УДК 632.951:632.7:634.11

DOI: 10.36305/2712-7788-2020-1-154-135-140

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ДИМЕТОАТА В АГРОЦЕНОЗАХ ЯБЛОНИ

Марина Ефимовна Подгорная¹, Василий Вячеславович Чернов²

¹ ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия",

350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. 40 - летия Победы, 39

E-mail: plantprotecshion@yandex.ru

² ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия",

350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. 40 - летия Победы, 39

E-mail: Alximik_02@mail.ru

Цель. Определение динамики трансформации диметоата в агроценозах яблони при различных технологиях защиты.

Методы. Лабораторные исследования выполнены на базе токсикологической лаборатории «Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия».

Для проведения исследований в полевых и лабораторных условиях использованы методологические подходы, основанные на современных методах и методиках. Опытный участок был заложен в ЗАО ОПХ «Центральное». Извлечение анализируемых соединений из растительного и почвенного материала осуществляли согласно «Методическим указаниям по определению микроколичеств пестицидов в растениях, продуктах переработки, почве и воде».

Результаты. Фоновое определение ФОС в почве перед проведением плановых обработок текущего года выявило, что содержание диметоата превышает гигиенические регламенты в 1,3-1,4 раза в 53% обследуемых образцов. В период съема урожая содержание диметоата во всех образцах почвы превышало ПДК, в контрольном варианте количество диметоата составляло 0,3-0,5 ПДК. Накапливание диметоата связано с его способностью вступать в реакцию комплексообразования с ионами металлов, содержание которых в наших почвах достаточное.

При однократном применении остаточные количества диметоата присутствовали в плодах яблони в концентрациях, превышающих или находящихся на уровне МДУ в пробах, отобранных через 40 дней после обработки.

Заключение. При составлении системы защиты яблони рекомендуется учитывать, что ежегодное применение диметоатов приводит к нарушению гигиенических нормативов как в почве, так и плодах яблони. Рекомендуется исключить инсектициды с д.в. диметоат из системы защиты яблони или применять его однократно в течение 2-х лет в первой половине вегетации.

Ключевые слова: *токсификация; метафос; карбофос; десульфурация; Голден Делишес*

Введение

Плодовый сад характеризуется большим разнообразием населяющих его членистоногих, насчитывающем свыше 400 видов фитофагов, повреждающих различные части дерева. Среди них во всех зонах плодоводства наиболее опасными вредителями являются листовертки (включая плодожорок), при массовом размножении которых потери урожая яблок составляют 60–90%, снижается его товарная ценность и лежкость.

В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ на сегодняшний день имеется достаточное количество химических и микробиологических инсектицидов для контроля численности яблонной плодожорки. Для защиты от этого вредного вида на юге России проводится 8–10 обработок инсектицидами (Каган, 1977).

К химическим инсектицидам, наиболее часто применяемым в системе защиты яблони, относятся фосфорорганические препараты на основе действующих веществ диметоата, хлорпирифоса и фозалона (ФОС). Применение ФОС зачастую сопряжено с загрязнением окружающей среды остаточными количествами инсектицидов, поэтому исследования по данной проблеме являются актуальными.

ФОСы обладают высокой биологической активностью, относятся к высокотоксичным ядам и опасны не только для вредителей сада, но и для человека (Лунев, 1992; Ганиев, 2013). Однако, по данным ряда авторов, а также информации, представленной в паспортах к препаратам о механизмах действия и токсичности, новые поколения ФОС отличаются малым периодом полураспада, исчисляемым сутками, высокой специфичностью действия на организмы разных систематических групп, которая определяется особенностями метаболизма этих организмов (Ганиев, 2013; Павлюшин, 2008; Подгорная, 2009).

Вред пестицидов для биосферы не исчерпывается лишь их прямым токсическим действием. Как оказалось, в неживой и живой природе происходят многочисленные процессы их химической и биологической трансформации.

