DOI 10.33952/2542-0720-2020-2-22-180-187
УДК 632.951:632.7:634.11

Чернов В. В., Подгорная М. Е.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ДИМЕТОАТА В АГРОЦЕНОЗАХ ЯБЛОНИ

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Реферат. *В системе защиты яблони от вредителей используют фосфорорганические соединения (ФОС) на основе действующего вещества диметоата, применение которых сопряжено с загрязнением окружающей среды их остаточными количествами, поэтому исследования по данной проблеме являются актуальными. Цель исследований – определение динамики трансформации диметоата в яблоневых агроценозах. Для определения фонового содержания диметоата образцы отбирали с сада яблони ЗАО ОПХ «Центральное», где в системе защиты был двукратно применен «Би-58 Новый», КЭ с нормой расхода 1,9 л/га, контроль – заброшенный сад, где обработки не проводили более 10 лет. Варианты опыта: двукратное применение препарата «Би-58 Новый», КЭ (400 г/л диметоата) с нормой расхода 1,9 л/га и контроль, где были исключены обработки в течении 2017–2019 гг., повторность – четырехкратная, в одной повторности четыре дерева. Содержание диметоата определяли при помощи газо-жидкостной хроматографии на хроматографе «Цвет 550». Установлено, что фоновое содержание токсиканта в почве сада яблони весной в период 2017–2019 гг. составило 0,5–0,6 ПДК, осенью по окончании «срока ожидания» отмечено превышение ПДК в 1,2–1,7 раз. Неполное выведение диметоата объясняется способностью его молекул вступать в реакцию комплексообразования с ионами металлов, особенно железа, высокое содержание которого отмечено в почве опытного участка. Выявлено, что после двух обработок препаратом «Би-58 Новый», КЭ (400 г/л диметоата) с нормой расхода 1,9 л/га, содержание ксенобиотика в почве и плодах яблони по истечении «срока ожидания» (40 дней) составило 1,2 ПДК и 1,5 МДУ. В контрольном варианте, расположенном в саду, где в течении 2017–2019 гг. были исключены обработки диметоатом, концентрация в почве составила 0,8 ПДК независимо от срока отбора проб, в плодах яблони наличие поллютанта не было зафиксировано.*

Ключевые слова: *Laspeyresia pomonella L., динамика распада, ксенобиотик, диметоат, яблоня, Голден Делишес, максимально допустимые уровни.*

Введение

В плодовом саду насчитывается свыше 400 видов фитофагов: он характеризуется разнообразием членистоногих, населяющих его и повреждающих различные части дерева. Во всех мировых зонах плодоводства среди этих вредителей наиболее опасны листовертки (также, как и плодожорки). Массовое размножение данных насекомых способствует потерям от 60 до 90 % урожая плодов яблони, снижается лежкость урожая и его товарная ценность.

В «Справочнике пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ» для контроля численности яблонной плодожорки сегодня имеется достаточное количество микробиологических и химических инсектицидов [1].

Наиболее часто в системе защиты яблони применяют такие химические инсектициды, как фосфорорганические соединения (ФОС), действующие на основе следующих веществ: хлорпирифос, диметоат и фозалон. Остаточные количества инсектицидов после применения ФОС очень часто вызывают загрязнение окружающей среды. Таким образом, исследования, посвящённые данной проблеме, являются актуальными.

ФОС присуща высокая биологическая активность, они не только опасны для вредителей сада, но и представляют опасность для человека, поскольку относятся к высокотоксичным ядам [2]. Однако, по представленной в паспортах к препаратам о механизмах действия и токсичности информации, а также по данным ряда авторов, ФОС нового поколения отличаются малым (исчисляемым сутками) периодом полураспада, а также высокой специфичностью действия на организмы разных систематических групп. Указанная специфичность определяется исходя из особенностей метаболизма организмов [2, 3].

Вред, наносимый пестицидами биосфере, не исчерпывается только лишь прямым токсическим действием. Оказалось, что в живой и неживой природе происходят многочисленные процессы их биологической и химической трансформации.

