¹М. Е. Подгорная, зав. лаб. защиты и токсикологического мониторинга
многолетних агроценозов, к. б. н.

²Т. Н. Воробьева, гнс лаборатории, д. с.-х. н., профессор

³А. С. Белков, аспирант

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия», Россия, г. Краснодар,

¹plantprotecshion@yandex.ru, ²toksikolog@mail.ru, ³belkov_aleksei86@mail.ru

УДК 632.952:634.8

DOI 10.31676/2073-4948-2019-58-165-171

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ФУНГИЦИДОВ ТРИАЗОЛЬНОЙ ГРУППЫ НА ВИНОГРАДНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

Реферат. Определена загрязненность виноградников стереоизомерами органических фунгицидов для борьбы с грибковыми заболеваниями: Фалькон (250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола); Универсал (500 г/л тебуконазола); Колосаль (250 г/л тебуконазола); Колосаль Про (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола). Спустя 12 месяцев после последней обработки остатки пропиконазола, триадименола и тебуконазола обнаруживаются в почве — от 2,5 до 4,8 ПДК и в винограде — до 0,38 мг/кг при МДУ 2,0 мг/кг.

Ключевые слова: ампелоценоз, экомониторинг, триазолы, почва, виноград

Summary. Contamination of grapes by stereoisomers of the following organic fungicides effective against fungal diseases determined: Falcon (250 g/l spiroxamine + 167 g/l tebuconazole + 43 g/l triadimenol); Universal (500 g/l tebuconazole); Kolosal (250 g/l tebuconazole); Kolosal Pro (300 g/l propiconazole + 200 g/l tebuconazole). 12 months after the last treatment residues of propiconazole, triadimenol and tebuconazole were found in soil from 2,5 to 4,8 MAC, in grapes — 0,38 mg/kg with MRL 2,0 mg/kg.

Keywords: ampelocenoses, eco monitoring, triazoles, soil, grapes

Введение

На фоне интенсификации возделывания виноградников, почвенно-климатических изменений и множества других факторов, снижающих иммунитет растения, в ампелоценозах учащаются доминирующие болезни и появляются новые виды патогенов, которые контролируются фунгицидами триазольной группы.

Триазолы относятся к органическим фунгицидам системного действия, обладающим избирательностью для различных видов грибных заболеваний [1-3]. Они медленно разрушаются в почве, проникают в корни и далее в растения, передвигаясь акропетально, сорбируются листьями и накапливаются в винограде. Поэтому после обработок в отдельных случаях длительное время обнаруживаются в почве и в винограде [4-6].

Практика показывает [7, 8], что возделывание генетически однородных культур (в данном случае — винограда) повышает опасность развития фи-

топатогенных объектов, распространяющихся на больших территориях. Для контроля вредных видов необходимо еженедельно проводить фитосанитарный мониторинг с последующими обработками, усиленными в периоды эпифитотий. При этом не учитываются последствия проводимых обработок, информация о которых может быть получена с помощью экотоксикологического мониторинга наиболее токсичных фунгицидов и их метаболитов.

Экотоксикологическую опасность для экосистемы ампелоценозов представляют препараты, характеризующиеся выраженным метаболизмом, кумулятивными и персистентными свойствами. Это сложные структуры в виде смесей энантиомеров (стереоизомеров), обладающих большой защитной эффективностью. К ним относятся отличающиеся по спектру подавляемых патогенов органические фунгициды системного действия: Фалькон, КЭ; Универсал, СП; Колосаль, КЭ; Колосаль Про; КМЭ, длительно применяющиеся на виноградниках в борьбе с грибными заболеваниями [2, 9].

Состав действующих веществ (д. в.) этих пестицидов, дополняющих друг друга (спироксамин, триадименол, тебуконазол, пропиконазол), относится к химическому классу фунгицидов триазольной группы третьего поколения.

Выполнение работ по изучению степени загрязнения триазолами, аккумулирующимися в экосистеме ампелоценозов «почва — продукция», не теряют своей актуальности. Цель выполненных исследований — установить загрязненность виноградников фунгицидами триазольной группы, трансформирующихся в персистентные токсичные метаболиты в почве и в винограде.

Материалы и методы исследований

Объекты исследований — насаждения винограда юга России, обрабатываемые фунгицидами триазольной группы против грибных заболеваний. Работа выполнялась на виноградниках двух основных виноградарских зон юга Кубани в специализированных хозяйствах Черноморского побережья и Тамани. В обеих зонах исследования были проведены на стационарных участках, обрабатываемых препаратами: Фалькон (250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола); Универсал (500 г/л тебуконазола); Колосаль (250 г/л тебуконазола); Колосаль Про (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола). Обработки виноградников фунгицидами проводились согласно существующим регламентам (норма расхода — 0,3 л/га-0,4 кг/га), регулировалось лишь число обработок (не более 4) в зависимости от степени поражения растения грибными болезнями. В годы эпифитотий, а порой и для профилактики, обработки изучаемыми препаратами выполнялись в течение всего периода вегетации.

Изучаемые объекты — почва и виноград на участках технических сортов.

