УДК 632.95:634.8

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-125-137

ВЛИЯНИЕ СУПРЕССИВНОСТИ ПОЧВЫ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ НА ДЕТОКСИКАЦИЮ ТЕБУКОНАЗОЛА

Воробьева Татьяна Николаевна
д-р с.-х. наук, профессор
главный научный сотрудник
лаборатории защиты
и токсикологического мониторинга
многолетних агроценозов
e-mail: toksikolog @ mail.ru

Подгорная Марина Ефимовна
канд. биол. наук
зав. лабораторией защиты
и токсикологического мониторинга
многолетних агроценозов
e-mail: plantprotecshion@yandex.ru

Белков Алексей Сергеевич
аспирант
e-mail: belkov_aleksei86 @ mail.ru

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

Органические фунгициды системного действия более двух десятилетий применяются на виноградниках в борьбе с грибными заболеваниями, что привело к загрязненности почвы обрабатываемых насаждений. В процессе изучения их деградации обнаруживались токсичные соединения, длительно сохраняющиеся в почве агроугодий, снижающие показатели ее супрессивности. Органические фунгициды системного действия триазольной группы (фалькон,

UDC 632.95:634.8

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-125-137

THE INFLUENCE OF SOIL SUPPRESSION THE DETOXIFICATION OF TEBUCONAZOLE IN THE AMPELOCENOSES

Vorob'eva Tatyana
Dr. Sci. Agr., Professor
Chief Research Associate
of Laboratory of Protection
and Toxicological Monitoring
of Perennial Agrocenosis
e-mail: toksikolog @ mail.ru

Podgornaya Marina Efimovna
Cand. Biol. Sci.
Head of Laboratory of Protection
and Toxicological Monitoring
of Perennial Agrocenosis
e-mail: plantprotecshion@yandex.ru

Belkov Aleksey Sergeyevih
Post-graduate student
e-mail: belkov_aleksei86 @ mail.ru

Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia“

Organic fungicides of systemic action are applied in the vineyards more than two decades to fight against fungal diseases, which led to the soil contamination of cultivated plantings. In the process of studying their degradation, the toxic compounds were found, which persist for a long time in the soil of agricultural land, and reduce the soil suppression indicators. The organic fungicides of the systemic action of the triazole group (falcon, universal, kolosal, kolosal pro)

универсал, колосаль, колосаль про) объединяет наличие в их составе действующего вещества тебуконазола, отличающегося длительностью и стабильностью сохранения в почве обрабатываемых насаждений винограда. Это диктует необходимость повышения супрессивности почвы, влияющей на детоксикацию токсичных включений. Изучение влияния супрессивности почвы, обогащенной биоудобрением из отходов виноделия на детоксикацию тебуконазола – цель данной работы. Остатки тебуконазола в почве определяли по общепринятым методикам на газовом хроматографе «Цвет 500М». Установлено, что обработки виноградников против грибных болезней фунгицидами системного действия триазольной группы приводят к загрязнению почвы тебуконазолом. Многолетнее применение на виноградниках фунгицидов, содержащих тебуконазол, показало, что к периоду следующей обработки его концентрация в почве превышает допустимую норму (до 7,90 ПДК). Выявлено, что 2-х кратное внесение в почву виноградников биоматериала из отходов виноделия повышает свойства супрессивности почвы, активизирующие процесс детоксикации тебуконазола от 7,9 до 3,3 ПДК. Установлена частичная детоксикация тебуконазола обогащением почвы природными соединениями в виде отходов виноградовинодельческого производства. Необходимость использования такого рода органического удобрения в качестве детоксицирующих агентов требует дальнейшей разработки модификации его функционального состава и физико-биохимических свойств.