Попавшие в природную среду пестициды (их значительная часть) разлагаются в организмах растений, животных, микроорганизмов или под влиянием окружающей среды, ее физико-химических факторов. Тем не менее, в процессе разложения может происходить не только потеря исходным веществом токсических свойств (детоксикация пестицидов), но и увеличение токсичности веществ, которые образуются (токсификация). Чаще всего те, кто активно внедрял ранее и внедряет сегодня в обиход людей все новые и новые поколения пестицидов, не прогнозировали их превращения.

Однако, параллельно с детоксикацией многие ФОС превращаются в живых организмах в более активные антихолинэстеразные и более токсичные вещества. Этот тип превращения ФОС называется токсификацией или летальным синтезом [3], 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 ФОС – тиофоса, метафоса, фосфамида, метатиона и так далее. При превращении метатиона в фенитрооксон токсичность возрастает за счет снижения $ЛД_{50}$ с 420–516 мг/кг до 20 мг/кг. 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. В случае карбофоса наряду с превращением в более токсичный малаоксон происходит также образование токсичного изо-малатиона. У диметоата при высоких температурах происходит перегруппировка атомов, в результате которой ксенобиотик преобразуется в тиоловый изомер. Получаемое после структурной перегруппировки соединение обладает более высокой токсичностью. Воздействие ультрафиолета, эквивалентного месячному количеству солнечных дней, обеспечивает 100 % распад диметоата при pH = 10; 80 % – при pH = 4; 50 % – при pH = 7. Ионы тяжелых металлов (Cu^{2+}, Fe^{2+} и других, содержание которых в окружающей среде увеличивается с каждым годом) способны образовывать с молекулами диметоата комплексные соединения. Этот процесс оказывает отрицательное влияние на степень гидролиза препарата. За месячный период комплексы диметоата с ионами Cu^{2+} и Fe^{2+} разлагаются всего на 5 % [4–6].

Цель исследований – выявление содержания остаточных количеств диметоата в яблоневых агроценозах прикубанской зоны садоводства Краснодарского края.

В связи с поставленной целью решали следующие задачи:

1. Выявить фоновое и импактное содержание остаточных количеств диметоата в почве и плодах яблони сорта Голден Делишес.

2. Определить скорость разложения инсектицида «Би-58 Новый», КЭ в почве и плодах яблони сорта Голден Делишес.

Материалы и методы исследования

Для определения фонового содержания образцы отбирали в течении 2017–2019 гг. в ЗАО ОПХ «Центральное» с сада яблони сорта Голден Делишес, кв. 66, подвой М9, год посадки – 2002, схема 4 × 2 м, где в системе защиты был двукратно применен «Би-58 Новый», КЭ с нормой расхода 1,9 л/га. Контроль – заброшенный сад, где обработки не проводили более 10 лет. Образцы отбирали согласно «Методическим рекомендациям по фитосанитарному и токсикологическому мониторингам плодовых пород и ягодников»: почва – два раза в год, весной (март) до начала обработок и осенью (октябрь) по их окончанию; плоды – в период уборки урожая [7].

Для определения динамики разложения диметоата проведены мелкоделяночные полевые опыты в ЗАО ОПХ «Центральное», кв. 14Б, подвой М9, год посадки – 2009, схема 4 × 1,2 м. Обработки проведены бензиновым опрыскивателем «Solo», в варианте двукратно применен препарат «Би-58 Новый», КЭ (400 г/л диметоата) с нормой расхода 1,9 л/га, повторность – четырехкратная, в одной повторности четыре дерева, контроль – без обработки инсектицидами в течении 2017–2019 гг. Пробы отбирали на 0 сутки (через пять часов после обработки), 10; 20 и 30-е сутки после последней обработки согласно «Унифицированным правилам отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» [8].

Лабораторные анализы выполнены на базе токсикологической лаборатории ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия». Содержание остаточных количеств диметоата проводили при помощи газо-жидкостной хроматографии на хроматографе «Цвет 550 М», оснащённым компьютерной программой «Хромос», согласно ГОСТ 30710-2001 [9]. Полученную экстракцию препаратов из растительных проб и почвы очищали н-гексаном. После очистки экстракта галогенсодержащие растворители упаривали досуха, так как их присутствие мешало дальнейшему газохроматографическому определению. Минимально детектируемое количество фосфорорганических соединений – 2,0–0,2 мкл. Чувствительность определения – 0,01 мг/кг, полнота извлечения – 92 ± 7,3%. Относительное время удерживания диметоата – 1 мин 52 сек.

