

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В НАСАЖДЕНИЯХ ЯБЛОНИ

Н. В. АГАФОНОВ, И. К. БЛИНОВСКИЙ, Л. А. РАБЕЙ, З. Н. АМИНТАЕВ,
В. М. ЛУНЬКОВА, И. М. МИРОПОЛЬСКАЯ

(Кафедра плодоводства)

Среди регуляторов роста, применяемых в плодоводстве нашей страны, наиболее широко используется хлорхолинхлорид (ССС). Установлены основные регламенты его применения на яблоне, груше, землянике, винограде. Определены предельно допустимые уровни остаточных количеств препарата в продукции и объектах окружающей среды [1, 3, 4, 6, 8]. Согласно этим регламентам в яблоневых садах СССР можно применять только на зимних сортах в связи с тем, что от последней обработки до сбора урожая должно пройти не менее 80 дней, суммарный расход препарата не должен превышать 10,2 кг д. в. на 1 га.

Вместе с тем представляется возможным дальнейшее совершенствование технологии применения препаратов с тем, чтобы получить возможность обрабатывать ими осенние и даже летние сорта яблони. Решение данной проблемы, как нам представляется, связано с изысканием возможности повышения эффективности химических препаратов при учете морфолого-физиологических свойств растений. Поскольку объектом обработки, первичной «мишенью» регуляторов роста, являются листья растений, внимание исследователей направляется на изучение этого органа, его морфологических, физиологических и химических свойств. Расход рабочего раствора при опрыскивании во многом определяется способностью листа к смачиванию, отражению и удержанию капель на поверхности. При этом отражение капель зависит как от их размера, так и от микроструктуры восковой пленки на поверхности листа [10].

Проницаемость регуляторов роста, их удержание на поверхности листьев и их смачиваемость обусловлены не только особенностями листьев, но и физико-химическими свойствами самих препаратов. Поэтому при разработке способов повышения эффективности регуляторов роста несомненный интерес представляет использование поверхностно-активных веществ (ПАВ), существенно улучшающих физические свойства рабочих растворов химикатов. ПАВ повышают вязкость и уменьшают испарение капель, что увеличивает продолжительность контакта препарата с поверхностью растений. После испарения воды из капелек раствора на поверхности листа образуется тонкая и влагостойкая пленка препарата, что еще больше увеличивает продолжительность контакта химического соединения с растением. Кроме этого, ПАВ могут оказывать непосредственное воздействие на проницаемость регуляторов роста через устьица и кутикулярные мембраны в ткани и ускорять их передвижение в растениях.

Для повышения проницаемости регуляторов роста перспективно использование и так называемых промоторов (ПМ) — веществ, изменяющих физико-химические свойства липопротеинового комплекса клеточных мембран.

Данную проблему можно решать и путем комбинирования регуляторов роста. В этом случае появляется возможность более эффективно

использовать положительные свойства отдельных соединений. В частности, известно, что не все сорта и породы плодовых растений одинаково реагируют на обработку наиболее распространенными регуляторами роста — хлорхолинхлоридом и 2,2-диметилгидразидом янтарной кислоты (дяк). Изучение эффективности действия совместного применения ретардантов представляет несомненный интерес и с точки зрения разработки единой технологии для многих сортов и пород плодовых культур.

Этиленпродуцирующие препараты, созданные на основе 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (например, кампозан), оказывают универсальное ингибирующее действие на ростовые процессы у растений. Кроме этого, установлено, что кампозан способствует повышению проницаемости клеточных мембран [9, 11, 12] и тем самым может усиливать действие других регуляторов роста. Но вместе с тем этиленпродуценты вызывают ряд нежелательных побочных явлений, в частности, форсирование физиологического старения, что приводит к снижению жизненного потенциала растительного организма. Хлорхолинхлорид, по-видимому, может снимать нежелательное действие этиленпродуцентов, поскольку известно положительное влияние этого ретарданта на жизненно важные функции у растений, прежде всего связанные с деятельностью фотосинтезирующей системы и митотической активностью меристем.