Значительная часть попавших в природную среду пестицидов рано или поздно разлагается в организмах животных, растений, микроорганизмов или под влиянием физико-химических факторов окружающей среды. Однако в процессе разложения могут происходить не только детоксикация пестицидов – потеря исходным веществом токсических свойств, но и токсификация – увеличение токсичности образующихся веществ.

Как правило, превращения пестицидов не прогнозировались теми, кто активно внедрял и продолжает внедрять их все новые и новые поколения в обиход людей.

Однако наряду и параллельно с детоксикацией многие ФОП превращаются в живых организмах в более активные антихолинэстеразные и более токсичные вещества. Это тип превращения ФОС (токсификация, летальный синтез (Лунев, 2013)) в результате этого процесса атом серы в связи $P=S$ заменяется на атом кислорода $P=O$ и образуется ингибитор холинэстеразы.

Этот механизм усиления токсичности непосредственно в живых организмах был последовательно доказан для многих ФОП – тиофоса, метафоса, фосфамида, метатиона и т.д. При превращении метатиона в фенитрооксон токсичность возрастает за счет снижения LD_{50} с 420-516 мг/кг до 20 мг/кг (Каган, 1977). В ряде случаев антихолинэстеразная активность ФОП возрастает очень значительно. В частности, для метафоса, карбофоса, тионового изомера меркаптофоса, как и у тиофоса, она повышается почти в 10 000 раз (данные получены еще в 1967г.) (Лунев, 2013). В случае карбофоса наряду с превращением в более токсичный малаоксон происходит также образование токсичного изо-малатиона.

Цель. Определение динамики трансформации диметоата в агроценозах яблони при различных технологиях защиты.

Объекты и методы исследования

Работа выполнялась на базе токсикологической лаборатории «Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия». Исследования проводены в полевых и лабораторных условиях с использованием методологических подходов, основанных на современных методах и методиках.

В качестве объектов исследований были взяты почва под многолетними садовыми насаждениями; плоды яблони сорта Голден Делишес и Айдаред; химические инсектициды фосфорорганического синтеза (д.в. диметоат).

Опытный участок в ЗАО ОПХ «Центральное», кв. 14Б сорт Голден Делишес на подвое М9. Год посадки - 2009, схема посадки 4x1,2. Обработки проводили ручным бензиновым опрыскивателем Solo 423.

Для определения динамики разложения остаточных количеств изучаемых препаратов были отбраны образцы почвы и плодов яблони согласно «Унифицированным правилам отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов».

Извлечение анализируемых соединений из растительного и почвенного материала проводилось согласно «Методическим указаниям по определению микроколичеств пестицидов в растениях, продуктах переработки, почве и воде».

Содержание фосфорорганических инсектицидов (Би-58 Новый и Данадим, КЭ) проведено при помощи метода газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ). Полученную экстракцию препаратов из растительных проб и почвы очищали н-гексаном. После очистки экстракта галогенсодержащие растворители упаривали досуха, т.к. их присутствие мешало дальнейшему газохроматографическому определению. Минимально детектируемое количество фосфорорганических соединений было 2-0,2 мкл. Чувствительность определения в овощах и фруктах - 0,01 мг/кг. Полнота определения $92 \pm 7,3\%$.

Результаты и обсуждения

В результате проведенных анализов установлены особенности поведения остаточных количеств диметоата в агроценозах яблони. Фоновое определение ФОС в почве перед проведением плановых обработок текущего года выявило, что содержание диметоата (Би-58 Новый, Ди-68, данадим) превышает гигиенические регламенты в 1,3-1,4 раза в 53% обследуемых образцов (рисунок 1, 2).

В период съема урожая выявлено превышение ПДК в 100% образцов почвы, в контрольном варианте количество диметоата составляет 0,3-0,5 ПДК.