Валовое содержание тяжелых металлов в почве определяли атомно-абсорбционным методом по М-МВИ 80-2008 [10]. Пробу почвы, полученную после микроволнового разложения, анализировали на ААС спектрометре «КВАНТ.Z», где при распылении пробы в аргоновую индуктивно возбужденную плазму, происходит измерение интенсивности излучения атомов.

Работу выполняли в прикубанской зоне центральной подзоне садоводства Краснодарского края, которая представляет собой равнину, расположенную в бассейне реки Кубань. Климат прикубанской зоны мягкий с неравномерным распределением осадков – 180–260 мм за период вегетации. Среднегодовая температура воздуха – 10,4–10,8 °С. Характеризуется сильными годовыми колебаниями температуры, минимум доходит до −32,5 … −37,0 °С, а максимум – до 40 °С. В зоне отмечают заморозки различной интенсивности. Переход температуры выше 5 °С начинается 19–25 марта, свыше 10 °С – 8–12 апреля. За годы проведения исследований температура воздуха в целом была выше средних многолетних показателей на 1,5–3,0 °С. 2017 и 2018 гг. отличались повышенными осадками в весенний период – количество осадков составило 109–223 % нормы.

В прикубанской части края преобладают черноземы сверхмощные, слабовыщелоченные, pH 6,5–7,5; с запасом гумуса 579 т/га [11].

Результаты и их обсуждение

В результате ранее проведенных исследований токсикологической лаборатории СКЗНИИСиВ установлено, что в садовых агроценозах Краснодарского края фоновое

содержание остаточных количеств диметоата превышает гигиенические регламенты в 1,3–1,4 раза у 53 % обследуемых образцов почвы и у 100 % плодов яблок, отобранных в период съема урожая. Его концентрация варьировала в пределах 0,0001–0,0040 мг/кг, но несмотря на незначительные количественные показатели содержания «БИ-58 Новый», КЭ, отмечено превышение его регламентов, так как содержание диметоата в продукции не допускалось нормативными актами [2]. Такое явление наблюдали до 2014 г., однако в связи с изменением параметров качества и безопасности продукции были введены новые требования оценки соответствия продуктов питания в Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 [12], утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880 и вступили в силу 01.07.2013 г. после внесения изменений в единые санитарно-гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому контролю. В гигиенических нормативах (ГН) 1.2.1323-03 от 06.05.2003 г. было прописано, что ПДК диметоата в почве составляет 0,1 мг/кг и не допускается наличие в плодах яблони, в настоящее время согласно ГН 1.2.3539-18 от 09.06.2018, показатели по ПДК не изменились, но введены временные максимально допустимые уровни (ВМДУ) в плодах, которые составили 0,02 мг/кг [13].

В 2017–2019 гг. фоновое содержание диметоата почве сада яблони перед проведением плановых обработок текущего года составила 0,5–0,6 ПДК, осенью по окончании «срока ожидания» отмечено превышение ПДК в 1,2–1,7 раз (рисунок 1).

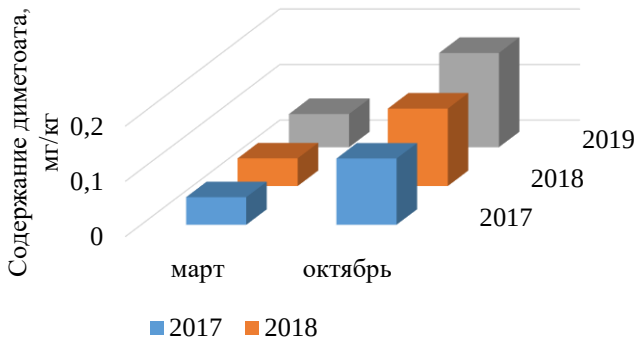

Рисунок 1 – Фоновое содержание остаточных количеств диметоата в почве сада яблони, сорт Голден Делишес

Примечание. *$НСР_{05}$: март – 0,81; октябрь – 0,53.*

В контрольном варианте количество диметоата составляло 0,3–0,5 ПДК как в весенний период отбора, так и в осенний.