Методика

Исследования проводили в межколхоз-саду «Память Ильича» Слободзейского района Молдавской ССР в 1979—1982 гг. на яблонях Голден делишес (подвой М4). Деревья высажены в 1976 г. по схеме 4×1 м. Система формирования кроны — свободно растущая пальметта. Агротехника общепринятая.

Почва опытного участка — обыкновенный среднетяжелый чернозем на тяжелом суглинке. Поглотительная способность почвы высокая, рН_{с.ол} вытяжки — 7,5; содержание гумуса — около 4 %, подвижного калия — 30—40 мг и фосфора — около 5 мг на 100 г воздушно сухой почвы. Ежегодно вносят минеральные удобрения в норме 90N90P90K. Почва в междурядьях содержится под черным паром.

В опытах испытывали действие регуляторов роста: ССС в концентрации 0,3 и 0,6 % по д. в., дяк в концентрации 0,3 %, и кампозан в концентрации 0,03 %, при-

меняемого также совместно с указанными регуляторами роста.

В ряде опытов изучали эффективность химических добавок, в качестве которых применяли промотор — 0,1 % уксусную кислоту — и поверхностно-активные вещества. Деревья опрыскивали до полного смачивания. Регуляторы роста применяли в 1979—1981 гг. Варианты опытов различались по количеству и срокам обработки. Первый срок — через 10 дней после цветения, второй — через 2 нед после первого.

Измерение длины побегов и учет их количества, а также кольчаток проводили на всем дереве. Варианты опыта размещали на участке рандомизированно; в каждом варианте обрабатывали по 10 деревьев по методу дерево — делянка. Урожайность определяли путем взвешивания плодов с каждого дерева. Математическую обработку результатов проводили дисперсионным методом в прописи Б. А. Доспехова.

Результаты

Проведенные эксперименты подтвердили известные данные об ингибирующем действии ССС и дяка на рост побегов яблони [3, 4, 6]. Торможение роста побегов наблюдалось в первый год применения ретардантов, однако при обработке деревьев в течение двух лет подряд оно проявлялось более заметно (табл. 1).

В наших опытах при использовании хлорхолинхлорида совместно с кампозаном усиливалось торможение роста побегов. Так, в этом варианте однократная обработка оказывала такое же влияние, что и двукратное опрыскивание только одним хлорхолинхлоридом. Положительное действие кампозана проявлялось и при совместном использовании его с дяком.

В условиях Молдавии весьма часто наблюдается формирование вторичного прироста побегов яблони, что нежелательно, поскольку при этом ослабляется морозоустойчивость побегов. Следовательно, возникает необходимость в предотвращении вторичного прироста.

Рост побегов при обработке ретардантами

Регуляторы роста	Срок и кратность обработок	Средняя длина побега, см		Количество побегов со вторичным приростом, %	
		1979	1980	1989	1980
Контроль	—	57,6	79,6	17,7	53,7
ССС, 0,3 %	1-й+2-й	37,0	59,8	21,7	38,8
ССС, 0,6 %	1-й+2-й	32,7	60,4	26,3	50,3
Дяк, 0,3 %	2-й	33,5	54,6	2,4	34,7
Кампозан, 0,03 %	2-й	37,3	45,3	17,0	37,1
ССС, 0,3 % + кампозан, 0,03 %	1-й	29,5	55,3	43,4	33,2
То же	1-й+2-й	32,0	68,3	33,3	36,2
»	2-й	32,6	59,3	25,3	35,1
Дяк, 0,3 % + кампозан, 0,03 %	2-й	32,0	41,3	11,9	23,2
НСР ₀₅		2,4	8,0	—	—

Примечание. Здесь и в других таблицах первый срок обработки — через 10 дней после цветения, второй — через 2 нед после первого.

В первый год применения регуляторов роста уменьшение количества побегов со вторичным приростом вызывало только использование дяка. Применение регуляторов роста в следующем году заметно ингибировало вторичный рост побегов, что позволяет предположить положительное влияние ретардантов на устойчивость плодовых деревьев к неблагоприятным факторам среды.