Ключевые слова: ФУНГИЦИДЫ, ТЕБУКОНАЗОЛ, ПОЧВА, СУПРЕССИВНОСТЬ, ВТОРИЧНЫЕ ОТХОДЫ ВИНОДЕЛИЯ

are unificated by the presence in their composition of the tebuconazole active substance, distinguished by the duration and stability in the soil of the cultivated grape plantings. This fact dictates the need to increase in the suppression of the soil, affecting the detoxification of toxic inclusions. The study of the influence of soil suppression enriched with biologi cal fertilizer from wine-making waste the tebuconazole detoxification is the goal of this work. Tebuconazole residues in the soil were determined according to generally accepted methods using a «Color 500M» gas chromatograph. It has been established that the treatments of vineyards against fungal diseases with fungicides of the systemic action of the triazole group lead to soil contamination with tebuconazole. Long-term use in the vineyards of fungicides containing a tebuconazole, showed that by the period of the next treatment its concentration in the soil exceeds the permissible rate (up to 7.90 MAC). It was revealed that 2-fold introduction of biomaterial from wine-making waste into the soil of vineyards increases the properties of soil suppressiveness, activating the process of detoxifying tebuconazole from 7.9 to 3.3 MPC. The partial detoxication of tebuconazole has been established by the enrichment of the soil with natural compounds in the form of wastes from the grape industry. The need to use this kind of organic fertilizer as a detoxifying agents require further development of the modification of its functional composition and physical-biochemical properties.

Key words: FUNGICIDES, TEBUKONAZOL, SOIL, SUPRESSION, SECONDARY WINE WASTE

Введение. Научные данные о влиянии токсичных химикатов на почвенную биоту и способах их детоксикации до безопасных уровней, хотя и имеют обширную информацию [1-6], но всегда будут нуждаться в дополнительных научных исследованиях.

К группе таких соединений относятся органические фунгициды системного действия, которые более двух десятилетий нашли широкое применение на агроугодьях, в том числе и на виноградниках в борьбе с грибными заболеваниями. В процессе изучения их деградации обнаруживались стойкие токсичные соединения, длительно сохраняющиеся в почве и частично мигрирующие в объекты экосистемы ампелоценозов [7, 8, 9].

Решение этой проблемы остаётся актуальным, так как часть токсичных соединений, образующихся в результате метаболической мутации, остается неизменной, чему может препятствовать низкий уровень биологической активности, характерный деградирующей почве ампелоценозов.

Органические фунгициды системного действия триазольной группы (фалькон, универсал, колосаль, колосаль про), объединяет наличие в их составе действующего вещества тебуконазола, отличающегося длительностью и стабильностью сохранения в почве обрабатываемых насаждений [9, 10, 11].

Потеря активного гумуса, утрата микробной активности и загрязненность токсичными химикатами снижают плодородие почвы, ее супрессивность, обеспечивающую очищение от фитопатогенов и других вредных организмов [12, 13, 14]. Это диктует необходимость интенсивного перехода к использованию безвредных органических обогатителей почвы, активизирующих процесс детоксикации токсичного химиката тебуконазола.

Изучение детоксицирующего влияния по отношению к тебуконазолу супрессивных свойств почвы виноградников, обогащённой биоудобрением из отходов виноделия, – цель данной работы.

Объекты и методы исследований. Работа выполнялась в таманской зоне виноградарства Краснодарского края в промышленных насаждениях специализированного предприятия АО агрофирма «Южная» на винограднике технического сорта Первенец Магарача (схема посадки 4×2 м, формировка двусторонний кордон, насаждения 2010 года). Исследования проводили на двух участках площадью 2,5 га при одинаковых условиях их обработок против грибных болезней фунгицидами триазольной группы [15].

В состав изучаемых органических фунгицидов триазольной группы входили фалькон, универсал, колосаль, колосаль ПРО, содержащие высокотоксичное д.в., тебуконазол. Участок, на котором было заложено 2 варианта опыта, ежегодно, за исключением последнего года проводимых исследований, обрабатывался хотя бы одним из изучаемых препаратов, в состав которых входил (д.в.), тебуконазол.

На одном из опытных участков (вариант 1) применялась классическая производственная агротехнология содержания почвы в междурядьях виноградника, на другом участке (вариант 2) – обогащение почвы дополнительным внесением в междурядья виноградников органического удобрения (вторичные отходы виноделия).

Токсичные остатки тебуконазола в почве определяли весной через 6 месяцев после внесения в почву удобрения и осенью, спустя 7 месяцев после повторного внесения по окончании всех обработок.

При отборе анализируемых проб использовались методические указания по определению остаточных количеств тебуконазола в пробах почвы 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 [16].

