



Биолог. журн. Армении, 1 (69), 2017

## ДЕЙСТВИЕ ТОПАЗА И КОНФИДОРА НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ АБРИКОСА И НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛИСТЬЯХ И ПЛОДАХ

В.С. МИРЗОЯН\*, Р.М. АНИСЯН\*\*, Т.Д. КАРАПЕТЯН\*\*, А.С. СТЕПАНЯН\*\*

\*Научный центр оценки и анализа рисков безопасности пищевых продуктов

\*\*Ереванский государственный медицинский университет имени Мх. Гераци  
varsik\_mir@yahoo.com

Изучено влияние пестицидов конфидор и топаз на ростовые характеристики деревьев абрикоса сорта „Еревани“ и накопление в листьях соединений фенольной природы (общие ФС, флавонолы и дубильные вещества). Результаты исследований показали, что в целом влияние пестицидов на растения сводится к разносторонним действиям на ростовые процессы деревьев, что сопровождается нарушением водного обмена растений и вызывает количественный и качественный сдвиг в содержании общих ФС, дубильных веществ и флавонолов как в листьях, так и плодах абрикоса. Интенсивность этих процессов зависит от природы препарата и формы применения.

*Пестициды – ростовые процессы – фенольные соединения*

Ուսումնասիրվել է կոնֆիդոր և տոպազ թունաքիմիկատների ազդեցությունը ծիրանենու «Երևանի» սորտի (Շալախ) անման բնութագրերի և տերևներում ֆենոլային բնույթի միացությունների (ընդհանուր ՖՄ, ֆլավոնոլներ և դաբաղային միացություններ) կուտակման վրա: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ թունաքիմիկատները տարբեր ձևով են ազդում ծառերի անման գործընթացների վրա, որն ուղեկցվում է բույսի ջրափոխանակության խանգարմամբ և առաջացնում ֆենոլային բնույթի միացությունների քանակական և որակական տեղաշարժեր ինչպես տերևներում, այնպես էլ պտուղներում: Այդ գործընթացների ինտենսիվությունը կախված է օգտագործված թունաքիմիկատի բնույթից և կիրառման ձևից:

*Թունաքիմիկատներ – բույսի աճ – ֆենոլային միացություններ*

The effect of Confidor and Topaz on growth characteristics of apricot trees and accumulation of phenolic compounds, flavonols and tannins in the leaves was studied. It is revealed that, in general, the pesticides caused diverse effects on the growth processes of the trees and led to changes in water metabolism and in the content of FC, tannins and flavonols in the leaves and fruits of apricot. The intensity of these processes depends on the chemical nature of the pesticide and the form of its application.

*Pesticides – growth – phenolic compounds*

К настоящему времени в литературе накоплен большой материал, свидетельствующий о стимулирующем или подавляющем действии различных пестицидов на защищаемые растения. Однако, вследствие недостаточной изученности этого вопроса, суть стимулирующего или подавляющего эффекта пестицидов остается нераскрытой.

Известно также, что участие в управлении ростом растений – одна из возможных функций растительных фенольных соединений (ФС). ФС являются регуляторами роста, развития и репродукции растений, используются растениями как энергетический материал, выполняют структурную, опорную и защитную функции (предохраняют растения от патогенных грибковых или вирусных заболеваний, проявляют антиоксидантные свойства, защищают от чрезмерного ультрафиолетового облучения, играют важную роль в фотосинтезе в качестве кофакторов. При этом оказывают как стимулирующее, так и ингибирующее (замедляющее) действия [3-6].

Эти предположения послужили основой для наших исследований, основной целью которых явилось установление характера влияния пестицидов конфидор и топаз на ростовые характеристики деревьев абрикоса сорта “Еревани” и накопление соединений фенольной природы в листьях и плодах.

Конфидор является высокоэффективным инсектицидом в борьбе с тлями, а топаз (пенконазол) – высокоэффективным системным фунгицидом профилактического и непосредственного воздействия против дырчатой пятнистости косточковых, в том числе и абрикоса. Действующее вещество конфидора – (2E)-1-[(6-хлорпиридин-3-ил)-N-нитроимида-золидин-2-имин]. Действующее вещество топаза – 1-(2,4-дихлор-β-пропилфенэтил)-1H-1,2,4-триазол.

