VII	26/VIII	30/IX
Без удобрений	0,93	0,77	1,02	1,15	1,11	1,16	1,14	1,31
	0,83	0,93	1,21	1,45	1,20	1,24	1,20	1,30
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,76	1,09	1,25	1,01	1,07	1,03	1,18	1,26
	0,97	1,12	1,28	1,53	1,10	1,12	1,40	1,34
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,96	1,04	1,19	1,25	1,15	1,16	1,01	1,11
	0,76	1,00	1,29	1,26	1,23	1,23	1,15	1,17
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,90	1,02	1,12	1,03	1,17	1,24	1,19	0,92
	0,66	1,06	1,15	1,18	1,21	0,93	1,25	1,03
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,91	1,22	1,27	1,25	1,24	1,28	0,96	1,29
	0,93	1,24	1,28	1,22	1,18	1,27	1,08	1,26
НСП <sub>05</sub>	0,02	0,04	0,01	0,06	0,02	0,04	0,03	0,05

Таблица 8

Содержание белков в ростовых побегах яблоки (мг/побег)

Белки*	Без удобрения		N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>		N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>		N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>		N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>		НСП <sub>05</sub>
	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	
4/VII 1973 г.											
А	6,3	15,6	11,4	12,0	10,0	9,9	13,2	18,7	19,8	16,5	0,7
Гб	1,9	2,9	2,9	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9	1,7	1,1	0,2
П	2,5	8,8	7,8	6,2	6,2	7,3	7,8	5,7	2,9	7,0	0,6
Гт	6,3	8,2	10,9	14,9	11,2	10,1	13,4	13,9	10,3	16,1	0,9
Об	26,7	45,1	33,0	37,9	31,6	35,4	29,7	43,6	32,1	31,5	—
Сб	43,7	80,6	66,0	74,2	62,2	66,8	67,5	85,7	66,8	72,1	—
8/VIII 1973 г.											
А	22,8	29,1	34,3	30,0	20,6	23,5	24,7	19,6	25,7	30,9	1,1
Гб	1,7	1,4	2,4	2,9	2,2	2,2	1,5	2,0	1,7	2,2	0,2
П	4,2	3,0	4,2	5,2	5,8	5,6	4,6	5,3	4,8	5,8	0,7
Гт	14,9	29,6	22,2	21,5	16,1	18,6	22,7	28,4	20,9	21,4	2,0
Об	43,3	56,0	48,1	63,8	35,4	57,8	32,3	45,7	49,7	58,8	—
Сб	86,9	119,2	111,5	129,3	79,6	107,1	85,7	100,8	102,9	119,0	—
22/VII 1974 г.											
А	19,5	27,1	25,3	27,1	19,2	25,6	20,6	25,3	22,9	30,4	2,9
Гб	1,7	1,2	1,9	2,1	2,0	3,9	2,0	1,9	1,7	2,5	0,2
П	2,2	2,5	3,3	3,4	3,5	4,0	4,6	4,2	4,1	5,5	0,7
Гт	4,8	6,4	5,3	6,5	5,6	6,9	4,9	5,7	6,3	9,1	1,3
Об	13,5	22,1	18,9	20,3	16,0	24,2	16,1	18,6	25,2	28,1	—
Сб	45,9	59,3	54,6	59,4	46,3	64,5	48,2	55,8	60,2	75,6	—
26/VIII 1974 г.											
А	21,8	27,0	24,4	33,4	26,7	32,6	17,8	24,3	17,0	18,4	2,5
Гб	5,8	6,7	6,3	7,3	3,0	3,7	5,2	5,1	5,5	6,1	1,1
П	2,5	3,8	3,2	4,6	3,3	3,5	2,6	2,6	2,0	2,9	0,7
Гт	20,6	24,0	22,8	25,4	19,2	19,3	15,2	16,8	14,9	17,2	1,1
Об	27,7	33,6	30,3	45,0	25,0	30,7	25,9	27,4	32,2	38,5	—
Сб	78,7	95,1	86,8	115,6	77,2	89,7	65,6	76,2	71,7	83,0	—

\* А — альбумины, Гб — глобулины, П — проламины, Гт — глютелины, Об — остаточный белок, Сб — сумма белка.