Физико-химический и механический состав почвы определялся согласно «Практикуму по почвоведению» (1980); pH водной суспензии – по

ГОСТ 26423-85; нитратный азот – дисульфофеноловым методом; подвижный фосфор (P_2O_5) и калий (K_2O) – по Мачигину, ГОСТ 26205-91; содержание гумуса – по ГОСТ 26213-91; определение нитратов – ионометрическим методом, ГОСТ 26951-86. Использовались приборы и оборудование Центра коллективного пользования «Приборно-аналитический» СКФНЦСВВ.

Для обработки экспериментального материала использовали программы Microsoft Excel 2016; Statistica 6.0 for Windows.

Обсуждение результатов. Фунгициды системного действия из смесей энантиомеров (стереоизомеров), обладающие большой защитной эффективностью против грибных болезней, составляют более 25 % пестицидов, используемых в сельском хозяйстве.

Повторные применения этих химикатов, индуцирующих появление резистентных штаммов бактерий и грибов, позволяют сохранить и повысить урожай обрабатываемой культуры.

Действующие вещества пестицидов (спироксамин, триадименол, тебуконазол, пропиконазол), которыми ежегодно обрабатывают виноградники, относятся к химическому классу фунгицидов триазольной группы третьего поколения. Это сложные структуры в виде смесей, в которых тебуконазол отмечается низкой утилизацией в природных сообществах аккумулирующей их почвы. В почве его токсичные остатки сохраняются в исходной форме более 12 месяцев после последней обработки.

Многолетнее применение на виноградниках фунгицидов, содержащих тебуконазол, показало, что к периоду следующей обработки его концентрация в почве превышает допустимую норму до 8 ПДК [17].

Изучаемые фунгициды группы триазолов (табл. 1), входящие в список препаратов, разрешенных для применения на виноградниках, имеют однокомпонентный, двухкомпонентный и трехкомпонентный состав действующего вещества (д.в.).

Таблица 1 – Структура фунгицидов триазольной группы (по д.в.)

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

Обработки фунгицидами опытных участков проводились по существующим регламентам, с регулируемым числом обработок, в зависимости от степени поражения растения грибными болезнями. Нужно отметить, что допустимые нормы д.в. в почве в 5 раз меньше, чем для продукции (табл. 2).

Таблица 2 – Регламенты и нормы расхода фунгицидов на обрабатываемых виноградниках

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
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

Примечание: состав фунгицидов и их очередность по д.в. указаны в табл. 1;
ПДК – предельно допустимая концентрация; МДУ – максимально допустимый уровень.

Опытные участки расположены на виноградниках, не менее 10 лет обрабатываемых фунгицидами (фалькон, универсал, колосаль, колосаль ПРО), различающимися смесью, нормой расхода и сроками применения, но в состав каждого из них входило д.в. тебуконазола. Содержание его токсичных остатков обнаруживалось в количествах, превышающих допустимые нормы.

На виноградниках почва деградирует в большей степени, так как процесс окультуривания и жесткой эксплуатации происходит длительное время. В последнее время из-за потери активного гумуса и утраты микробной активности отмечается накопление в почве токсичных химических соединений. Загрязнение стойкими пестицидами, химическими стрессорами, приводит к снижению супрессивности почвы и ее способности к самоочищению [18, 19].

Супрессивность почвы в агроценозе увеличивается применением различных видов органического удобрения. Рациональное и перспективное направление применения органического удобрения на промышленных виноградниках – использование вторичных отходов виноградовинодельческого производства [20, 21]. Особенно их применение целесообразно на промышленных виноградниках вблизи расположенного винзавода.

Органическое удобрение вносилось в почву опытного участка (вариант 2) дважды в период вегетации, осенью и весной следующего года до распускания почек (норма внесения 50 т/га). Перед внесением химический анализ органического удобрения (отходов виноделия) показал, что pH водной вытяжки подготовленного для внесения удобрения и обследуемой почвы были близки по показателям.

Органическое удобрение обеспечено азотом, фосфором и калием, необходимыми элементами питания для почвенной биоты. Зольность характеризует наличие органического вещества содержащихся гумифицированных остатков. После сжигания пробы оставшаяся минеральная часть составила 29 % и 31 %, в пересчёте это составило соответственно 71 % и 69 % органического вещества (табл. 3).