**Материал и методика.** Объектом исследований служили деревья абрикоса сорта “Еревани” (Шалах). Исследования проводились в Котайкском районе Армении в Канакераване на 8-летних абрикосовых деревьях, на развивающихся в том же году молодых побегах и листьях. Опрыскивание проводилось двукратно 0,1 %-ными растворами конфидора и топаза в отдельности, а также в виде баковой смеси (конфидор + топаз). Контролем служили деревья, не обработанные ядохимикатами.

Первое опрыскивание проводилось сразу после распускания цветков, а второе – через 20 дней после него. Изучение влияния конфидора и топаза на ростовые характеристики абрикоса включало определение скорости роста побегов, определение площади листовых пластинок, биомассы плодов.

Площадь листовой пластинки деревьев определялась с помощью миллиметровой бумаги. Для учета прироста и вызревания молодых побегов измеряли их длину и вызревшую часть сразу же после второго опрыскивания (1 день), а также через 40 дней (период полного созревания плодов).

Пробы для анализов были взяты через 2 ч (1 день) после второго опрыскивания (после высыхания рабочего раствора), а также через 7, 14, 21 дней. Листья были фиксированы на паровой бане в течение 10 мин и высушены при комнатной температуре, после чего измельчены и просеяны сквозь сито диаметром 0,3 мм.

**Определение сухого вещества в свежем материале** проводилось путем высушивания проб в термостате при температуре 100-105<sup>0</sup>С до установления постоянного веса. Содержание суммы ФС в пересчете на хлорогеновую кислоту, а также флавонолов в пересчете на рутин (% от воздушно сухого вещества) производили с помощью фотоэлектроколориметра [2]. Дубильные вещества определяли методом титрования раствором перманганата калия в присутствии индикатора индигокармин до золотисто-желтой окраски [1].

**Результаты и обсуждение.** Сразу же с первого опрыскивания (табл. 1) инсектицид конфидор способствует усиленному формированию листового аппарата деревьев (листовая поверхность увеличивается с 23,91±2,88 см<sup>2</sup> в контроле до 30,91±3,74 см<sup>2</sup> у деревьев, обрабатываемых конфидором). У деревьев побеги растут равномерно и хорошо вызревают: сорокадневный прирост однолетних побегов составляет 4,78 см (142,3 % от контроля). Повышается также урожайность и средний вес одного плода: (от 49,9 г в контроле до 53,7 г).

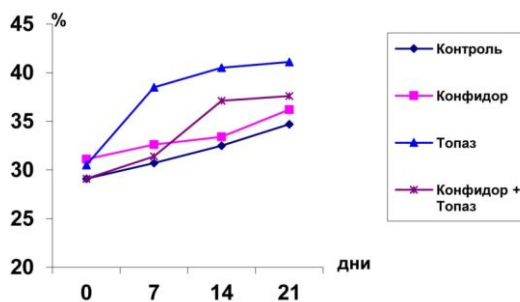
**Таблица 1.** Влияние пестицидов на вес плодов, площадь листьев и рост побегов абрикоса сорта “Еревани”

	Вес 1-го плода, г (n=20)	Площадь листьев, см <sup>2</sup> (n=20, P=0,05)		Длина побегов, см (n=20, P=0,05)		Сорокадневный прирост 1-го побега			
		Дни после обработки						см	% от контроля
		1	40	1	40				
<b>Контроль</b>	49,9	23,91±2,88	27,33±2,86	40,22±6,19	43,58±9,51	3,36	-		
<b>Конфидор</b>	53,7	30,91±3,74	33,38±3,49	35,77±6,27	40,56±7,95	4,78	142,3		
<b>Топаз</b>	34,3	22,52±2,80	24,0±3,27	32,05±4,55	34,0±6,02	1,94	57,7		
<b>Конфидор + топаз</b>	42,5	23,33±2,76	27,47±4,18	32,39±5,04	36,67±8,22	4,28	127,4		

Совершенно иная картина наблюдается при 2-кратной обработке деревьев фунгицидом топаз. Токсичность топаза для абрикоса в основном выражается в сдерживании роста однолетних побегов и уменьшении площади листьев. Побеги на 8,2-9,6 см короче контрольных, а площадь листьев составляет 87,8-94,2 % от контроля. Уменьшается также средний вес одного плода (в среднем на 31,3 %).

