

УДК 632.95: 028

**ТРАНСЛОКАЦИЯ ФУНГИЦИДОВ
В АГРОЭКОСИСТЕМЕ
АМПЕЛОЦЕНОЗОВ**

Воробьева Татьяна Николаевна
д-р с.-х. наук

Волкова Альбина Александровна
канд. с.-х. наук

Макеева Анжелика Николаевна
канд. с.-х. наук

*Государственное научное учреждение
Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт
садоводства и виноградарства
Россельхозакадемии, Краснодар, Россия*

Задачи фундаментальных исследований трансформации триазолов на виноградниках состоят в определении механизмов биохимических процессов их аккумуляции, транслокации и деградации в экосистеме «почва – виноград». С этой целью в гетероциклических фунгицидных соединениях с тремя и более гетероатомами в цикле выполнена хроматографическая идентификация триазолов и их токсичных продуктов метаболизма. В статье изложены результаты идентификация триазолов в почве и винограде, приведены показатели идентификационных критериев фунгицидов, полученные усовершенствованным методом исследований.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, ПОЧВА,
ТРИАЗОЛЫ, МЕТАБОЛИТЫ

UDC 632.95: 028

**TRANSLOCATION FUNGICIDES IN
AGROECOSYSTEM OF
AMPELOCENOSIS**

Vorobyova Tatyana
Dr. Sci. Agr.

Volkova Albina
Cand. Agr. Sci.

Makeeva Angelika
Cand. Agr. Sci.

*State Scientific Organization North
Caucasian Regional Research Institute of
Horticulture and Viticulture of the Russian
Academy of Agricultural Sciences,
Krasnodar, Russia*

Tasks for basic research of transformation of triazoles on vineyards are to determine the mechanisms of biochemical process of their accumulation, translocation and degradation of ecosystems «soil – grapes». To this purpose, fungicidal heterocyclic compounds with three or more heteroatoms in the cycle chromatographic identification of triazoles and their toxic products of metabolism is executed. The article presents the results of the identification of triazoles in the soil and grapes, performance criteria for the identification of fungicides obtained an improved method of research.

Keywords: GRAPES, SOIL, TRIAZOLES,
METABOLITES

Введение. Выращиваемые сельхозпродукты часто содержат остатки химических веществ, далеко не безвредных для нормального физиологического состояния человеческого организма. Среди них

современные пестициды занимают особую эколого-токсикологическую нишу. Вместе с тем, производители растениеводческой продукции эту острую экологическую проблему неоправданно замалчивают. Это делается напрасно, поскольку ни для кого не секрет, что загрязнение окружающей среды пестицидами угрожающе нарастает и классифицируется как стабильное «фоновое загрязнение» природной среды. В этой связи все чаще встречающиеся сведения о выращивании сельскохозяйственной продукции без применения пестицидов не дают основания считать ее гарантированно экологически чистой, так как аккумулярованные в объектах экосистемы агроугодий пестицидные остатки опровергают это, уже ставшее расхожим, понятие. Среди современных техногенных загрязнителей природных экосистем в сельскохозяйственном производстве особый научно-исследовательский и практический интерес вызывают гетероциклические фунгициды нового поколения.

В номенклатуре средств защиты растений от вредителей и болезней эта группа химических агропрепаратов характеризуется повышенной эффективностью за счет своей высокой токсичности и потому малой дозировкой в применении. К таковым препаратам сельскохозяйственного назначения относятся триазолы, активно применяемые на промышленных насаждениях винограда против оидиума и гнилей. Вместе с тем, несмотря на широкое и интенсивное применение триазолов, теоретическое и опытно-экспериментальное изучение их негативного эколого-токсикологического последствия, особенно на агроугодьях многолетних насаждений, находится в начальной стадии необходимого осуществления.

Объекты и методы исследований. Натурные исследования проводились в черноморской и таманской зонах виноградарства Краснодарского края на промышленных виноградниках специализированных предприятий ЗАО АФ «Приморское», ОАО АФ

«Мирный» и ЗАО АФ «Мысхако». Лабораторные работы комплексных исследований выполнялись в аккредитованной испытательной токсикологической лаборатории СКЗНИИСиВ.