Проведенные ранее исследования показали, что обработка молодых яблонь этиленпродуцентами, в частности этрелом, стимулирует образование плодосных побегов [7]. В наших опытах регуляторы роста этого класса (кампозан) также существенно усиливали образование кольчаток (табл. 2). Следует отметить, что из исследуемых препаратов кампозан оказал наиболее заметное действие на этот показатель.

Как и следовало ожидать, регуляторы роста существенно влияли на урожайность яблони (табл. 3), причем наиболее заметное повышение урожайности наблюдалось при двукратной обработке деревьев 0,6 % ССС и при однократном использовании дяка.

Кампозан способствовал повышению суммарной урожайности яблони за 1979—1982 гг., но положительное действие его наблюдалось только в одном году из четырех, в 1981. Обработки яблонь смесями ССС и дяка с кампозаном вообще не привели к увеличению суммар-

Таблица 2

Структура кроны при обработке ретардантами

Регуляторы роста	Срок и кратность обработок	Ростовые побеги, шт./дерево		Кольчатки, шт./дерево		Кольчатки/Побеги	
		1979	1980	1979	1980	1979	1980
Контроль		79	57	155	170	1,96	2,98
ССС, 0,3 %	1-й+2-й	83	42	172	209	2,07	4,98
ССС, 0,6 %	1-й+2-й	76	33	164	185	2,16	5,61
Дяк, 0,3 %	2-й	85	49	181	216	2,13	4,41
Кампозан, 0,03 %	2-й	94	52	156	257	1,66	4,94
ССС, 0,3 % + кампозан, 0,03 %	1-й	83	62	137	201	1,65	3,24
То же	1-й+2-й	75	57	144	163	1,92	3,86
»	2-й	83	45	136	167	1,63	3,71
Дяк, 0,3 % + кампозан, 0,03 %	2-й	67	95	141	185	2,10	2,18
НСР ₀₅		—	—	16,0	31,3	—	—

Продуктивность яблони при обработке ретардантами

Регуляторы роста	Срок и кратность обработок	Урожайность, ц/га				Урожай за 1979—1982 гг. % к контролю
		1979	1980	1981	1982	
Контроль	—	40,9	144,0	71,0	135,3	100
ССС, 0,3 %	1-й+2-й	69,7	139,9	96,3	144,8	115,2
ССС, 0,6 %	1-й+2-й	49,1	220,1	75,8	203,7	140,3
Дяк, 0,3 %	2-й	36,4	233,2	74,7	188,4	136,2
Кампозан, 0,03 %	2-й	44,6	155,3	181,8	121,1	128,5
ССС, 0,3 % + кампозан, 0,03 %	1-й	67,1	158,6	53,9	117,2	101,4
То же	1-й+2-й	48,0	148,9	47,9	109,1	90,5
»	2-й	68,6	130,1	45,6	119,8	93,1
Дяк, 0,3 % + кампозан, 0,03 %	2-й	52,1	180,0	89,9	138,3	117,6
НСР ₀₅	—	10,4	29,1	—	34,6	—

ной продуктивности, хотя в последнем случае отмечалось повышение урожайности в одном году из четырех, но оно было меньше, чем при использовании дяка. Такое действие кампозана, вероятно, обусловлено тем, что примененная доза (концентрация раствора 0,03 % по д.в.) вызывала слишком сильное прореживающее действие на завязи и молодые плоды. Однако, принимая во внимание положительное влияние кампозана на структуру кроны, можно полагать, что при снижении дозы регулятора роста проявится его положительное действие и на продуктивность яблоневых садов.

В опытах с применением химических добавок — промоторов и ПАВ — получены весьма неожиданные результаты. Так, эти вещества не привели к усилению действия ССС в концентрации 0,3 % (табл. 4). Более того, в этих вариантах урожайность деревьев была даже меньше, чем при двукратной обработке одним ССС.

Причины такого эффекта трудно объяснить. Можно лишь предположить, что действие ССС обусловлено не только его проникаемостью через клеточные мембраны. Вероятно, определенное количество ретарданта должно находиться непосредственно в протоплазме клетки. Если это так, то повышения эффективности ССС путем его использования с химическими добавками можно достичь за счет уменьшения кратности обработок, но при достаточно высокой концентрации раствора препарата.

