DOI: 10.31279/2222-9345-2018-7-30-108-111
УДК 634.8:632.952:631.4

Т. Н. Воробьева, М. Е. Подгорная

Vorobyeva T. N., Podgornaya M. E.

БИОТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМНЫХ ФУНГИЦИДОВ В ЭКОСИСТЕМЕ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ

BIOTRANSFORMATION OF SYSTEM FUNGICIDES IN AMPELOZENOSIS ECOSYSTEM

Современные препараты, предназначенные для защиты виноградников от грибных болезней, характеризуются включением в состав ранее применяемого действующего вещества, обладающего высокотоксичными свойствами. К ним относятся органические фунгициды системного действия триазольной группы («Фалькон», «Универсал», «Колосаль», «Колосаль Про»). Использование этих препаратов против проявившейся инфекции при попадании на растения приводит к ее подавлению, другая часть препарата, в исходной форме попадая в почву, длительное время не подвергается биотрансформации до безопасных уровней. Накапливаясь в почве, химикаты не переходят полностью в лабильную быстро деградирующую форму, трансформируясь в виде токсичных соединений, частично мигрирующих в экосистеме «почва – растение – виноград». Степень модификации структуры системных гетероциклических фунгицидов триазольной группы до экологически безопасных уровней неполноценна. Часть токсичных соединений в результате метаболической мутации входящих в их состав действующих веществ остается неизменной. В сложной агробиологической системе виноградников используемые химикаты быстро распространяются и накапливаются в объектах экосистемы, что причиняет немалый вред многим почвенным живым организмам. Несмотря на существующую проблему, отмечается недостаток изученности биотрансформации фунгицидов триазольной группы в экосистеме ампелоценозов. В выполненной работе определены кумулятивные свойства фунгицидов системного действия триазольной группы, используемых на виноградниках. Обнаружены токсичные остатки триазолов, загрязняющих почву виноградных насаждений, в количествах, превышающих предельно-допустимые нормы. Установлена их частичная миграция в экосистеме «почва – растение – продукция».

Ключевые слова: фунгициды, токсичные остатки, триазолы, миграция, почва, виноград.

Modern products, designed for control of fungi diseases in grapes, are characterized by the presence of highly toxic characteristics. Organic fungicides of systemic action of triazole group (Falcon, Universal, Kolosal, Kolosal Pro) are among them. When applied to the plant these products control the revealed infection, a part of the products got to the soil in initial form, not being bio-transformed till the safe form for a long time. When accumulated in soil the chemicals aren't transformed to a labile, quickly degrading form. They transform to toxic metabolites partially migrating in eco-system «soil – plant – grape». The modification level of systemic hetero-cyclic fungicides of triazole group till ecologically safe levels is insufficient. The part of toxic compounds in the course of metabolic mutation of compounds is intact. Within a complex agrobiological system of grapes the chemicals applied are quickly spread and accumulated by ecosystemic objects, that significantly affects quite a number of soil inhabitants. In spite of the existing problem there is a lack of studies on bio-transformation of fungicides of triazole group in ampelocenosis ecosystem. In the given study there are defined cumulative characteristics of fungicides of systemic action of triazole group, applied in grapes. There were revealed toxic residues of triazoles polluting soil in the area of grapes' plants in amounts exceeding the maximum allowable norms. There was defined their partial migration in ecosystem «soil – plant – ready products».

Key words: fungicides, toxic residues, triazoles, migration, soil, grapes.

Воробьева Татьяна Николаевна –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Научного центра защиты и биотехнологий растений ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» г. Краснодар
Тел.: 8-918-496-28-67
E-mail: toksikolog@mail.ru

Vorobyeva Tatyana Nikolaevna –

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Principal Researcher of the Scientific Centre of Protection and Biotechnology of Plants FSBSI «North-Caucasus Federal Scientific Centre of Horticulture, Viticulture, Wine-making» Krasnodar
Tel.: 8-918-496-28-67
E-mail: toksikolog@mail.ru

Подгорная Марина Ефимовна –

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией защиты плодовых и ягодных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» г. Краснодар
Тел.: 8(861)252-64-86
E-mail: plantprotecshion@yandex.ru

Podgornaya Marina Efimovna –

Ph.D. of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Protection of Fruit and Berry Crops FSBSI «North-Caucasus Federal Scientific Centre of Horticulture, Viticulture, Wine-making» Krasnodar
Tel.: 8(861)252-64-86
E-mail: plantprotecshion@yandex.ru

Вразнообразии агротехнических приемов возделывание винограда сопряжено с техногенным воздействием на экосистемы ампелоценозов. Оно состоит в том, что виноградники не один десяток лет возделываются на постоянных участках, где техногенная нагрузка увеличивается ежегодно. Это загрязняет экосистему ампелоценозов опасными химикатами, что приводит к сокращению энергетического потенциала виноградников, уменьшению их продуктивности, снижению показателей, характеризующих качество винограда. При этом важно учитывать, что в экосистеме ампелоценозов плодородный слой почвы подвергается значительной деградации, если процесс ее окультуривания происходит длительное время. Внутренние связи с другими компонентами экосистемы нарушены, и поддержка плодородия прекращается.

