

КУМУЛЯТИВНОСТЬ, ПЕРСИСТЕНТНОСТЬ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ХИРАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФУНГИЦИДОВ В ЭКОСИСТЕМЕ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ

Воробьева Т.Н., д-р с.-х. наук, Подгорная М.Е., канд. биол. наук, Белков А.С.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Реферат. В проведенных исследованиях выявлена аккумуляция почвой токсичных остатков органических фунгицидов системного действия, установлена длительность их сохранения и трансформации в экосистеме ампелоценозов.

Ключевые слова: виноградники, почва, фунгицид, триазол, аккумуляция, трансформация

Summary. The soil accumulation of the toxic residues of organic fungicides of systemic action was revealed, the duration of their preservation and transformation in the ecosystem of ampelocenoses was established in the process of research out.

Key words: vineyards, soil, fungicide, triazol, accumulation, transformation

Введение. Проблема нежелательного воздействия токсичных химикатов на агроудья виноградных насаждений и смежных территорий зачастую обостряется включением в состав новых препаратов ранее применяемого действующего вещества с характеристикой высокотоксичного соединения. Перспективной группой химических соединений считаются органические фунгициды системного действия, проявляющие высокую избирательность для различных видов грибных заболеваний. Среди них выделяются хиральные органические фунгициды системного действия триазольной группы, характеризующиеся персистентностью и кумулятивностью, что создает эколого-токсикологическую опасность для экосистемы ампелоценозов [1]. Анализ литературных источников [1-4] показал, что по обозначенной проблеме выполнено немало работ. Вместе с тем, научно-критическое рассмотрение имеющихся данных подтверждает, что научные работы взаимосвязи техногенной нагрузки этих препаратов и эколого-токсикологического состояния многолетних насаждений, представлены в недостаточном объеме. К недочетам в этой области, в первую очередь, относится отсутствие исследований, характеризующих влияние современных триазолов на экологическое состояние виноградников, и способов, снижающих их негативное последствие, чем и определена актуальность изучаемого вопроса.

Изучение влияния хиральных органических фунгицидов системного действия триазольной группы на продуктивность виноградников и безопасность продукции явилось целью выполненной работы.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в основной агроэкологической зоне виноградарства Краснодарского края (Темрюкский район, АО агрофирма «Южная»). Объект исследований – виноградный участок технического сорта винограда Первенец Магарача, схема посадки кустов 4×2 м, формировка – двусторонний кордон, насаждения 2010 года. Исследования проводили на двух участках площадью 5 га при одинаковых условиях их содержания. На одном из них (вариант 1) – ежегодные производственные обработки фунгицидами различных групп, включая и изучаемые препараты, на другом (вариант 2) – в последний год исследований (2017 год) изучаемые препараты не применялись. Они были заменены системными фунгицидами другой группы. Это позволило опре-

делить в ягодах винограда концентрацию изучаемых фунгицидов, мигрирующих из почвы. В качестве контроля анализировалась почва, где обработки не проводились.

В состав изучаемых хиральных органических фунгицидов триазольной группы вошли фалькон, универсал, колосаль, колосаль Про. Определение токсичных остатков проводилось по общепринятым и разработанным методикам [5-9] с использованием хроматографов: газового «Цвет 500М» и жидкостного «KNAUER». Обработка экспериментального материала – специальные компьютерные программы (Microsoft Excel 2007; Statistica 6.0 for Windows) и современная электронно-вычислительная техника.

Обсуждение результатов. Синтезированные препараты новых поколений не всегда обеспечивают оптимальное фитосанитарное состояние виноградников. Эта проблема решается зачастую включением в состав новых препаратов ранее применяемого действующего вещества с характеристикой высокотоксичного соединения [10]. Поэтому среди наиболее распространенных и длительно применяемых пестицидов важно выделить препараты, обладающие кумулятивными и персистентными свойствами. Такими свойствами по своей физико-химической и структурной характеристике обладают хиральные фунгициды триазольной группы, используемые против грибных болезней, ежегодно поражающих виноградники.