Что касается совместного применения топаза и конфидора, то поверхность листьев по сравнению с вариантом отдельного применения топаза увеличивается с 22,52-24,0 см<sup>2</sup> до 23,33-27,47 см<sup>2</sup>, в среднем составляя 4,14 см<sup>2</sup>/мес. При этом вес одного плода больше примерно в 1,2 раза, но меньше, чем в контроле (на 14,8%).

Результаты исследования на абрикосе показали также, что под действием пестицидов содержание сухих веществ увеличивается во всех вариантах по сравнению с контролем (рис.1). Однако амплитуда колебаний в накоплении сухих веществ между вариантами довольно значительна (от 36,2 % до 41,1% в конце вегетации в листьях и от 16,8 % до 18,6 % в плодах). С первых дней анализа отмечалось довольно высокое содержание сухих веществ (низкое содержание воды) в листьях деревьев, обработанных фунгицидом топаз, что связано либо с интенсификацией ассимиляционных процессов, либо с подавлением дыхания и обезвоживанием листовых пластинок.

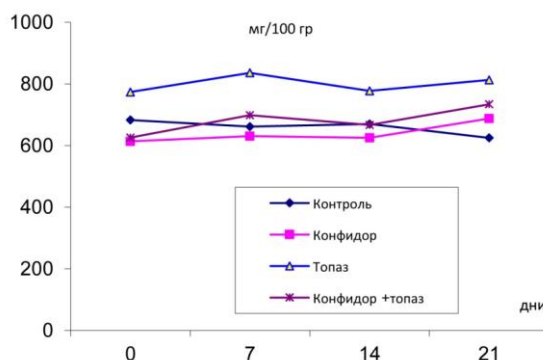
**Рис.1.** Динамика накопления сухих веществ в листьях абрикоса при применении пестицидов (средние данные выражены в процентах)

Содержание ФС является важным показателем жизнедеятельности растений. Рассматривая накопление ФС по вариантам (табл. 2, рис. 2), можно констатировать, что достоверной разницы между контрольным и обработанными пестицидом конфидор образцами (как при отдельном, так и при совместном применении с топазом) не отмечено. Однако была обнаружена стимуляция накопления ФС в лис-

тых абрикоса в результате воздействия фунгицида топаз ( $p < 0,01$ ). Причем данный эффект проявлялся практически во все периоды анализа листьев, а также плодов (184 мг/100 г свежие абрикосы, 1064 мг/100 гр – курага).

**Таблица 2.** Количественные изменения общих ФС в листьях деревьев абрикоса, подвергнутых обработке пестицидами

Вариант опыта	Листья (мг/100 г на сухой вес)				Плоды	
	Дни после обработки				Свежие плоды (LSD=13)	курага
	1	7	14	21		
	LSD=40	LSD=89	LSD=53	LSD=47		
Контроль	683±59	665±12	670±36	625±00	156±12	907
Конфидор	614±42	631±35	625±18	686±81	165±12	887
Топаз	762±36	836±187	778±102	813±41	184±00	1064
Конфидор + топаз	626±40	699±48	664±36	734±29	168±18	1000



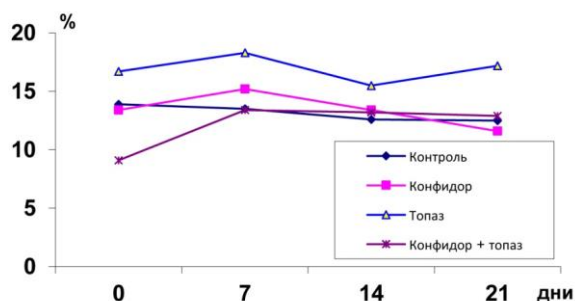
**Рис.2.** Динамика содержания общих ФС в листьях деревьев абрикоса при применении пестицидов