рования развития корней обрастающего типа [7]. Следует отметить, что ретардант на накопление азота в корнях действовал сильнее, чем удобрения.

Известно, что у плодовых растений для перехода апекса к генеративному развитию необходимы повышенный синтез белковых веществ [21] и накопление определенного количества зачатков метамерных и недифференцированных меристематических клеток в конусе роста [3].

Проведенные нами исследования позволили установить, что применение хлорхолинхлорида оказывает значительное влияние на белковый обмен в побегах яблони (табл. 8). Так, у обработанных деревьев заметно повышалось содержание белка в побегах, как правило, за счет водорастворимой фракции (альбуминов) и глютелинов, которые составляют большую часть валового белка. Различия в содержании белка по вариантам возрастали к концу лета по мере накопления белковых веществ.

Минеральные удобрения также положительно влияли на белковый обмен. Более ярко это проявилось в 1973 г., когда деревья были в большей мере нагружены урожаем, чем в 1974 г., в котором отмечалось слабое плодоношение. Несомненный интерес представляет и тот факт, что повышенные дозы азота и фосфора не способствовали дальнейшему увеличению содержания белка в побегах. Это дает основание полагать, что положительное влияние удобрений на синтез белковых веществ может проявляться только при дефиците элементов минерального питания.

У обработанных деревьев содержание белков в побегах повышалось независимо от уровня питания. Следовательно, при относительно благоприятных условиях почвенного питания, которые в данном случае могли быть и в варианте без удобрений, решающее воздействие на азотистый обмен оказывало применение хлорхолинхлорида, вероятно, вследствие его стимулирующего действия на развитие корневой системы.

### Морозоустойчивость яблони

Это свойство растений в известной мере можно рассматривать как функцию их роста [6]. В частности, для полного проявления потенциальной морозоустойчивости необходимо своевременное прекращение видимого роста. Только тогда возможно развитие у растений глубокого органического покоя, что является необходимым условием для прохождения процесса закаливания к отрицательной температуре [20].

В связи с изложенным при решении проблемы повышения морозоустойчивости плодовых растений перспективно использовать физиологически активные вещества, способные специфически и направленно влиять на процессы роста и развития. Наши исследования подтвердили

Т а б л и ц а 9

Длина поврежденной части побегов яблони (промораживание в зиму 1973/74 г.)

Вариант удобрения	Декабрь				Март			
	см		% к контролю		см		% к контролю	
	к	о	к	о	к	о	к	о
Без удобрений	8,6	6,8	100	79,1	18,9	11,3	100	59,8
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	8,1	7,5	94,2	87,2	17,7	12,0	93,6	63,5
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	8,3	6,8	96,5	79,1	19,2	14,2	101,6	75,1
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	8,5	5,9	98,8	68,6	19,7	13,0	104,3	68,8
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	11,1	8,1	129,1	94,2	20,4	12,1	107,9	64,0

данные о положительном действии хлорхолинхлорида на морозоустойчивость яблони [13, 15, 24, 25]. При промораживании побегов обработанных деревьев в зиму 1973/74 г. существенно уменьшилась их повреждаемость (табл. 9), причем различия между вариантами были более заметными в конце зимы.

Положительное влияние хлорхолинхлорида на морозоустойчивость яблони отмечалось и в чрезвычайно суровую зиму 1978/79 г. Однако следует иметь в виду, что оно проявилось только в оптимальных вариантах, в которых ретардант последние четыре года (1974—1978) применялся через год. При этом общая повреждаемость была заметно ниже, чем у контрольных деревьев (табл. 10). У обработанных яблонь не только меньше подмерзали обрастающие ветви на периферии кроны, но и более энергично протекали процессы восстановления и развития листьев и побегов. Более того, лишь в этих вариантах осталась неподмерзшей часть цветковых почек, что обеспечило формирование плодов летом 1979 г.