Поступившие в почву органические остатки, подвергаются биохимическим и физико-химическим изменениям, ферменты, выделяемые микроорганизмами, влияют на анатомическое строение остатков, а сложные соединения частично распадаются на промежуточные продукты образования органических остатков [22, 23, 24].

Таблица 3 – Физико-химический анализ мезги
(АО агрофирма «Южная», 3-е отделение, лабораторно-полевой опыт),
2017-2018 гг.

Показатель (единица измерения)	2017 год	2018 год
pH водной вытяжки (ед. pH)	7,6±0,03	7,8±0,04
Азот общий на исх. влажность (%)	4,3±0,05	4,4±0,05
Общий фосфор на исх. влажность (%)	0,49±0,009	0,51±0,010
Общий калий на исх. влажность (%)	1,49±0,031	1,53±0,033
Зольность (%)	29	31

Таблица 4 – Влияние органического удобрения на физико-химический
и механический состав почвы (октябрь 2018 г.)

Показатель (единица измерения)	Органическое удобрение не вносилось (вариант 1)	Внесение органического удобрения – осень 2017г и весна 2018 (вариант 2)
pH водной вытяжки	7,6±0,03	7,6±0,03
pH KCL	6,1±0,04	6,2±0,05
Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г	26,3±0,40	27,8±0,68
Органическое в-во (%)	3,3±0,24	3,6±0,17
Плотный остаток водной вытяжки (сумма токсичных водорастворимых солей) (%), мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг	<0,1 (0,04) % 400 мг/кг
Общий азот (%)	0,09±0,01	0,14±0,013
Аммонийный азот (мг/кг)	12,0±0,69	14,2±0,48
Нитратный азот (мг/кг)	32,1±0,54	36,1±0,82
Сульфат ион (водн. выт) (мг/кг)	87±0,79	96±0,88
Подвижный фосфор (P_2O_5) (мг/кг)	250±1,44	266±1,28
Подвижный калий (K2O) (мг/кг)	230±1,26	270±0,76
Карбонатность	некарбонатная, не вскипает от HCL	
Гранулометрический состав почвы, фракция <0,01 мм (%)	27,8±0,69	26,9±0,35

После внесения органического удобрения осенью, в междурядья виноградников опытных участков предыдущего года, и весной следующего года отмечались изменения в сторону улучшения супрессивных свойств почвы (табл. 4).

Внесение биоудобрения повлияло на сумму поглощенных оснований, увеличив на 15 % этот показатель, важный для характеристики поглотительной способности и степени кислотности почвы. Величина емкости поглощения зависит от содержания в почве гумусовых веществ с повышенной поглотительной способностью, поэтому повышение содержания в почве гумусовых веществ увеличивает емкость поглощения. Содержание тебуконазола в почве определяли весной, перед повторным внесением органического удобрения, и осенью, через 7 месяцев после повторного весеннего внесения органического удобрения (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние органического удобрения
на концентрацию тебуконазола в почве виноградников,
обрабатываемых фунгицидами (средние данные, 2018 г)

Обработки винограднika фунгицидами триазольной группы, содержащими д.в. тебуконазол (фалькон, универсал СП, колосаль КЭ, колосаль ПРО,КЭ)	Концентрация д.в. тебуконазол, мг/кг		
	Вариант 1	Вариант 2	
	Удобрение не вносилось, весна/осень	Внесение органического удобрения осенью 2017г; (весна)	Внесение органического удобрения весной 2018г; (осень)
Тебуконазол	2,98±0,073/ 2,90±0,073	1,85±0,044	1,34±0,027
Количество ПДК тебуконазола в почве (раз)	7,4/7,9	4/6	3,3
ПДК тебуконазола в почве 0,4 мг/кг			

Аккумулируемые почвой токсичные остатки тебуконазола, входящего в состав изучаемых фунгицидов, длительно применяемых на виноградниках и не подвергающиеся биотрансформации, сохраняются в почве

до 7,9 ПДК. Отмечено, что концентрация токсичных остатков тебуконазола, входящего в структуру фунгицидов Фалькон, Универсал, Колосаль и Колосаль Про, в период вегетации 2018 года сохранилась в почве практически без изменений. Подтверждается экологическая опасность тебуконазола, долгое время не подвергающегося снижению его биоцидных концентраций в деградируемой почве ампелоценозов. Токсичные остатки тебуконазола в почве, длительно не переходящего в лабильную форму, снижают микробную активность и биогенность почвы, в результате ее природные организмы теряют способность разлагать препараты до безопасных уровней.