Объектами исследований служили: виноградники технических сортов Совиньон, Первенец Магарача, Каберне-Совиньон, Шардоне, Бианка; агроклиматические условия выращивания винограда; фунгициды (топаз, байлетон, колфуго супер, фалькон, ридомил голд); почва и виноград. Отбор почвы и винограда для анализов по определению содержания в них остатков токсичных веществ выполнялся по разработанным в лаборатории методическим указаниям на участках, где применялись указанные фунгициды несколько лет, и на участках, не обрабатываемых ими лишь в период вегетации 2008 года. Анализ фунгицидов проводили на газовом хроматографе «Цвет 500М» с модулем управления «Хромос ИРМ –10», термоионным детектором диаметром 2 мм, заполненным неподвижной фазой SE-30 (5 %), при температурах детектора 250 °С, колонки и испарителя – 240 °С. Математическую обработку цифрового материала выполняли методом дисперсионного анализа.

Обсуждение результатов. Фитосанитарное состояние виноградников в последние годы не способствовало уменьшению традиционного числа обработок фунгицидами. Поэтому изучение их негативного последствия на экосистему виноградников остается актуальным.

Как показано исследованиями испытательной токсикологической лабораторией СКЗНИИСиВ [1], опасность негативного последствия фунгицидов необходимо характеризовать не только величинами их кумулятивности и персистентности, но и параметрами токсичных веществ полураспада. Влияние фунгицидов на эколого-токсикологическое

состояние виноградников, качество и пищевую безопасность отраслевой продукции должно оцениваться на основе идентификации токсикантов по результатам мониторингового обследования насаждений.

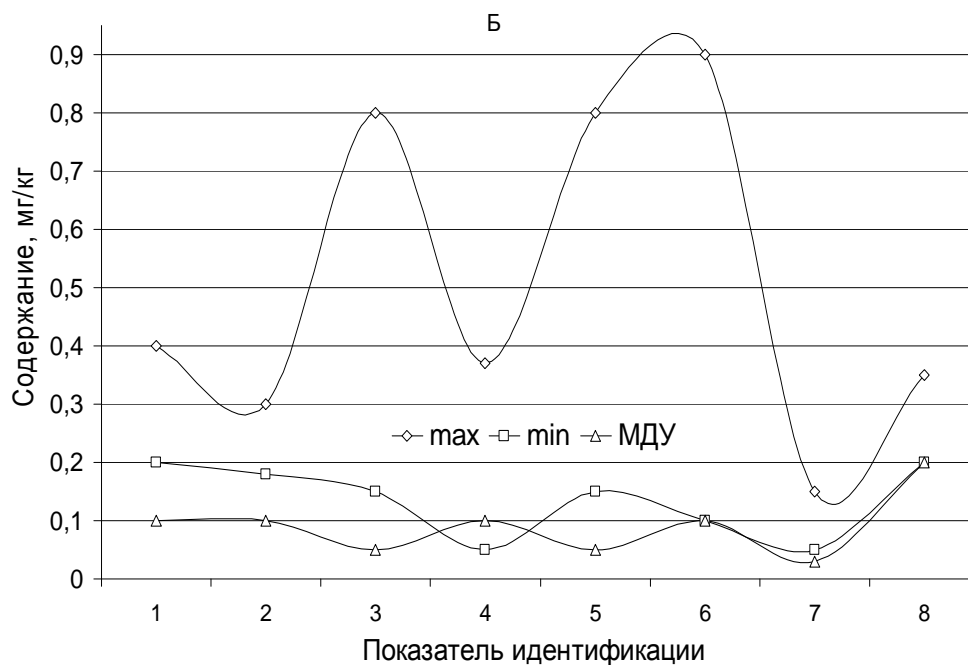
В полученных лабораторией на протяжении последнего десятилетия экспериментальных данных прослеживалась детоксикация фунгицидов с образованием метаболитов исходного соединения и, следовательно, – образованием промежуточных токсичных веществ процессов полураспада [2]. Большое влияние на результаты этих процессов оказывают атмосферные осадки, интенсивность солнечного излучения и температура окружающей среды. Чем выше показатели этих факторов, тем интенсивнее протекают процессы разложения и детоксикации большинства пестицидов в различных экосистемах, в том числе и изучаемых фунгицидов.