Неполное выведение диметоата можно объяснить способностью его молекул вступать в реакцию комплексообразования с ионами металлов, содержание которых в выщелоченных черноземах достаточное. Ионы металлов, прежде всего железа, способны притягивать к себе молекулы инсектицида и вступать с ними в процесс комплексообразования. При контакте ионов тяжелых металлов, особенно железа, у которых есть свободные орбитали на d-подуровне с молекулами диметоата, имеющего неподеленные электронные пары на атомах серы и азота, происходит образование донорно-акцепторной связи. В результате образуются комплексные соединения металл-диметоат, которые практически не разлагаются в почве [6].

Анализ почвы опытного участка подтвердил высокое содержание железа и других тяжелых металлов, что способствует накоплению диметоата в почве (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в почве сада яблони, сорт Голден Делишес

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	$НСР_{05}$	ПДК/ОДК
Кобальт (вал.), мг/кг	22	22	22		-
Марганца оксид, мг/кг	684	792	688	26	-
Цинк (вал.), мг/кг	54	67	53	9	220
Никель (вал.), мг/кг	43	48	40	7	80
Свинец (вал.), $млн^{-1}$	38,8	14,1	14,7	12,7	130
Хром (вал.), мг/кг	114	123	111	8	-
Мышьяк (вал.), $млн^{-1}$	1,6	8,8	10,6	7,3	10
Железо (вал.), $млн^{-1}$	>5000 (≈26126)	>5000 (≈22584)	>5000 (≈24020)	142	-

При изучении динамики разложения диметоата установлено, что после двух обработок «Би-58 Новым», КЭ (400 г/л диметоата) с нормой расхода 1,9 л/га, содержание ксенобиотика в почве и плодах яблони сорта Голден Делишес по истечении «срока ожидания» (40 дней) составило 1,2 ПДК и 1,5 МДУ. В контрольном варианте, расположенном в саду, где в течении 2017–2019 гг. были исключены обработки диметоатом, концентрация в почве составила 0,8 ПДК независимо от срока отбора проб, в плодах яблони наличие поллютанта не зафиксировано (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика распада инсектицида «Би-58 Новый», КЭ (400 г/л диметоата) в почве и плодах яблони, мг/кг (среднее за 2017–2019 гг.)

Сроки отбора, сутки после двукратной обработки	Почва		$НСР_{05}$	Плоды		$НСР_{05}$
	контроль	опыт		контроль	опыт	
0 (через 3 ч)	0,08	0,40	1,4	0,00	0,40	1,60
10	0,08	0,42	1,5	0,00	0,32	1,40
20	0,08	0,30	1,2	0,00	0,18	1,10
30	0,08	0,20	0,9	0,00	0,10	0,80
40	0,08	0,12	0,5	0,00	0,03	0,40
ПДК/МДУ	0,1			0,02		

Выводы

В результате исследований установлено, что в 2017–2019 гг. фоновое содержание диметоата в почве сада яблони сорта Голден Делишес весной перед проведением плановых обработок текущего года составило 0,5–0,6 ПДК, осенью по окончанию «срока ожидания» отмечено превышение ПДК в 1,2–1,7 раз. Неполное выведение диметоата объясняется способностью его молекул вступать в реакцию комплексообразования с ионами металлов, особенно железа, высокое содержание которого отмечено в почве опытного участка.

Выявлено, что после двух обработок «Би-58 Новым», КЭ (400 г/л диметоата) с нормой расхода 1,9 л/га, содержание ксенобиотика в почве и плодах яблони сорта Голден Делишес по истечении «срока ожидания» (40 дней) составило 1,2 ПДК и 1,5 МДУ соответственно. В контрольном варианте, расположенном в саду, где в течении 2017–2019 гг. были исключены обработки диметоатом, концентрация в почве составила 0,8 ПДК независимо от срока отбора проб, в плодах яблони наличие поллютанта не зафиксировано.