После 2-хкратного применения в течение вегетации содержание диметоата превышало МДУ в 2-4 раза в плодах яблони сорта Айдаред, во всех, без исключения, образцах. В контрольном варианте наблюдалось наличие диметоата в количестве 0,3-0,4 МДУ.

Рис. 1 Содержание остаточных веществ диметоата в почве
Fig. 1 Content of residual dimethoate in soil

Рис. 2 Содержание остаточных веществ диметоата в плодах яблони
Fig. 2 The content of residual substances of dimethoate in apple fruits

При изучении динамики разложения диметоата установлено, что после двух обработок Би-58 Новым, КЭ (400 г/л диметоата) содержание ксенобиотика в почве и плодах яблони сорта Голден Делишес по истечению «Срока ожидания» (40 дней) находилось на уровне гигиенических регламентов (ПДК - 0,1 мг/кг, МДУ - 0,02 мг/кг).

Таблица 1
Динамика распада инсектицида Би-58 Новый, КЭ (400 г/л диметоата) в почве и плодах яблони, мг/кг в 2016-2018 гг.

Table 1
Dynamics of decay of Bi-583, CE (400 g / l dimethoate) in soil and apple fruits, mg / kg in 2016-2018

Сроки отбора Timing of selection	Почва / Soil		Плоды / Fruits	
	Контроль / control	Вариант / variant	Контроль / control	Вариант / variant
0 сут. (через 3 ч) / 0 day (after 3 hours)	0,08±0,1	0,4±0,1	0	0,4±0,05
10 сут. / 10 day	0,08 ±0,11	0,42±0,09	0	0,32±0,07
20 сут. / 20 day	0,08±0,1	0,3±0,1	0	0,18±0,06
30 сут. / 30 day	0,08±0,12	0,1±0,08	0	0,1±0,1
40 сут. / day	0,08±0,1	0,1±0,06	0	0,02±0,01
ПДК/МДУ/МРС/MPL	0,1		0,02	

Неполное выведение диметоата можно объяснить способностью его молекул вступать в реакцию комплексообразования с ионами металлов, содержание которых в наших почвах достаточное. Ионы металлов, прежде всего железа, способны притягивать к себе молекулы инсектицида и вступать с ними в процесс комплексообразования. В работах ряда авторов (Орлин, 2008 и др.) приведен механизм его связывания и накопления в окружающей среде и растительной массе.

Таким образом, установлено, что после двух обработок содержание диметоата в почве и плодах яблони по истечении «Срока ожидания» (40 дней) находится на уровне гигиенических регламентов (ПДК - 0,1 мг/кг, МДУ - 0,02 мг/кг).

Заклучение

В результате исследований установлено, что инсектициды фосфорорганического синтеза накапливаются в яблоневох агроценозах. При составлении системы защиты

яблони рекомендовано учитывать, что ежегодное применение диметоатов приводит к нарушению гигиенических нормативов как в почве, так и плодах яблони.

При однократном применении остаточные количества диметоата присутствовали в плодах яблони в концентрациях, превышающих или находящихся на уровне МДУ в пробах, отобранных через 40 дней после обработки. Рекомендовано исключить инсекциды с д.в. диметоат из системы защиты яблони или применять его однократно в течение 2-х лет в первой половине вегетации.

Литература / References

Воробьева Т.Н., Подгорная М.Е. Трансформация фунгицида Фалькон в эко системе почва – виноград // Вестник АПК Ставрополя, 2017. № 2. С. 185-187.

[*Vorobyova T.N., Podgornaya M.E.* Transformation of fungicide Falcon in the eco system soil – grape // Bulletin of agroindustrial complex of Stavropol, 2017. № 2. P. 185-187.]

Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. СПб.: Лань, 2013. 400 с.

[*Ganiev M.M., Nedorezkov V.D.* Chemical products of plant protection. St.Petersburg.: Lan', 2013. 400 p.]

Каган Ю.С. Токсикология фосфорорганических пестицидов. М.: Медицина, 1977. 296 с.