Метеорологические условия в период наиболее активного процесса детоксикации фунгицидов в годы проведения исследований отличались засухой и высокой температурой воздуха, что способствовало трансформации или детоксикации их остаточных количеств в ампелозекосистеме. По разработанному в лаборатории методу была проведена хроматографическая идентификация фунгицидов и продуктов их полураспада в почве и винограде (рис. 1).

С помощью показателей идентификации (К) были проанализированы остатки фунгицидов и их метаболитов, которые представлены следующими соединениями (С – массовая доля действующего вещества препарата в г/кг или г/л): фалькон С₄₆₀ = спироksamин С₂₅₀ (К₁) – тебуконазол С₁₆₇ (К₂) – триадименол С₄₃ (К₃); байлетон С₅₀₀ = триадимефон С₅₀₀ (К₄) – триадименол С₀ (К₅); ридомил Голд МЦ С₆₈₀ = манкоцеб С₆₄₀ (К₆) – мефеноксам С₄₀ (К₇); колфуго супер = карбендазим С₃₇₀ (К₈). К₁... К₈ – доверительные границы величин токсичных почвенных остатков (мг/кг) гетероциклических фунгицидов и дитиокарбаматов получены в

интервале от 0,02 до 0,27 мг/кг (ПДК 0,02-0,2 мг/кг), дитиокарбаматов – в интервале от 0,1 до 0,8 мг/кг (ПДК 0,05-0,1). К₁... К₈ для винограда соответственно – от 0,15 до 0,8 мг/кг (МДУ 0,01-0,1 мг/кг) и от 0,1 до 0,9 (МДУ 0,03-0,1).

Необходимость идентификации фунгицидов и процессов их трансформации с целью объективной санитарно-гигиенической оценки предопределена тем, что фактические суммарные остаточные количества и периоды их полной или частичной деградации не всегда соответствуют



срокам ожидания действующих санитарно-гигиенических регламентов.

Рис. 1. Максимальное, минимальное и предельно-допустимое содержание токсикантов в почве (А) и винограде (Б) по идентификационным показателям К₁₋₈: (1 – спироксиамин, 2 – тебуконазол, 3 – триадименол) – фалькон; (4 – триадимефон, 5 – триадименол) – байлетон; (6 – манкоцеб, 7 – мефеноксам) – ридомил голд; (8 – карбендазим) – колфуго супер.

Полученные данные по показателям идентификации фунгицидов позволили выявить закономерности их трансформации в экосистеме виноградников. Распаду токсичных остатков фунгицидов в почве способствовала высокая температура воздуха, но в то же время эти процессы сдерживались отсутствием осадков и низкой активностью почвенной биоты, что подтверждается величинами соотношений фунгицид/метаболит, установленными следующими выражениями: 70% / 30% – для гетероциклических соединений и 85% / 15% – для дитиокарбаматов.

Трансформация остатков фунгицидов в винограде проходила гораздо активнее, потому как соотношение фунгицид/метаболит было большим у продуктов полураспада: 25% / 75% – для гетероциклических соединений и 35% / 65% – для дитиокарбаматов.

Одним из серьезных практико-методологических упущений в современных отечественных и зарубежных эколого-токсикологических исследованиях является то, что последствие пестицидов в сельскохозяйственном производстве рассматривается без учета их взаимосвязей в системе «почва – растение – пищевая продукция». Недостаточно учитываются факторы транслокации остаточных количеств агропрепаратов и их влияние на качество и пищевую безопасность производимой продукции.

Транслокационный показатель отображает переход остатков пестицида(ов) в растение (выращиваемую продукцию). Коэффициент транслокации ($K_{тр}$) определялся опытно-экспериментальным и расчетным путем на основе аналитической оценки концентрации пестицидов в почве и винограде применительно к определенному временному периоду по следующей формуле:

$$K_{тр} = C_v / C_{п},$$

где C_v , $C_{п}$ – концентрация токсиканта в винограде и почве, соответственно (мг/кг).