Отмечено, что биогенность деградируемой почвы ампелоценозов и ее супрессивные свойства повышаются легкогидролизируемым биоматериалом из отходов виноделия в виде виноградных выжимок. Такое обогащение почвы виноградников, содержащей в повышенных концентрациях в исходной форме тебуконазол, активизирует процесс его биотрансформации и снижает его концентрацию в почве после 2-х разового внесения до 3,3 ПДК.

Выводы. Установлено, что обработки виноградников против грибных болезней фунгицидами системного действия триазольной группы приводят к загрязнению почвы тебуконазолом. Многолетнее применение на виноградниках фунгицидов, содержащих тебуконазол, показало, что к периоду следующей обработки его концентрация в почве превышает допустимую норму (до 7,90 ПДК).

Выявлено, что внесение в почву виноградников легко гидролизируемого биоматериала из отходов виноделия в виде виноградных выжимок повышает свойства супрессивности почвы, активизирующие процесс детоксикации тебуконазола до 3,3 ПДК, то есть решение задачи по разложению тебуконазола до безопасных уровней может быть выполнено обогащением почвы природными соединениями в виде отходов виноградовиноделческого производства.

Необходимость использования такого рода органического удобрения в качестве детоксицирующих агентов требует дальнейшей разработки модификации его функционального состава и физико-биохимических свойств.

Литература

1. IUPAC Pesticide properties database. International Union of Pure and Applied Chemistry. http://agrochemicals.iupac.org. Accessed 07 Feb 2019

2. Bermudez-Couso A., Arias-Estevez M., Novoa-Munoz JC., Lopez-Periago E., Soto-Gonzalez B., & Simal-Gandara, J. /Seasonal distributions of fungicides in soils and sediments of a small river basin partially devoted to vineyards. Water Research. 2007.41. 4515-4525.

3. Arias M., Lopez E., Fernandez D., Soto B. Copper distribution and dynamics in acid vineyard soils treated with copper-based fungicides. //Soil Science. 169; 796 - 805. batch procedure. Environ Sci Technol 41:6755–6761.2004.

4. Fox R. Vielfaltige Begrunung, eine wichtige Grundlage fur den inter grierten Weinbau // R. Fox, M. Straub // Winzen. - 1993. - Yg. - 48, 49. - S. 13-18

5. Komarek M., Cadkova E., Chrastny V., Bordas F. Bollinger J-C. Contamination of vineyard soils with fungicides: A review of environmental and toxicological aspects // Environment International. 2010.36. 138 – 151.

6. Подгорная М.Е., Федоренко Ю.М. Контроль остаточных количеств пестицидов в садах // Защита и карантин растений. 2014. №3. С. 38-40.

7. Evans PD, Schmalzl KJ, Forsyth CM, Fallon GD, Schmid S, BendixenB, Heimdal S. Formation and structure of metal complexeswith the fungicides tebuconazole and propiconazole // J WoodChem Technol 27:243–256.2007.

8. Воробьева Т.Н., Подгорная М.Е. Трансформация фунгицида Фалькон в экосистеме почва-виноград // Вестник АПК Ставрополья, 2017, № 2 с.185-187.

9. Воробьева Т.Н., Подгорная М.Е. Токсичные остатки органических фунгицидов в антропогенно-трансформируемой почве ампелоценозов [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 52(4). С. 68–74. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/18/04/08.pdf. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-4-52-68-74 (дата обращения: 16.04.2019).

10. 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.

11. Воробьева Т.Н., Белков А.С. Биотрансформация фунгицидов триазольной группы в экосистеме почва виноград // Агротехнический метод защиты растений: материалы 8-ой международной научно-практической конференции (20-23 июня 2017 г.). Краснодар, 2017. С. 90-93.