Разная реакция отмечается и при изучении влияния пестицидов на дубильные вещества (табл. 3, рис. 3): амплитуда колебаний в содержании дубильных веществ между вариантами значительна (от 9,1 % до 18,3 % для листьев; от 0,17 % до 0,27 % для плодов). Больше всего дубильных веществ отмечается в листьях и плодах при обработке деревьев фунгицидом топаз (в листьях, 15,5%-18,3 %, в плодах 4,8 %).

По всей вероятности, интенсивное накопление дубильных веществ в листьях и плодах абрикоса связано с повышением активности некоторых ферментов, участвующих в синтезе растительных фенолов (шикиматдегидрогеназы, фенилаланинаммиаклиазы, дегидрогеназы коричневого спирта и др.) под воздействием фунгицида топаз. С другой стороны, рост содержания ФС может быть обусловлен защитной реакцией клеток. Если учесть, что выносливость видов по отношению к грибковым заболеваниям приписывается повышенному количеству дубильных веществ, то увеличение их содержания в листьях при обработке деревьев фунгицидом топаз можно считать положительным фактором.

**Таблица 3.** Количественные изменения дубильных веществ в листьях абрикоса, подвергнутых обработке пестицидами (в % на сухой вес)

Вариант опыта	Листья				Плоды	
	Дни после обработки				Свежие	Курага
	1	7	14	21		
	LSD=1,98	LSD=0,61	LSD=0,20	LSD=0,63		
<b>Контроль</b>	13,9±0,68	13,5±0,17	12,6±0,19	12,5±0,54	0,17	3,1
<b>Конфидор</b>	13,4±0,31	15,3±0,62	13,4±0,19	11,6±0,27	0,21	2,9
<b>Топаз</b>	16,7±1,31	18,3±0,87	15,5±0,19	17,2±0,96	0,27	4,8
<b>Конфидор + топаз</b>	9,1±4,35	15,4±0,31	13,2±0,19	12,9±0,54	0,17	2,7

**Рис.3.** Динамика содержания дубильных веществ в листьях деревьев абрикоса при применении пестицидов

Результаты исследований количественного изменения флавонолов в листьях и плодах абрикоса представлены в табл. 4 и рис. 4. Данные выражены в мг/г на сухой вес. Результаты исследований показали, что, независимо от варианта опыта, содержание флавонолов существенно меняется по мере развития листовых пластинок некоторой тенденцией к уменьшению по мере созревания плодов. В конце IV недели их больше всего остается в контроле ( $1,74 \pm 0,05$  мг/г на сухой вес).

Наши исследования показали, что под воздействием пестицидов, в частности фунгицида топаз, при котором отмечены наихудшие ростовые показатели, происходит циклическое уменьшение флавонолов, причем первый спад наступает в конце второй недели (на 60,8 %), второй – в конце четвертой недели (на 60,9 %). При совместном применении (топаз + конфидор) уменьшение содержания флавонолов в тот же период сохраняется, но в меньшей степени (на 47,9 % и 42,5 % соответственно). Примечателен тот факт, что уменьшение флавонолов сопровождается усилением биосинтеза ФС и дубильных веществ в листьях.