Рекомендовано при составлении системы защиты яблони учитывать, что ежегодное применение инсектицидов фосфорорганического синтеза (на примере д.в. диметоата) приводит к накоплению ксенобиотика в почве и плодах яблони.

Литература

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2019 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://msh.krasnodar.ru/deyatelnost/activities/s67/gosudarstvennyy-katalog-pestitsidov-i-agrokhimikatov-razreshennykh -k-primeneniyu-na-territorii-rossiyskoy-fede (дата обращения 22.03.2020).

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

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

4. Воробьева Т. Н. Подгорная М. Е. Трансформация фунгицида Фалькон в экосистеме почва – виноград // Вестник АПК Ставрополья. 2017. № 2. С. 134–136.

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

6. Орлин Н. А. Влияние ионов железа на свойства инсектицида диметоата // Успехи современного естествознания. 2008. № 6. С. 153–154.

7. Методические указания по фитосанитарному и токсикологическому мониторингам плодовых пород и ягодников // Сост. Смольякова В. М., Бердыш Ю. И., Подгорная М. Е. Якуба Г. В. Краснодар СКЗНИИ садоводства и виноградарства, 2002. 201 с.

8. Клисенко М. А. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. М.: Колос, 1983. 304 с.

9. ГОСТ 30710-2001. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств фосфорорганических пестицидов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200025317 (дата обращения 20.03.2020).

10. М-МВИ 80-2008. «Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектрометрии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293824/4293824289.htm (дата обращения 23.03.2020).

11. Паспорт гидрометеорологической безопасности Краснодарского края. Федеральное государственное бюджетное учреждение “Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных” (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД») [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://meteo.ru (дата обращения 20.03.2020).

12. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения 23.03.20).

13. ГН 1.2.3539-18. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293737/4293737113.htm (дата обращения 23.03.20).

References

1. State catalog of pesticides and agrochemicals allowed for use in the Russian Federation for 2019. [Electronic resource]. Access point: https://msh.krasnodar.ru/deyatelnost/activities/s67/ gosudarstvennyy-katalog-pestitsidov-i-agrokhimikatov-razreshennykh -k-primeneniyu-na-territorii-rossiyskoy-fede (reference’s date 22.03.2020).

2. Ganiev M. M., Nedorezkov V. D. Chemical means of plant protection. Saint-Petersburg: LAN, 2013. 400 p.

3. Podgornaya M. E. Control of residual amounts of insecticides used in Apple protection systems: monograph. Krasnodar: SSI “North Caucasian Research Institute of Horticulture and Viticulture”, 2013. 135 p.

4. Vorobyova T. N. Podgornaya M. E. Transformation of fungicide Falcon in the soil–grape ecosystem // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2017. No. 2. P. 134–136.

5. Prakh S. V., Mishchenko I. G. Diseases and pests of stone crops and measures to combat them. Krasnodar: SSI “North Caucasian Research Institute of Horticulture and Viticulture”, 2013. 98 p.

6. Orlin N. A. Influence of iron ions on the properties of the insecticide dimethoate // Advances in Current Natural Sciences. 2008. No. 6. P. 153-154.

7. Guidelines for phytosanitary and toxicological monitoring of fruit breeds and berries // Comp. Smolyakova V. M., Berdysh Yu. I., Podgornaya M. E. Yakuba G. V. Krasnodar: North Caucasian Research Institute of Horticulture and Viticulture, 2002. 201 p.

8. Klisenko M. A. Methods for determining the micro-quantities of pesticides in food, feed and environment. Moscow: Kolos, 1983. 304 p.

9. GOST 30710-2001. Fruits, vegetables and derived products. Methods for determination of phosphororganic pesticides. [Electronic resource]. Access point: http://docs.cntd.ru/document/1200025317 (reference’s date 20.03.2020).

10. M-MVI 80-2008. Methods for measuring the mass fraction of elements in soil and sediment samples using atomic emission and atomic absorption spectrometry. [Electronic resource]. Access point: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293824/4293824289.htm (reference’s date 23.03.2020).