Расчет транслокационного показателя выполнялся по данным эколого-токсикологического мониторинга. Мониторинговое исследование виноградников, проведенное в период вегетации 2008 года, показало наличие (мг/кг) в отобранных образцах почвы: триазолов – 0,05...0,27 (ПДК 0,02); дитиокарбаматов – 0,1...0,5 мг/кг (ПДК 0,1). Общая длительность сохранения остаточных количеств пестицидов в почве виноградников существенно варьирует не только в масштабах сравнительно небольшого региона, но и на участках единого контролируемого виноградного массива. Однако, в условиях не применения этих фунгицидов в сезоне 2008 года, их остатки обнаруживались в винограде в количествах: триазолы – 0,02...0,17 (МДУ

0,05); дитиокарбаматы – 0,05...0,2 (МДУ 0,1). Вместе с тем, расчеты показали, что величины $K_{тр}$ для фунгицидов и их метаболитов составили: для триазолов – 0,4...0,63; дитиокарбаматов – 0,38...0,7 (табл. 1).

Таблица 1 – Транслокационный показатель перехода токсичных почвенных остатков в виноград сортов Августин, Совиньон, Бианка, Шардоне

Пестициды	Транслокационный показатель $K_{тр}$	
	min	max
	таманская подзона / черноморская зона виноградарства	
Триазолы	0,4/0,6	0,63/0,6
Дитиокарбаматы	0,5/0,7	0,4/0,38

Примечание: min и max $K_{тр}$, соответственно, при минимальных и максимальных токсичных остатках пестицидов в почве и винограде.

В условиях жаркого и сухого лета вегетационного периода исследований коэффициент транслокации фунгицидов в экосистеме почва – виноград имел низкие показатели. Возможно, это объясняется тем, что миграция токсичных почвенных остатков в виноградное растение и, в частности в ягоды винограда, и их трансформация являются достаточно сложными процессами, на которые оказывают существенное влияние агробιοлогические характеристики (возраст, сорт, устойчивость к поражению вредоносными объектами и др.) виноградного растения. В этой связи эти параметры также необходимо рассматривать с точки зрения поступления, накопления и сохранения всех токсичных остатков фунгицидов в ягодах винограда.

Несомненно, что, прежде всего, накопление токсичных остатков на виноградных насаждениях зависит от числа обработок и ассортимента применяемых пестицидов. Фунгицидная нагрузка в период выполнения исследований представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Фунгицидная нагрузка на виноградники при защите от оидиума и гнилей

Фунгициды группы триазолов	Санитарно-гигиенические регламенты содержания, мг/кг		Агротехнологические параметры защитных обработок					
			период, лет	число обработок, 1/год	расход в обработке		всего за период в среднем	
	ПДК в почве	МДУ в ягодах			препарат а, кг(л)/га	д.в., г/кг(л) рабоч. смеси	препарат а, кг(л)/га	д.в., кг(л)/га
Байлетон	0,03	0,1	15	6-2	0,3	250	18,0	1,5
Топаз	0,1	0,3	6	3-2	0,5	100	7,5	0,15
Фалькон	0,03	0,05	6	3-1	0,5	400	6,0	5,5
Импакт	0,1	не доп.	5	3-2	0,2	250	2,5	0,31
Количество, примененное за весь учитываемый период							34,0	7,46

Триазольная нагрузка на виноградники за последние годы их применения по сравнению с замещающими их фунгицидами более старшего поколения существенно снизилась. Однако, учитывая высокую токсичность и персистентность новых препаратов триазольной группы, характеризующихся более жесткими санитарно-гигиеническими регламентами содержания их остаточных количеств не только в продукции, но и в почве, считать ее эколого-токсикологически безопасной представляется ошибочным.

Выводы. В результате выполненной работы определены показатели хроматографической идентификации токсичных компонентов, образующихся в процессе трансформации остатков современных фунгицидов в почве и винограде. Полученные показатели идентификации позволяют более результативно определять закономерности трансформации и транслокации фунгицидов в экосистеме виноградных насаждений, что имеет исключительно важное научно-практическое значение для объективной комплексной оценки эколого-токсикологического состояния эксплуатируемых агроугодий

промышленных насаждений винограда.

Литература

1. Воробьева, Т.Н. Экологическая оптимизация применения фунгицидов в виноградарстве Тамани (исследования, инновационные разработки) / Т.Н. Воробьева, А.Н. Макеева. – Краснодар: Просвещение-ЮГ, 2007. – 176 с.

2. Воробьева, Т.Н. Эколого-токсикологический мониторинг и оценка риска последствий пестицидного техногенеза на виноградниках / Т.Н. Воробьева, Г.А. Ломакина. – Краснодар: Просвещение-ЮГ, 2005. – 67 с.