Среди многочисленных загрязнителей экосистем ампелоценозов особый интерес представляют перспективные препараты системного действия, используемые против грибных болезней, ежегодно поражающих виноградники. Они обладают повышенной токсичностью, что обеспечивает эффективность защиты растений при их применении в незначительных дозировках [1]. Эти химикаты представляют экологическую опасность для аккумулирующих их объектов, так как утилизация их в природных объектах незначительна. Это подтверждается [2] способностью к бионакоплению в почве такой группы пестицидов и увеличению их концентрации в трофических цепях экосистемы.

Таковыми свойствами характеризуются системные фунгициды триазольной группы. Они загрязняют почву, накапливаются в растении и в винограде, но основным их недостатком является уничтожение совместно с патогенами и «полезных» в агроценозе видов [2, 3]. Несмотря на значительный круг возникающих вопросов, отмечается недостаток информации и изученности биотрансформации системных фунгицидов в экосистеме ампелоценозов.

Цель представленной работы – установить биотрансформацию аккумулируемых почвой фунгицидов триазольной группы и миграцию токсичных продуктов полураспада в экосистеме «почва – растение – ягоды».

Исследования были выполнены в условиях лабораторно-полевого опыта, заложенного на промышленных виноградниках специализированного хозяйства АО агрофирма «Южная». Объекты исследований – почва и виноград с опытного виноградного участка технического сорта Первенец Магарача, насаждения 2010 года. Исследования проводили на двух участках площадью 5 га при одинаковых агротехнических условиях содержания. На одном из них (вариант 1) были ежегодными обработки фунгицидами различных групп, включая и изучаемые препараты. На другом участке (вариант 2)

в последний год выполняемой работы обработки этими фунгицидами не проводились. Это позволило определить загрязненность винограда почвенными токсичными остатками изучаемых фунгицидов. Для исследований были выбраны триазолы «Фалькон», «Универсал», «Колосаль» и «Колосаль Про», содержащие от одного до трех токсичных соединений (спироксамин, тебуконазол, триадименол). При отборе проб почвы и винограда для анализа были использованы методические указания [2]. Токсичные остатки определялись по общепринятым методикам [4] с использованием хроматографов, газового «Цвет 500М» с модулем управления «Хромос ИРМ-10» (ООО «Хромос», Россия) и жидкостного «KNAUER» (Германия), укомплектованного блоком управления Smartline Manager 5000.

Обработка экспериментального материала – специальные компьютерные программы (Microsoft Excel 2007; Statistica 6.0 for Windows).

Фитосанитарное состояние виноградников, поражаемых грибными болезнями, ежегодно прогнозирует необходимость проведения нескольких обработок фунгицидами. В годы эпифитотий, а порой и для профилактики, обработки виноградников изучаемыми препаратами проводились в течение всего периода вегетации. Перспективной группой в настоящее время являются триазолы, характеризующиеся способностью проникать в ткани растения и активно перемещаться в них, снижая инфекционный фон грибных заболеваний. В то же время аккумулируемые почвой токсичные остатки не подвергаются полноценной биотрансформации до безопасных уровней. Степень модификации структуры системных гетероциклических фунгицидов триазольной группы до экологически безопасных уровней неполноценна. Часть токсичных соединений в результате метаболической мутации входящих в их состав действующих веществ (д. в.) остается неизменной. В сложной агробиологической системе виноградников используемые химикаты быстро распространяются и накапливаются в объектах экосистемы, что причиняет немалый вред многим почвенным живым организмам.

Аккумулируемые почвой токсичные остатки изучаемых фунгицидов не подвергались полноценной биотрансформации до безопасных уровней и сохранялись в почве весной до обработок ими в период следующей вегетации от 2,5 до 9,5 ПДК по показателям токсичных соединений (д. в.), составляющих исходную форму каждого препарата. Не обнаруживался лишь полностью разложившийся спироксамин, входящий в состав препарата «Фалькон».

Содержание в почве токсичных соединений (д. в.), входящих в состав анализируемых фунгицидов, по первому варианту опыта увеличилось за счет ежегодных обработок ими виноградников в период проводимых исследований (табл. 1).

Таблица 1 – Биотрансформация триазолов в почве

Триазолы	ПДК мг/кг	Концентрация д. в., мг/кг	
		Весна (до обработок)	Осень (после обработок)
Фалькон (д. в.)			
Спироксамин	0,4 ОДК	0	0,92±0,061
Тебуконазол	0,4 ОДК	1,28±0,041	1,85±0,044
Триадименол	0,02	0,19±0,033	1,08±0,029
Универсал, СП (д. в.)			
Тебуконазол	0,4	1,88±0,055	2,98±0,073
Колосаль, КЭ (д. в.)			
Тебуконазол	0,4	0,99±0,028	1,95±0,061
Колосаль ПРО, КЭ (д. в.)			
Пропиконазол	0,2 ОДК	1,05±0,019	2,15±0,043
Тебуконазол	0,4	1,34±0,027	1,90±0,059