Т а б л и ц а 10

Подмерзание яблони Антоновка в зиму 1978/79 г.

Вариант удобрения	Плодоношение в 1978 г.			Общая повреждаемость дерева, баллов		
	К	О	О <sub>п</sub>	К	О	О <sub>п</sub> *
Без удобрений	Умеренное	Умеренное	Умеренное	2,9	3,1	2,3
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	Слабое	Слабое	Слабое	2,8	2,9	2,2
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	Сильное	»	»	2,5	3,1	2,1
N <sub>4</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	»	Сильное	Умеренное	2,8	3,2	1,8
N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	Слабое	»	»	2,6	3,3	2,0
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	»	Умеренное	Сильное	2,7	3,3	2,3
N <sub>4</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	Сильное	Сильное	»	2,8	3,8	2,4

\* О<sub>п</sub> — обработка периодическая (1972, 1973, 1975, 1977 гг.)

Следует отметить, что у обработанных деревьев, обильно плодоносящих в предшествующее лето, зимостойкость была выше, чем у необработанных со слабым плодоношением (варианты N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>1</sub>). В вариантах с ежегодным применением хлорхолинхлорида деревья после зимы 1978/79 г. были заметно слабее, чем даже контрольные.

### Выводы

1. В условиях средней полосы СССР обработка яблони хлорхолинхлоридом оказывает положительное влияние на накопление хлорофилла и каротиноидов в листьях. При этом ретардант стабилизирует фотосинтезирующую систему за счет повышения химической устойчивости пигментов в течение вегетации, способствует увеличению поглощения листовым аппаратом ФАР, особенно в области 550—560 и 700—720 нм.

При обработке ретардантом усиливаются признаки ксерофильности у яблони: утолщается листовая пластинка (главным образом за счет палисадной ткани), увеличиваются накопление пигментов, поглощение ФАР и уменьшается коэффициент пропускания ФАР.

2. Действие хлорхолинхлорида проявляется и в улучшении азотистого обмена у яблони: в листьях и побегах обработанных деревьев повышается содержание азота, в побегах существенно увеличивается и содержание белков, в основном за счет водо- и щелочерастворимой

фракций. При этом эффективность хлорхалинхлорида была наиболее сильной при совместном применении его с удобрениями.