В период проводимых исследований для борьбы с грибными болезнями на обследуемых виноградных насаждениях изучаемые фунгициды применялись в следующих объемах (табл. 1).

Таблица 1 – Регламенты применения фунгицидов на виноградных насаждениях

Фунгицид	Санитарно-гигиенические регламенты, мг/кг		Число обработок, 1/год	Расход в обработке	
	почва (ПДК)	Продукция (МДУ)		фунгицида, кг (л)/га	д.в. г/кг (л) рабочей смеси
Виноградные насаждения					
Фалькон	0,4+0,4+0,02	2,0+2,0+2,0	4	0,4	250+167+43
Универсал	0,4	2,0	4	0,3	500
Колосаль	0,4	2,0	4	0,4	250
Колосаль Про, КМЭ	0,4+0,4	2,0	4	0,3	300+200

ПДК – предельно допустимая концентрация; МДУ – максимально допустимый уровень; д.в. – действующее вещество.

Указанные фунгициды отличались однокомпонентным, двухкомпонентным и трехкомпонентным составом д.в., в связи с чем имели не только разную защитную эффективность против грибных болезней, но и различались по длительности сохранения и влиянию на экосистему ампелоценозов, что зависело от количественного состава всех компонентов действующего вещества каждого из препаратов. Исследуемые препараты объединяло наличие в их составе действующего вещества тебуконазол, отличающегося длительностью и стабильностью сохранения в почве после обработок (табл. 2).

Опытный участок обрабатывался изучаемыми фунгицидами в течение нескольких лет. Обработки проводились по регламентированной норме расхода каждого препарата (см. табл. 1). Для определения кумулятивных и персистентных свойств фунгицидов отбор проб проводился на участке (вариант 1) весной и осенью, то есть до и после обработок фунгицидами. Этот участок ежегодно обрабатывался хотя бы одним из изучаемых препаратов, в состав которых входил (д.в.) тебуконазол (см. табл. 2).

На виноградниках аккумулируемые почвой токсичные остатки тебуконазола, триадименола и пропиконазола, за исключением спирокарма, не подвергаются полноценной биотрансформации до безопасных уровней и сохраняются в почве, весной до обработок ими в период следующей вегетации их содержание в почве – от 9,5 до 2,5 ПДК (по показателям их исходной формы) (табл. 3).

Таблица 2 – Компоненты (д.в.), входящие в состав фунгицидов

Фунгицид	Действующее вещество	Количество (д.в), г/кг; мг/л
Фалькон	Спироксамин+тебуконазол+триадименол	(250+167+43) г/л
Универсал, СП	Тебуконазол	500 г/кг
Колосаль, КЭ	Тебуконазол	250 г/л
Колосаль, ПРО, КЭ	Пропиконазол+тебуконазол	(300+200) г/л

Таблица 3 – Аккумуляция фунгицидов в почве

Концентрация фунгицидов по д.в. в почве, мг/кг			
Фунгицид	ПДК мг/кг	Весна (до обработок)	Осень (после обработок)
Фалькон			
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			
Тебуконазол	0,4	1,88±0,055	2,98±0,073
Колосаль, КЭ			
Тебуконазол	0,4	0,99±0,028	1,95±0,061
Колосаль, ПРО, КЭ			
Пропиконазол	0,2 ОДК	1,05±0,019	2,15±0,043
Тебуконазол	0,4	1,34±0,027	1,90±0,059

Промышленные многолетние насаждения представляют собой сложную агробиологическую систему. Минеральные удобрения и пестициды быстро распространяются в объектах экосистемы, активно накапливаются и причиняют немалый вред многим почвенным живым организмам. Аккумуляция и депонирование агротоксикантов растением способствуют неизбежному их попаданию в плоды, ягоды и продукты их переработки [10,11]. Отбор винограда для анализа проводился в период полной зрелости на участках обоих вариантов опыта, что позволило определить суммарное количество токсичных остатков действующего вещества и количество действующих веществ, мигрирующих из почвы (табл. 4).