12. Van Zomeren A., Comans RNJ. Measurement of humic and fulvic acid concentrations and dissolution properties by a rapid batch procedure // Environ Sci Technol 2007.41:6755–6761.

13. Environmental Risks of Fungicides Used in Horticultural Production Systems 299 Burton, ED.; Phillips, IR.; Hawker, DW. & Lamb, DT, Copper behaviour in a Podosol. 1. pH-dependent sorption-desorption, sorption isotherm analysis, and aqueous speciation 135ode ling. Australian Journal of Soil Research. 43; 491-501. (2005).

14. Karadimos D.A., Karaoglanidis G.S., Tzavella-Klonari K.: Biological activity and physical modes of actionof Qo inhibitor fungicides trifloxystrobin andpyraclostrobin against Cercosporabeticola// CropProt., 24: 23–29. 2005.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

16. Методы контроля. Химические факторы. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, с/х сырье и объектах окружающей среды // Сборник методических указаний вып. 4 ч. 1 МУК 4.1.1426 – 4.1.1429-03. М.: Минздрав России, 2004. С. 171-174.

17. Воробьева Т.Н., Подгорная М.Е. Биотрансформация системных фунгицидов в экосистеме ампелоценозов // Вестник АПК Ставрополья, 2018. № 2(30). С. 108-111.

18. Толоков Н.Р. Экология качественного виноделия. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2004. 103 с.

19. Harmsen J., Measuring bioavailability: from a scientific approach to standard methods // Journal of Environmental Quality. 2007.36; 1420 – 1428.

20. Егоров Е.А., Воробьева Т.Н., Ветер Ю.А. Повышение биогенности почвы виноградников применением отходов виноделия // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 2 (18). С. 171-174.

21. Воробьева Т.Н., Белков, А.С. Использование отходов виноделия в виноградарстве // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: материалы международной научной экологической конференции (27-29 марта 2018 г.). Краснодар: КубГАУ, 2018. С. 71-74.

22. Bending GD, Rodriguez-Cruz MS, Lincoln DS. Fungicideimpacts on microbial communities in soils with contrasting management histories// Chemosphere 2007.69:82-88.

23. Chen S.K., Edwards C.A. A microcosm approach to assess the effects of fungicides on soil ecological processes and plant growth: comparisons of two soil types// Soil Biol. Biochem. 2001. 33: 1981–1991.

24. Kungolos A., Emmanouil C., Tsiridi V., Tsiropoulos N. Evaluation of toxic and interactive toxic effects of three agrochemicals and copper using a battery of microbiotests // Science of the Total Environment.2009. 407; 4610-4615.

References

1. IUPAC Pesticide properties database. International Union of Pure and Applied Chemistry. http://agrochemicals.iupac.org. Accessed 07 Feb 2019

2. Bermudez-Couso A., Arias-Estevez M., Novoa-Munoz JC., Lopez-Periago E., SotoGonzalez B., & Simal-Gandara, J. /Seasonal distributions of fungicides in soils and sediments of a small river basin partially devoted to vineyards. Water Research. 2007.41. 4515-4525.

3. Arias M., Lopez E., Fernandez D., Soto B. Copper distribution and dynamics in acid vineyard soils treated with copper-based fungicides. //Soil Science. 169; 796 - 805. batch procedure. Environ Sci Technol 41:6755–6761.2004.

4. Fox R. Vielfaltige Begrunung, eine wichtige Grundlage fur den inter grierten Weinbau // R. Fox, M. Straub // Winzen. - 1993. - Yg. - 48, 49. - S. 13-18

5. Komarek M., Cadkova E., Chrastny V., Bordas F. Bollinger J-C. Contamination of vineyard soils with fungicides: A review of environmental and toxicological aspects // Environment International. 2010.36. 138 – 151.

6. Podgornaya M.E., Fedorenko Yu.M. Kontrol' ostatochnyh kolichestv pesticidov v sadah // Zashchita i karantin rastenij. 2014. №3. S. 38-40.

7. Evans PD, Schmalzl KJ, Forsyth CM, Fallon GD, Schmid S, BendixenB, Heimdal S. Formation and structure of metal complexes with the fungicides tebuconazole and propiconazole // J WoodChem Technol 27:243–256.2007.