Пробы для анализа почвы с опытных участков отбирались в начале (весна) и в конце (осень) сезона, созревшего винограда — во время уборки урожая.

Для определения накопления в винограде мигрирующих из почвы токсичных остатков изучаемых препаратов виноградник на опытных участках обеих зон в текущем году ими не обрабатывался.

Отбор проб для анализа и токсичные остатки определялись по общепринятым методикам [10-13] 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.

Токсичные остатки состава д. в. используемых препаратов в почве и в винограде сравнивали с санитарно-гигиеническими регламентами почва/виноград (мг/кг): тебуконазол 0,4/2,0; триадименол 0,02/2,0; спироксамин 0,4/2,0; пропиконазол 0,4/2,0.

Обработка экспериментального материала — компьютерные программы Microsoft Excel 2010, Statistica 6.0 for Windows.

Результаты исследований

Интенсивное применение изучаемых триазолов позволяет сохранить урожай, так как эти препараты содержат в своем составе эффективные, но высокотоксичные соединения. Однако при этом необходимо учитывать длительность сохранения в почве токсичных остатков в исходной форме, их агрессивность к полезной микрофлоре, что усиливает процессы почвенной деградации. Нельзя исключить и возможность загрязнения продукции токсичными соединениями, их миграцией из почвы в растение.

Представленные фунгициды имеют однокомпонентный, двухкомпонентный и трехкомпонентный состав, что указывает на необходимость определения модификации в отдельности всех составляющих их компонентов. Из современных научных источников установлена аккумулятивность почвой д. в. исследуемых препаратов и длительность их сохранения в почве, что не исключает уже не целенаправленную загрязненность растения токсичными остатками [14-16].

Остаточные количества д. в., входящих в структуру изучаемых фунгицидов, определяемые через год после последней обработки, в период вегетации 2018 г., сохранились в почве в количествах, превышающих ПДК. Не обнаруживались токсичные остатки спироксамина, входящего в состав препарата «Фалькон», КЭ (табл. 1).

Метаболизм отдельных системных фунгицидов, применяемых уже несколько десятилетий, лишь частично изучен по вопросу их микробиологической утилизации [1, 6, 14, 15]. Полученные экспериментальные данные показывают, что представленные триазолы, характеризуются слабой степенью утилизации в природных сообществах, аккумулирующей их почвы.

Метаболическая мутация изучаемых триазолов в почве опытных участков Черноморской зоны в исследуемый период не имела существенных различий от показателей, полученных на виноградниках Тамани.

Таблица 1.

Модификация структуры фунгицидов, аккумулируемых почвой на виноградниках Тамани (2016-2018 гг.)

Концентрация фунгицидов по д.в. в почве, мг/кг			
фунгициды	ПДК, мг/кг	весна	осень
Фалькон, КЭ	0,4 ОДК 0,4 ОДК 0,02	0	-
Спироксамин		1,28 ±0,041	1,25 ±0,044
Тебуконазол		0,19 ±0,033	0,08 ±0,002
Триадименол			
Универсал, СП	0,4	1,88 ±0,055	1,68 ±0,073
Тебуконазол			
Колосаль, КЭ	0,4	0,99 ±0,028	0,95 ±0,061
Тебуконазол			
Колосаль Про, КМЭ	0,2 ОДК 0,4	1,05 ±0,019	0,55 ±0,043
Пропиконазол		1,34 ±0,027	1,24 ±0,059
Тебуконазол			

Примечание: ПДК — предельно допустимая концентрация, МДУ — максимально допустимый уровень.

Токсичные остатки анализировались в почве опытных участков технических сортов, где интенсивно применялись все изучаемые триазолы, исключая сезон 2018 г. (табл. 2).

Таблица 2.

Модификация структуры фунгицидов, аккумулируемых почвой на виноградниках Черноморского побережья (2016-2018 гг.)

Концентрация фунгицидов по д.в. в почве, мг/кг			
фунгициды	ПДК, мг/кг	весна	осень
Фалькон, КЭ	0,4 ОДК 0,4 ОДК 0,02	0	
Спироксамин		1,26 ±0,041	1,19 ±0,044
Тебуконазол		0,15 ±0,033	0,05 ±0,002
Триадименол			
Универсал, СП	0,4	1,98 ±0,055	1,88 ±0,073
Тебуконазол			
Колосаль, КЭ	0,4	0,99 ±0,028	0,97 ±0,061
Тебуконазол			
Колосаль Про, КМЭ	0,2 ОДК 0,4	1,10 ±0,019	0,62 ±0,043
Пропиконазол		1,38 ±0,027	1,30 ±0,059
Тебуконазол			

На виноградниках аккумулируемые почвой токсичные остатки тебуконазола, триадименола и пропиконазола (за исключением спироксамина) не подвергаются полноценной биотрансформации до безопасных уровней и сохраняются в ней спустя 12 месяцев после последней обработки — от 2,5 ПДК и до 4,8 ПДК.

Биотические составляющие здоровья почвы реализуются прежде всего самоочищением загрязняющих веществ, а экологическая устойчивость почвы обеспечивает ее безвредность для почвенной и наземной биоты, а также пищевую безопасность получаемой продукции [16, 17].