Таблица 4 – Миграция токсичных остатков фунгицидов в винограде

Концентрация фунгицидов в винограде, мг/кг			
Фунгицид	1	2	МДУ, мг/кг
Фалькон			
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			
Тебуконазол	1,74±0,022	1,13±0,010	2,0
Колосаль, КЭ			
Тебуконазол	1,15±0,011	0,75±0,023	2,0
Колосаль, ПРО, КЭ			
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).

Пищевая безопасность продукции оценивалась существующими нормами (МДУ), которые изменились с 2015 года в сторону многократного увеличения, что не позволяет официально считать продукцию более безопасной.

Однако при оценке пищевой безопасности винограда не учитывается возможность накопления в нем мигрирующих из почвы остатков фунгицидов в состоянии токсичной исходной формы, так как не предусматривается контроль загрязнения продукции токсичными остатками из почвы.

Выводы. Установлена принадлежность триазолов, применяемых на виноградниках, к хиральным стереоизомерам с высокой, но не одинаковой активностью и специфичностью, снижающей поражение виноградников грибными болезнями. Определена кумулятивность и персистентность триазолов, не подвергающихся полноценной биотрансформации до безопасных уровней и сохраняющих исходную форму в почве весной, до обработок ими в период следующей вегетации (от 9,5 до 2,5 ПДК).

Определена аккумуляция и депонирование д.в. триазолов виноградным растением, где суммарное количество токсичных остатков д. в. и количество д. в., мигрирующих из почвы, не превышало МДУ по многократно увеличенным нормам с 2015 года.

Учитывая значительное увеличение МДУ, установлена необходимость при оценке пищевой безопасности винограда учитывать возможность накопления в нем мигрирующих из почвы остатков фунгицидов в состоянии токсичной исходной формы.

Литература

1. Воробьева Т.Н. Идентификация, трансформация и транслокация фунгицидов в почве и винограде / Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер, А.Н. Макеева // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 3. – С. 32-33.
2. Подгорная, М.Е. Влияние обработок инсектицидов и регулятора роста Атоник 33 Плюс на агробиологические и качественные показатели яблони сорта Голден Делишес / М.Е. Подгорная // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – 2 (22). – С. 227-232.
3. Handelsman J. Metagenomics application of genomics to uncultured microorganisms // Microbiol. Mol. Biol. 2014. Vol. 68. P. 669-685.
4. Fox R., Straub M. Vielfaltige Begrundung, eine wichtige Grundlage fur den inter grierten Weinbau // Winzen. 1993. Yg. 48- 49. S 13-18.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Пат. № 2380888. Способ эколого-токсикологического мониторинга виноградников / Т.Н. Воробьева, Г.А. Ломакина, А.Н. Макеева, А.А. Волкова; патентообладатель ГНУ СКЗНИИСИВ. – № 2008107192/12; заявл. 26.02.2008; опубл. 10.02.2010. – М.: ФИПС, 2010. – 4 с.
7. Воробьева, Т.Н. Контроль и сохранение экосистемы виноградников: методические указания и научно-практические рекомендации / Т.Н. Воробьева, А.А. Волкова. – Краснодар: ООО «Просвещение – Юг», 2009. – 42 с.
8. Подгорная, М.Е. Контроль остаточных количеств пестицидов в садах / М.Е. Подгорная, Ю.М. Федоренко // Защита и карантин растений. – 2014. – №3. – С. 38-40.
9. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: сборник. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 115 с.
10. Воробьева Т.Н. Трансформация фунгицида Фалькон в экосистеме почва –виноград / Т.Н. Воробьева, М.Е. Подгорная // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 2. – с. 185-187.
11. Воробьева, Т.Н. Биотрансформация фунгицидов триазольной группы в экосистеме почва-виноград / Т.Н. Воробьева, А.С. Белков // Агротехнический метод защиты растений: материалы 8-ой межд. науч.-практич. конф. (19-23 июня 2017 г.) – Краснодар, 2017. – С. 90-93.