Таблица 2 – Миграция триазолов из почвы в виноград

Концентрация действующих веществ, мг/кг			
Виноград (сорт Первенец Магарача)			МДУ, мг/кг
Триазолы	1	2	
Фалькон (д. в.)			
Спироксамин	0,78±0,021	0,29±0,032	2,0
Тебуконазол	0,98±0,016	0,56±0,041	2,0
Триадименол	1,55±0,018	0,38±0,045	2,0
Универсал, СП (д. в.)			
Тебуконазол	1,74±0,022	1,13±0,010	2,0
Колосаль, КЭ (д. в.)			
Тебуконазол	1,15±0,011	0,75±0,023	2,0
Колосаль ПРО, КЭ (д. в.)			
Пропиконазол	1,25±0,016	0,34±0,021	2,0
Тебуконазол	1,05±0,012	0,60±0,016	2,0

1 – токсичные остатки д. в. при ежегодной обработке (вариант 1);

2 – миграция токсичных остатков д. в. из почвы (вариант 2).

При загрязнении почвы токсичными химикатами, мигрируя по экологической цепи «почва – растение», они обнаруживаются и в винограде, пополняя остаточные количества препаратов, сохранившиеся на растении во время текущих обработок [5, 6]. Почвенные токсичные остатки действующих веществ анализируемых триазолов обнаруживались во время уборки урожая в винограде второго варианта опыта.

Получена информация, что аккумуляция и депонирование триазолов растением и частичная их миграция по цепи «почва – растение» способствуют неизбежному их попаданию в виноград. Анализ винограда для определения остаточных количеств действующих веществ, составляющих изучаемые фунгициды, проводился во время уборки урожая на участках обоих вариантов опыта. Было определено загрязнение ягод опасными химикатами (д. в.) изучаемых фунгицидов во время обработок, включая токсичные вещества, мигрирующие из почвы (табл. 2). При этом концентрация триазолов по сумме дей-

ствующих веществ, мигрирующих из почвы в виноград, при допустимой норме 2,0 мг/кг составила: для «Фалькона» – 1,32 мг/кг; для «Универсала» – 1,13 мг/кг; для «Колосаль» – 0,75 мг/кг; для «Колосаль Про» – 0,94 мг/кг.

Токсичные действующие вещества представленных фунгицидов, аккумулируемые почвой, не подвергаются своевременной детоксикации и частично мигрируют в экосистеме «почва – растение – ягоды». По существующим гигиеническим требованиям продукция считается безопасной, если концентрация каждого определяемого соединения, входящего в состав пестицида, меньше допустимого уровня. В то же время полученные результаты проведенных исследований позволяют отметить, что для объективной оценки степени загрязнения винограда изучаемыми фунгицидами при наличии двух или трех действующих веществ в их составе («Фалькон», «Колосаль Про»), необходимо учитывать их общую концентрацию, достоверно определяющую пищевую безопасность применяемого фунгицида.

Литература

1. Воробьева Т. Н., Ветер Ю. А., Макеева А. Н. Идентификация, трансформация и транслокация фунгицидов в почве и виногра-

References

1. Vorobyeva T. N., Veter Yu. A., Makeeva A. N. Identification, transformation and translocation of fungicides in soil and

- де // Виноделие и виноградарство. 2008. № 3. С. 32–33.
2. Воробьева Т. Н., Волкова А. А. Контроль и сохранение экосистемы виноградников : методические указания и научно-практические рекомендации. Краснодар : Просвещение-Юг, 2009. 42 с.
 3. Handelsman J. Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms // Microbiol. Mol. Biol. 2014. Vol. 68. P. 669–685.
 4. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды : сборник. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 115 с.
 5. Воробьева Т. Н. Динамика экологических проявлений пестицидного техногенеза в экосистеме ампелоценоза // Вестник РАСХН. 2011. № 2. С. 59–61.
 6. Fox R., Straub M. Vielfaltige Begrünung, eine wichtige Grundlage für den integrierten Weinbau // Winzen. 1993. Yg. 48–49. P. 13–18.
 - grapes // Wine-making and viticulture. 2008. № 3. P. 32–33.
 2. Vorobyeva T. N., Volkova A. A. Control and conservation of the ecosystem of vineyards : methodical instructions and scientific, practical recommendations. Krasnodar : Prosveshchenie-Yug, 2009. 42 p.
 3. Handelsman J. Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms // Microbiol. Mol. Biol. 2014. Vol. 68. P. 669–685.
 4. Determination of residual amounts of pesticides in food, agricultural raw materials and environmental objects : Collection. M. : Federal Centre for Hygiene and Epidemiology of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2011. 115 p.
 5. Vorobyeva T. N. Dynamics of ecological manifestations of pesticidal techno-genesis in the ampelocenosis ecosystem // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2011. № 2. P. 59–61.
 6. Fox R., Straub M. Vielfaltige Begrünung, eine wichtige Grundlage für den integrierten Weinbau // Winzen. 1993. Yg. 48–49. P. 13–18.