Таблица 4

Продуктивность яблони при использовании ССС в концентрации 0,3 % и химических добавок

Регуляторы роста	Срок и кратность обработок	Урожайность, ц/га				Урожай за 1979—1982 гг. % к контролю
		1979	1980	1981	1982	
Контроль	—	33,0	112,5	108,9	138,4	100
ССС	1-й	17,5	184,5	66,7	151,6	107,0
»	1-й+2-й	35,4	203,1	106,0	192,8	136,8
»	2-й	46,8	141,3	83,2	165,3	112,2
ССС+ПМ, 0,1 %	1-й	39,0	135,3	26,8	150,0	89,4
То же	1-й+2-й	20,8	166,8	50,7	169,1	103,7
»	2-й	24,4	157,9	65,6	157,6	103,1
ССС + ПАВ, 0,1 %	1-й	33,7	142,2	63,3	170,3	104,2
То же	1-й+2-й	47,7	167,4	30,8	198,3	113,1
»	2-й	14,0	160,2	91,2	155,5	107,2
ССС+ПМ, 0,1%+ПАВ, 0,1 %	1-й	28,0	131,4	38,2	200,1	101,4
То же	1-й+2-й	59,8	141,3	67,8	187,6	116,2
»	2-й	57,2	84,0	41,0	192,4	95,4
НСР ₀₅	—	—	48,9	—	27,3	—

Продуктивность яблони при использовании ССС в концентрации 0,6 %
и химических добавок

Регуляторы роста	Срок и кратность обработок	Урожайность, ц/га				Урожай за 1979— 1982 гг., % в конт- ролю
		1979	1980	1981	1982	
Контроль	—	33,0	112,5	108,9	138,4	100
ССС	1-й	55,7	139,8	189,8	138,3	133,3
»	1-й+2-й	58,6	225,0	167,6	149,1	152,8
»	2-й	77,6	152,6	128,8	123,1	122,7
ССС+ПМ 0,2 %	1-й	58,3	169,2	91,2	203,4	132,9
То же	1-й+2-й	87,9	232,5	129,4	221,6	170,9
»	2-й	71,6	158,5	181,3	199,7	155,6
ССС+ПАВ 0,1 %	1-й	60,2	186,6	76,4	195,4	132,0
То же	1-й+2-й	60,6	263,7	124,3	217,3	169,5
»	2-й	86,7	146,7	175,6	199,2	154,7
ССС+ПАВ 0,1%+ +ПМ 0,2 %	1-й	47,0	157,7	122,6	166,6	125,7
То же	1-й+2-й	62,4	139,8	106,0	182,0	124,8
»	2-й	71,6	135,3	76,9	171,7	116,0
ПМ 0,2 %	1-й	49,6	117,6	226,9	105,6	127
То же	1-й+2-й	40,4	138,3	98,6	120,6	101,3
»	2-й	52,7	146,0	147,6	99,3	113,4
НСР ₀₅ по сумме урожая за 1979—1982 гг.						43,6

Высказанное предположение в известной мере подтверждается результатами наших опытов, в которых ССС применяли в концентрации 0,6 % (табл. 5).

Прежде всего следует отметить, что концентрация ССС 0,6 % оказывает больший положительный эффект на урожайность яблони, чем 0,3 %.

При совместном применении ССС (0,6 %) с ПМ и ПАВ действие ретарданта заметно возрастало. Так, в варианте с двукратной обработкой совместно с ПМ и ПАВ эффективность ССС повысилась почти на 20 %; урожайность в этом варианте была на 70 % выше, чем в контроле.

Однако нужно отметить, что столь значительное повышение урожайности не всегда можно рассматривать как положительное явление. В частности, перегрузка деревьев урожаем при обработке их ретардантами может приводить к существенному измельчению плодов [5] и снижению их устойчивости к неблагоприятным факторам среды [2].