Отсутствие обработок фунгицидами в последний год проводимых исследований позволило определить миграцию их токсичных остатков из почвы в виноград. Длительность активности триазолов в опасных концентрациях в почве обрабатываемых участков сказалась на пищевой безопасности продукции (табл. 3).

Таблица 3.

Токсичные остатки фунгицидов по д. в. в винограде (средние данные 2016-2018 гг.)

Фунгициды	Концентрация фунгицидов в винограде, мг/кг	МДУ, мг/кг
Фалькон, КЭ	0	2,0
Спироксамин	0,20 ± 0,041	2,0
Тебуконазол	0,38 ± 0,045	2,0
Триадименол		
Универсал, СП	0,30 ± 0,010	2,0
Тебуконазол		
Колосаль, КЭ	0,21 ± 0,023	2,0
Тебуконазол		
Колосаль Про, КМЭ	0,34 ± 0,021	2,07.0 сок 1.0
Пропиконазол	0,30 ± 0,016	2,0
Тебуконазол		

В винограде, где обработки в текущем году не проводились, обнаруживаются мигрирующие из почвы токсичные остатки всех структурных форм изучаемых фунгицидов. Токсичные остатки спироксамина при полноценной его деградации в почве в винограде не обнаруживались.

Выводы

Полученные экспериментальные данные показали загрязненность почвы органическими фунгицидами триазольной группы Фалькон, КЭ; Универсал, СП; Колосаль, КЭ; Колосаль Про, КМЭ. Спустя 12 месяцев после последней обработки остатки д. в. триазолов (пропиконазол, триадиме-

нол, тебуконазол) обнаруживаются в почве — от 2,5 до 4,8 ПДК и в винограде — до 0,38 мг/кг при МДУ 2,0 мг/кг.

Список использованной литературы

1. Тютюрев С. Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы. — СПб.: ИПК «Нива», 2010. — 172 с.
2. Воробьева Т. Н., Ветер Ю. А., Макеева А. Н. Идентификация, трансформация и транслокация фунгицидов в почве и винограде // Виноделие и виноградарство, 2008. — № 3. — С. 32-33.
3. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации: 2018 год. — М.: ООО «Издательство Агропрус», 2018. — 853 с.
4. Schlosserova I. Contamination of soils in the Slovak republic by persistent pesticides and their transport in soil-plant system // Sci. Total Environment, 1998. — V. 123/124. — P. 491-501.
5. Мельников Н. Н. Пестициды и окружающая среда // Агрохимия, 1990. — № 12. — С 14-15.
6. Воробьева Т. Н., Подгорная М. Е., Белков А. С. Кумулятивность, персистентность и трансформация хиральных соединений фунгицидов в экосистеме ампелоценозов // Научные труды СКФНЦСВВ. — Т. 15. — С. 101-104.
7. Васютин А. С., Захарченко В. А. Фитосанитарные риски в агроэкосистемах (оценка и управление). — М.: Мос НИИСХ, 2014. — 128 с.
8. Подгорная М. Е. Влияние обработок инсектицидов и регулятора роста Атоник 33 Плюс на агробиологические и качественные показатели яблони сорта Голден Делишес // Вестник АПК Ставрополя, 2016. — № 2 (22). — С. 227-232.
9. Воробьева Т. Н., Белков А. С. Биотрансформация фунгицидов триазольной группы в экосистеме почва-виноград // Агротехнический метод защиты растений: матер. 8-ой международной науч.-практ. конф. (Краснодар, 19-23 июня 2017 г.). — Краснодар: КГАУ, 2017. — С. 90-93
10. Воробьева Т. Н., Волкова А. А. Контроль и сохранение экосистемы виноградников // Методические указания и научно-практические рекомендации. — Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2009. — 42 с.
11. Пат. 2380888 РФ. Способ эколого-токсикологического мониторинга виноградников / Т. Н. Воробьева, Г. А. Ломакина, А. Н. Макеева // Бюл., 2010. — № 4. — 5 с.
12. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сборник. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. — 115 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Агропром, 1985. — 351 с.
14. Handelsman J. Metagenomics application of genomics to uncultured microorganisms // Microbiol. Mol. Biol., 2014. — Vol. 68. — P. 669-685.
15. Тихонович И. А., Проворов Н. А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем. — СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2009. — 210 с.

16. Воробьева Т. Н., Прах А. В., Белков А. С. Пищевая ценность и безопасность винограда технических сортов // Научный журнал КубГАУ, 2017. — № 129(05). — С. 317-325.

17. Воробьева Т. Н., Подгорная М. Е. Трансформация фунгицида «Фалькон» в экосистеме почва — виноград // Вестник АПК Ставрополя, 2017. — № 2. — С. 185-187.

M. Ye. Podgornaya, T. N. Vorob'yeva, A. S. Belkov

North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking,
Krasnodar, Russia

ECOTOXICOLOGICAL MONITORING OF THE FUNGICIDES OF THE TRIAZOLE GROUP IN THE VINEYARDS