3. Использование хлорхалинхлорида позволяет существенно повысить морозоустойчивость яблони. Особенно ярко это проявилось в вариантах с обработкой через год. В последнем случае деревья значительно лучше перенесли суровую зиму 1978/79 г., чем в вариантах без хлорхалинхлорида и с применением его каждый год.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов Н. В., Блиновский И. К., Инденко И. Ф., Михайлюк В. И. Рост побегов, структура надземной и корневой систем и продуктивность груши при обработке хлорхалинхлоридом. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 4, с. 103—114. — 2. Агафонов Н. В., Губина Л. Е. Некоторые особенности белкового обмена яблони Антоновка в связи с периодичностью плодоношения. — Докл. ТСХА, 1975, вып. 211, с. 10—16. — 3. Агафонов Н. В., Дмитриева К. В. Некоторые особенности морфогенеза апекса побега яблони в связи с периодичностью плодоношения. — Докл. ТСХА, 1975, вып. 206, с. 5—12. — 4. Агафонов Н. В., Захарова О. М. Особенности роста и продуктивности земляники в связи с дозами и кратностью обработок препаратом тур. — Докл. ТСХА, 1976, вып. 221, с. 26—32. — 5. Агафонов Н. В., Соловей Э. П., Блиновский И. К. Рост и плодоношение земляники в связи с обработкой растений препаратом тур и гиббереллином. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 3, с. 150—162. — 6. Агафонов Н. В., Пономарев В. И. Зимостойкость плодовых и ягодных культур. М.: ВНИИТСХ, 1973. — 7. Блиновский И. К., Агафонов Н. В., Рабей Л. А. Особенности роста и плодоношения яблони в интенсивных насаждениях в связи с применением хлорхалинхлорида. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 2, с. 105—114. — 8. Брант А. В., Тагеева С. В. Оптические параметры растительных организмов. М.: Наука, 1967. — 9. Василевская К. В., Антонова И. С. К вопросу о пластичности строения листа. — Тр. Петергоф. биол. ин-та, 1978, № 27, с. 5—22. — 10. Годнев Т. Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. Минск: Изд-во АН БССР, 1963. — 11. Загромски Х. О значении хлорофилла *b* для процесса фотосинтеза и накопления сухой массы растениями. — В кн.: Теорет. основы фотосинтез. продуктивности. М.: Наука, 1972, с. 190—196. — 12. Иванушкин А. И. Реакция молодых деревьев яблони на обработку хлорхалинхлоридом. — В кн.: Вопр. интенсиф. с.-х. производства. М.: ТСХА, 1972, с. 123—126. — 13. Капля А. В., Мороз Т. А., Терновский А. И. Физиология действия ретардантов на плодовые культуры. Киев: Вища школа, 1978. — 14. Киселева Т. М. О некоторых особенностях структуры ассимиляционных тканей листа черники и голубики в высокогорьях Западных Карпат. — Тр. Петергоф. биол. ин-та, 1978, № 27, с. 104—113. — 15. Кладько В. М. Морозоустойчивость яблони в условиях Московской обл. и некоторые пути ее повышения. — Автореф. канд. дис. М., 1976. — 16. Колесников В. А., Агафонов Н. В., Пастухова А. А. Рост и плодоношение вишни в связи с применением препарата тур и гиббереллина. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 4, с. 140—151. — 17. Михайлюк В. И. Ускорение начала плодоношения и повышение продуктивности груши в интенсивных насаждениях в связи с применением препарата тур. — Автореф. канд. дис. М., 1979. — 18. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1968. — 19. Сытник К. М., Мусатенко Л. И., Богданова Т. Л. Физиология листа. Киев: Наукова думка, 1978. — 20. Туманов И. И. Физиология закаливания и морозоустойчивости растений. М.: Наука, 1979. — 21. Урсуленко П. К. Физиологические основы агротехники получения ежегодного урожая и высокой морозоустойчивости яблони. — Бюл. науч.-техн. информ. ин-та плодоводства им. И. В. Мичурина, 1956, вып. 1, с. 9—13. — 22. Цельникер Ю. Л. Влияние интенсивности света на оптические свойства хлоропластов и тканей листьев древесных пород. — Физиол. растений, 1975, Т. 22, № 4, с. 695—701. — 23. Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. — В кн.: Биохим. методы в физиол. растений. М.: Наука, 1971. — 24. Modlibowska J. — Phytoma, 1965, An. 17, N 172, p. 10—12. — 25. Probsting E., Mills H. — Hort. Sci., 1969, vol. 4, N 3, p. 254—255.

*Статья поступила 23 октября 1980 г.*

#### SUMMARY

Application of chlorcholinechloride contributes to accumulation of chlorophyll and carotenoids in apple tree leaves. Proper utilization of the retardant causes stabilization of the system of photosynthesis due to higher chemical resistance of pigments during the growing period. The preparation increases the uptake of sum radiation by leaf, especially within the spectrum of 550—560 and 700—720 nm. In treated trees the symptoms of xerophileness become more intensive—the leaf blade gets thicker due to palisade tissue, the amount of pigments increases, the rate of transmitting sun radiation gets lower. The application of chlorcholinechloride contributes to accumulation of nitrogen and proteins, mainly water- and alkalisoluble fractions, in leaves and shoots. Under effect of the retardant the resistance to frost in apple tree markedly increases. The beneficial effect of the preparation is most efficiently observed under balanced mineral nutrition.