[*Kagan Yu.S.* Toxicology of organophosphate pesticides. Moscow: Medicina, 1977. 296 p.]

Лунев М.И. Пестициды и охрана агрофитоценозов. М.: Колос, 1992. 270 с.

[*Lunev M.I.* Pesticides and protection of agrophytocenoses. Moscow: Kolos, 1992. 270 p.]

Орлин Н.А. Влияние ионов железа на свойства инсектицида диметоата // Успехи современного естествознания. 2008. № 6. С. 190.

[*Orlin N.A.* Iron's ions effect on the properties of insecticide dimethoate // Successes of modern natural science. 2008. № 6. P. 190.]

Павлюшин В.А., Фасулати С.Р., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И. Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия. СПб. 2008. С. 103.

[*Pavliushin V.A., Fasulaty S.R., Vilкова N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I.* Anthropogenic transformation of agroecosystems and its phytosanitary consequences. St.Petersburg. 2008. P. 103.]

Подгорная М.Е. Оптимизация регламентов применения пестицидов в системе защиты яблони от доминирующих болезней и вредителей // Методы и регламенты оптимизации структурных элементов агроценозов и управления реализацией продукционного потенциала растений: сб. материалов по осн. итогам научных иссл. за 2008 г. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2009. С. 104-108.

[*Podgornaya M.E.* Optimization of regulations for the use of pesticides in the system of protection of apple trees from dominant diseases and pests // Methods and regulations for optimization of structural elements of agroecosystems and management of the implementation of the productive potential of plants: collect. of materials on the main results of scientific research in 2008. Krasnodar, SSU NCF SCHV&W, 2009. P. 104-108.]

Подгорная М.Е. Контроль остаточных количеств инсектицидов, применяемых в системах защиты яблони: монография. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 135 с.

[*Podgornaya M.E.* Control of insecticide's residual quantities used in the protection systems of apple trees: a monography. Krasnodar, SSU NCF SCHV&W, 2013. 135 p.]

Прах С.В. Болезни и вредители косточковых культур и меры борьбы с ними. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 98 с

[Prakh S.V. Diseases and pests of stone fruit crops and control measures against them. Krasnodar: SSU NCFSCHV&W, 2013. 98 p.]

Статья поступила в редакцию 25.10.2019 г.

Podgornaya M.E., Chernov V.V. Regularities of transformation of dimethoate in apple agroecosystems // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2020. № 1(154). P. 135-140.

The aim of the research was to identify the regularities of dimethoate transformation in apple agroecosystems under the influence of protection technologies.

Methods. The work was done in Toxicological laboratory of the North Caucasus Federal scientific center of horticulture, viticulture, winemaking.

The research was conducted in field and laboratory conditions with using of methodological approaches based on modern methods and techniques. The pilot territory was laid in close corporation PPF Central.

The extraction of analyzed compounds by plant and soil material is carried out according to the "Guidelines for the determination of micro-quantities of pesticides in plants, processed products, soil and water".

Results. The background determination of organophosphate pesticides in soil before the planned treatments during this year revealed: the substance of dimethoate is higher the hygienic regulations in 1.3-1.4 times in 53% of the examined samples. During the harvest period, the content of dimethoate in all soil samples exceeded the permissible concentration, in the control version includes 0.3-0.5 PC of dimethoate. The accumulation of dimethoate is associated with its ability to react with complexing metal ions, which count in our soils is sufficient.

Conclusion. Compiling the apple protection system is recommended to take into account that the annual using of dimethoates implying a violation of hygienic standards in soil and apple fruits.

If there is a single application, residual amounts of dimethoate are in apple fruits, and their concentrations are exceeding or staying in the maximum permissible level. The samples were taken after 40 days of treatment. We recommend to exclude these insecticides (including D. V. dimethoate) from the apple tree protection system or use single application every 2 years in the first half of growing season.

Key words: *toxification; metaphos; karbofos; desulfurization; Golden Delicious*