8. Vorob'eva T.N., Podgornaya M.E. Transformaciya fungicida Fal'kon v ekosisteme pochva-vinograd // Vestnik APK Stavropol'ya, 2017, № 2 s.185-187.

9. Vorob'eva T.N., Podgornaya M.E. Toksichnye ostatki organicheskih fungicidov v antropogenno-transformiruemoj pochve ampelocenozov [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2018. № 52(4). S. 68–74. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/18/04/08.pdf. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-4-52-68-74 (data obrashcheniya: 16.04.2019).

10. Vorob'eva T.N., Veter Yu.A., Makeeva A.N. Identifikaciya, transformaciya i translokaciya fungicidov v pochve i vinograde // Vinodelie i vinogradarstvo. 2008. № 3. S. 32-33.

11. Vorob'eva T.N., Belkov A.S. Biotransformaciya fungicidov triazol'noj gruppy v ekosisteme pochva vinograd // Agrotekhnicheskij metod zashchity rastenij: materialy 8-oj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (20-23 iyunya 2017 g.). Krasnodar, 2017. S. 90-93.

12. Van Zomeren A., Comans RNJ. Measurement of humic and fulvic acid concentrations and dissolution properties by a rapid batch procedure // Environ Sci Technol 2007.41:6755–6761.

13. Environmental Risks of Fungicides Used in Horticultural Production Systems 299 Burton, ED.; Phillips, IR.; Hawker, DW. & Lamb, DT, Copper behaviour in a Podosol. 1. pH-dependent sorption-desorption, sorption isotherm analysis, and aqueous speciation ode ling. Australian Journal of Soil Research. 43; 491-501. (2005).

14. Karadimos D.A., Karaoglanidis G.S., Tzavella-Klonari K.: Bioogical activity and physical modes of actionof Qo inhibitor fungicides trifloxystrobin andpyraclostrobin against Cercosporabeticola // CropProt., 24: 23–29. 2005.

15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta // M.: Agroprom iz-dat. 1985. 351 s.

16. Metody kontrolya. Himicheskie faktory. Opredelenie ostatochnyh kolichestv pesticidov v pishchevyh produktah, s/h syr'e i ob"ektah okruzhayushchej sredy // Sbornik metodicheskih ukazanij vyp. 4 ch. 1 MUK 4.1.1426 – 4.1.1429-03. M.: Minzdrav Rossii, 2004. S. 171-174.

17. Vorob'eva T.N., Podgornaya M.E. Biotransformaciya sistemnyh fungicidov v ekosisteme ampelocenozov // Vestnik APK Stavropo l'ya, 2018. № 2(30). S. 108-111.

18. Tolokov N.R. Ekologiya kachestvennogo vinodeliya. Novocherkassk: YuRGTU (NPI), 2004. 103 s.

19. Harmsen J., Measuring bioavailability: from a scientific approach to standard methods // Journal of Environmental Quality. 2007.36; 1420-1428.

20. Egorov E.A., Vorob'eva T.N., Veter Yu.A. Povyshenie biogennosti pochvy vinogradnikov primeneniem othodov vinodeliya // Vestnik APK Stavropol'ya. 2015.№2 (18). S. 171-174.

21. Vorob'eva T.N., Belkov, A.S. Ispol'zovanie othodov vinodeliya v vinogradarstve // Ekologicheskie problemy razvitiya agrolandshaftov i sposoby povysheniya ih produktivnosti: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj ekologicheskoj konferencii (27-29 marta 2018 g.). Krasnodar: KubGAU, 2018. S. 71-74.

22. Bending GD, Rodriguez-Cruz MS, Lincoln DS. Fungicide impacts on microbial communities in soils with contrasting management histories// Chemosphere 2007.69:82–88.

23. Chen S.K., Edwards C.A. A microcosm approach to assess the effects of fungicides on soil ecological processes and plant growth: comparisons of two soil types // Soil Biol. Biochem. 2001. 33: 1981–1991.

24. Kungolos A., Emmanouil C., Tsiridi V., Tsiropoulos N. Evaluation of toxic and interactive toxic effects of three agrochemicals and copper using a battery of microbiotests // Science of the Total Environment.2009. 407; 4610-4615.