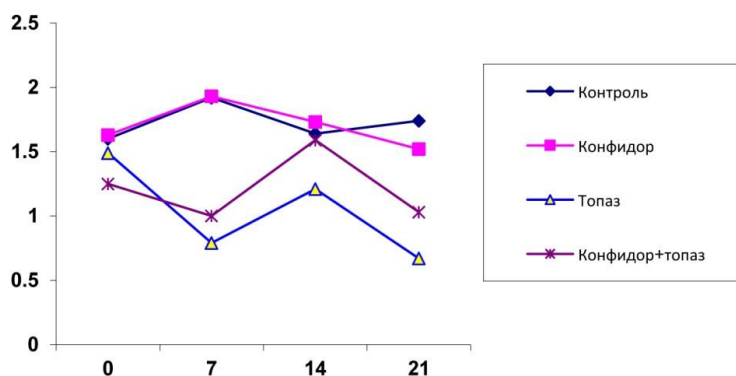
В плодах флавонолы обнаруживаются гораздо больше (2,94 мг/г - 4,13 мг/г), чем в листьях (0,52 мг/г - 1,73 мг/г). Наименьшее количество флавонолов отмечается в плодах абрикоса при обработке деревьев фунгицидом топаз.

Обобщая результаты исследований по изучению влияния конфидора и топаза на ростовые процессы и содержание ФС в листьях абрикоса, можно констатировать, что при отдельном применении конфидор проявляет стимулирующее действие, которое приводит к увеличению площади листовых пластинок и росту молодых побегов. Однако существенной разницы по содержанию общих фенольных соединений, дубильных веществ и флавонолов между контрольным и обрабо-

танним инсектицидом конфидор (как при отдельном, так и при совместном применении с топазом) не отмечено.

**Таблица 4.** Количественные изменения флавонолов в листьях абрикоса, подвергнутых обработке пестицидами (в мг/г на сухой вес)

Вариант опыта	Листья				Плоды	
	Дни после обработки				Свежие (LSD=0,01)	курага
	1	7	14	21		
	LSD=1,98	LSD=0,61	LSD=0,20	LSD=0,63		
<b>Контроль</b>	1,6±0,08	1,9±0,17	1,6±0,05	1,7±0,05	0,71±0,02	4,1
<b>Конфидор</b>	1,6±0,04	1,9±0,13	1,7±0,02	1,5±0,02	0,71±0,02	3,8
<b>Топаз</b>	1,5±0,13	0,79±0,05	1,2±0,04	0,68±0,04	0,51±0,02	2,9
<b>Конфидор + топаз</b>	1,3±0,13	1,00±0,04	1,6±0,08	1,00±0,08	0,67±0,05	4,0



**Рис.4.** Динамика содержания флавонолов (мг/г) в листьях деревьев абрикоса при применении пестицидов

Совершенно иная картина наблюдается при двукратной обработке деревьев фунгицидом топаз. Токсичность топаза для абрикоса в основном выражается в сдерживании роста однолетних побегов и уменьшении площади листьев. Топаз способен индуцировать накопление сухих веществ, в том числе общих ФС и дубильных веществ в листьях, и под его влиянием усиливается отток ассимилятов фенольной природы из листьев к репродуктивным органам. Однако биосинтез флавонолов сильно угнетается под воздействием топаза (как при отдельном, так и при совместном применении с конфидором). Все эти изменения, по всей вероятности, обусловлены проявлением общего токсического действия протестированного фунгицида на метаболическую активность клеток и угнетение антиоксидантной системы деревьев.

Результаты исследований показали, что в целом влияние пестицидов на растения сводится к разносторонним действиям на ростовые процессы деревьев, что сопровождается нарушением водного обмена растений и вызывает количественный и качественный сдвиг в содержании ФС (в том числе дубильных веществ и флавонолов) как в листьях так и плодах абрикоса. Интенсивность этих процессов зависит от природы препарата и формы применения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГФ. Государственная фармакопея XI издание. Выпуски 1, 2. М., “Медицина” 397 с. 1998.
2. *Ермаков А.И., Арасимович В.В, Ярош Н.П.* Методы биохимического исследования растений. Агропромиздат. 430 с., 1987.
3. *Запрометов М.Н.* Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М., Наука, 178, 272 с. 1993.
4. *Зенков Н.К., Панкин В.З., Меньшикова Е.Б.* Окислительный стресс: Биохимический и патофизиологический аспекты. М., МАИК”Наука Интерпериодика, 343 с. 2001.
5. *John Lydon, Stephen O. Duke.* Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. *Pest Management Science*. 25, Issue 4. pp. 361-373, 1989.

*Поступила 14.10.2016*