В связи с этим несомненный интерес представляет применение одноразовой обработки деревьев ССС совместно с ПМ и ПАВ. Проведенные эксперименты показали, что в данном случае эффект действия ССС такой же, как и при двукратной обработке, которая принята оптимальной для яблони и рекомендована для производства [8].

Следовательно, использование химических добавок позволяет в 2 раза снизить дозу ССС и уменьшить количество опрыскиваний. А это не только экономически выгодно, но и уменьшает опасность загрязнения окружающей среды.

Следует обратить внимание и на то обстоятельство, что действие ПМ и ПАВ проявлялось сильнее при втором сроке опрыскивания. Необходимо также отметить, что эффективность обеих добавок была одинаковой как при однократной, так и при двукратной обработках. Исходя из этого можно полагать, что практическая ценность ПМ и ПАВ в основном будет определяться технологическими соображениями их производства химической промышленностью и непосредственно технологией их применения (совместно с ССС) при выращивании яблони.

Разрабатывая приемы применения регуляторов роста в плодоводстве, необходимо особое внимание обращать на периодичность плодonoшения. Одной из основных причин ее увеличения является, как из-

**Продуктивность и периодичность плодоношения яблони при использовании СССР
в концентрации 0,6 % и химических добавок**

Регуляторы роста	Срок и кратность обработки	1979—1980		1980—1981		1981—1982		ИП в среднем за 1979—1982 гг.
		ц/га	ИП	ц/га	ИП	ц/га	ИП	
Контроль	—	145,5	54,6	221,4	1,6	247,3	11,9	22,7
ССС	1-й	195,5	43,0	329,6	15,2	328,1	15,7	24,6
»	1-й+2-й	283,6	58,7	392,6	14,6	275,3	21,7	31,7
»	2-й	230,2	32,6	281,4	8,4	251,9	2,3	14,4
ССС+ПМ 0,2 %	1-й	227,5	48,7	260,4	29,9	294,6	38,1	38,9
То же	1-й+2-й	320,4	45,1	316,9	32,5	351,0	26,2	34,6
»	2-й	230,1	37,8	339,8	6,7	381,0	4,8	16,4
ССС+ПАВ 0,1 %	1-й	246,8	51,2	263,0	41,9	271,8	43,8	45,6
То же	1-й+2-й	324,3	62,6	388,0	35,9	341,6	27,2	41,9
»	2-й	232,8	23,6	321,7	9,2	374,8	6,3	13,0
ССС+ПМ 0,2 % + ПАВ 0,1 %	1-й	204,7	54,1	280,3	12,5	289,2	15,2	27,3
То же	1-й+2-й	202,2	38,3	245,8	13,8	288,0	26,4	26,1
»	2-й	206,9	30,8	212,2	27,5	248,6	38,1	32,1

Примечание. ИП — индекс периодичности плодоношения — отношение разницы урожая между двумя смежными годами к сумме урожая за эти же годы, выраженное в %.

вестно, перегрузка деревьев урожаем. В частности, чрезмерно сильное плодоношение яблони, вызываемое применением ретардантов, может существенно повышать нерегулярность урожаев. Конечно, рассматриваемое явление в известной мере зависит от условий окружающей среды и от сорта.

Одним из путей снижения периодичности плодоношения яблони при использовании ретардантов может быть смягчение режима обработки: уменьшение кратностей опрыскивания и дозы препаратов. Определенный интерес представляет и совместное применение ретардантов с веществами, обладающими прореживающими свойствами. В этом отношении наибольший интерес заслуживают этиленпродуценты.

В наших опытах значительное повышение продуктивности яблони под влиянием применения одного ССС и двукратной обработки ССС совместно с ПМ и ПАВ приводило к усилению периодичности плодоношения (табл. 6). В то же время при одноразовой обработке деревьев ССС совместно с ПМ и ПАВ во второй срок она была существенно ниже. Важно отметить, что в сумме за 1979—1982 гг. урожайность яблони в этом варианте оказалась такой же, как и при двукратной обработке одним ССС.