11. Passport of hydrometeorological safety of the Krasnodar territory. Federal State Budgetary Institution “All Russian Research Institute of Hydrometeorological Information - World Data Center” [Electronic resource]. Access point: http://meteo.ru (reference’s date 20.03.2020).

12. TR TS 021/2011. Technical Regulations of the Customs Union “On foodstuff safety”. [Electronic resource]. Access point: http://docs.cntd.ru/document/902320560 (reference’s date 23.03.20).

13. GN 1.2.3539-18. Hygienic standards for the content of pesticides in the environment (list). [Electronic resource]. Access point: https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293737/4293737113.htm (reference’s date 23.03.20).

UDC 632.951:632.7:634.11

Chernov V. V., Podgornaya M. E.

REGULARITIES OF TRANSFORMATION OF DIMETHOATE IN APPLE-TREE AGROCENOSES

Summary. *Organophosphorus compounds based on dimethoate are used in the pest protection system of the apple tree. The use of this insecticide is associated with environmental pollution by its residual amounts, therefore studies the issue are relevant. The aim of the research was to determine the dynamics of transformation of dimethoate in apple-tree agrocenosis. The research was conducted from 2017 to 2019 at the stationary experimental site of the CJSC Experimental and Production Economy “Tsentralnoye”. To determine the background content of residual amounts of dimethoate, soil samples were taken from the apple orchard, where insecticide “Bi-58 Novy” was twice applied in the protection system (consumption rate – 1.9 l/ha). An abandoned garden, where insecticide was used for more than 10 years, served as a control in this research. To determine the dynamics of the decomposition of dimethoate, small-scale field experiments were carried out. “Bi-58 Novy” (400 g/l of dimethoate) with a consumption rate of 1.9 l/ha was applied twice; four-fold replication; four trees in one replication; control – variant without treatment with insecticides during 2017–2019. Laboratory tests were performed in the Laboratory of protection and toxicological monitoring of perennial agrocenoses of the FSBSI “North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making”. Content of dimethoate was carried out using gas-liquid chromatography on a chromatograph “Tsvet 550 M”. In 2017-2019, in spring, the background content of dimethoate in the soil from apple orchard was 0.5-0.6 of the maximum permitted concentration (MPC); in autumn, at the end of the “waiting period”, MPC exceeded by 1.2-1.7 times. Removal of dimethoate was incomplete; it is explained by the ability of its molecules to react with metal ions, especially with iron, the high content of which was in the soil of the experimental site. After two treatments with “Bi-58 Novy”, (400 g/l of dimethoate) with a consumption rate of 1.9 l/ha, the content of xenobiotic in the soil and fruits after the “waiting period” (40 days) was 1.2 of maximum permitted concentration and 1.5 of maximum permissible level. In the control variant, which was located in the orchard, where no treatment with dimethoate was conducted in 2017–2019, the concentration in the soil was 0.8 of maximum permitted concentration regardless of the sampling period. Moreover, there were no pollutant in apple fruit.*

Keywords*: Laspeyresia pomonella L., decay dynamics, xenobiotic, dimethoate, apple tree, Golden Delicious, maximum permissible levels.*

Чернов Василий Вячеславович, аспирант лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; e-mail: alximik_02@mail.ru.

Подгорная Марина Ефимовна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; e-mail: podgornayame@mail.ru.

Chernov Vasiliy Vyacheslavovich, graduate student of the Laboratory of protection and toxicological monitoring of perennial agrocenoses of the FSBSI “North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making”; 39 im. 40-letiya Pobedy str., Krasnodar, 350072, Russia; e-mail: alximik_02@mail.ru.

Podgornaya Marina Efimovna, Cand. Sc. (Biol.), head of the Laboratory of protection and toxicological monitoring of perennial agrocenoses of the FSBSI “North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making”; 39 im. 40-letiya Pobedy str., Krasnodar, 350072, Russia; e-mail: podgornayame@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 06.04.2020.
Дата принятия к печати – 06.06.2020.