Уменьшение периодичности плодоношения при втором сроке обработки ССС как при раздельном, так и при совместном его использовании с ПМ и ПАВ связано, вероятно, с тем, что в отличие от вариантов с первым сроком обработки в этом случае не предотвращается июньского опадения плодов. Повышение продуктивности яблони при втором сроке опрыскивания связано, очевидно, как с индуцированием образования цветковых почек, так и с уменьшением доуборочного опадения плодов.

Заключение

Обработки деревьев яблони Голден делишес хлорхолинхлоридом (ССС), дяком и кампозаном обеспечивали торможение роста побегов. Эффективность действия ССС и дяка повышалась при совместном использовании с кампозаном. Все регуляторы роста, особенно кампозан, усиливали образование плодородных органов — кольчаток.

Опрыскивание деревьев ретардантами способствовало повышению их урожайности, особенно 2-кратное опрыскивание 0,6 % ССС и однократное — 0,3 % дяком. При совместном применении указанных регуляторов роста с кампозаном продуктивность яблони, как правило, снижалась. Возможно, это было следствием высокой дозы кампозана (0,03 % по д. в.), оказывающей прореживающее действие на завязи и молодые плоды.

Использование совместно с регуляторами роста химических добавок, способствующих проницаемости клеточных мембран, и поверхностно-активных веществ повышает их эффективность. В данном случае однократная обработка деревьев ССС с химическими добавками в такой же мере увеличивала урожайность яблони, как 2-кратная обработка одним ССС. При этом совместное использование ССС и химических добавок способствует существенному снижению периодичности плодоношения.

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 хлорхолинхлоридом. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 4, с. 103—114.
2. Агафонов Н. В., Губина Л. Е. Изменения физиологических свойств яблони при обработке хлорхолинхлоридом и разных уровнях удобрения. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 3, с. 88—96.
3. Агафонов Н. В., Губина Л. Е., Блиновский И. К. Особенности роста и развития яблони при длительном применении хлорхолинхлорида и минеральных удобрений. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 1, с. 106—116.
4. Агафонов Н. В., Губина Л. Е., Блиновский И. К. Урожайность яблони при длительном применении хлорхолинхлорида и удобрений. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 3, с. 88—96.
5. Агафонов Н. В., Лучков П. Д., Ибрагимов В. Х. и др. Применение регуляторов роста в яблоневых садах на склонах в условиях недостаточного увлажнения. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 4, с. 121—126.
6. Блиновский И. К., Агафонов Н. В., Рабей Л. А. Особенности роста и плодоношения яблони в интенсивных насаждениях в связи с применением хлорхолинхлорида. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 2, с. 105—114.
7. Дмитриева К. В., Кладько В. М. Влияние физиологически активных веществ на рост и развитие молодых деревьев яблони Уэлси. — В сб.: Биолог. основы повышения урожайности с.-х. культур. ТСХА, 1978, с. 135—136.
8. Рекомендации по применению регулятора роста хлорхолинхлорида на яблоне и груше (зимние сорта), землянике и винограде (сорта с рыхлой и среднелотной гроздьё). МСХ СССР, 1982.
9. Hanson A. D., Kende H. — *Plant Physiol.*, 1975, vol. 55, N 4, p. 663—669.
10. Leon J. M., Bukovac M. J. — *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1978, vol. 103, N 4, p. 465—472.
11. Parups E. V. — *Physiol. Plant*, 1977, vol. 39, N 4, p. 290—294.
12. Poovaiyah B. W. — *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1979, vol. 104, N 2, p. 164—166.

Статья поступила 22 ноября 1983 г.

SUMMARY

Treating Golden Delicious apple trees with chlorcholinechloride (CCC), succinic acid dimethylhydrazid (SAD) and kampozan (acting matter of 2-chlorethylphosphinic acid) caused inhibited growth of shoots. All growth regulators increased the formation of fruit-bearing organs, kampozan being the most effective one.

Treating the trees with retardants contributed to their higher yielding capacity, especially under double spraying with CCC (0.6 %) and single treatment with SAD (0.3 %). Using chemical additions increasing cell membranes permeability, as well as surface active matters, raises CCC efficiency. In this case single treatment of the trees is as effective as double treatment with CCC only, fruit-bearing periodicity being much lower in this case.