

УДК:632.95.028:632.951:634.11

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И ГРУППЫ ПИРЕТРОИДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ

**Подгорная М.Е., канд. биол. наук, Серова Ю.М., Федоренко Ю.М.**

*Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства (Краснодар)*

**Реферат.** Дана оценка загрязненности агроценозов яблони импактными инсектицидами фосфорорганического синтеза и группы пиретроидов. Приведены результаты исследований по динамике, миграции и скорости их распада при комплексном применении в системах защиты яблони.

**Ключевые слова:** яблоня, остаточные количества инсектицидов, динамика, миграция, гигиенические нормативы

**Summary.** The estimation of apple's agricenossis of impact pollution of insecticides of organophosphorus synthetic and pyrethroid group of apple's agricenossis is given. The results of study on the dynamics of migration and rate of their decay at complex application in the systems apple's protect are adduced.

**Key words:** apple-tree, residual quantities of insecticides, dynamics, migration, hygienic standards

**Введение.** Из химических инсектицидов наиболее часто используются в системах защиты яблони препараты фосфорорганического синтеза и группы пиретроидов, применение которых зачастую сопряжено с загрязнением окружающей среды остаточными количествами. Поэтому и возрастает значение исследований, связанных с познанием процессов транслокации и метаболизма пестицидов в биологических системах и других объектах внешней среды. Знание факторов деградации и количественных изменений инсектицидов при их использовании в агроэкосистемах может послужить основой оптимизированных технологий применения пестицидов в садах яблони [1-2].

Исследования проводились в рамках государственного задания 04.16.04.01 «Разработать оптимизированные по параметрам ресурсоемкости, экологической и пищевой безопасности зональные технологические регламенты возделывания садовых агроценозов интенсивного типа и методы автоматизированного проектирования элементов управления технологическими процессами» по этапу 04.16.04.01.03 «Разработать технологические регламенты по применению химических средств защиты в садах яблони, обеспечивающие снижение токсичных остатков».

**Объекты и методы исследований.** Работа выполнена в аккредитованной испытательной токсикологической лаборатории Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства. Пробы почвы и плодов яблони отбирались по стандартным и оригинальным методикам. Извлечение анализируемых соединений из растительного и почвенного материала проводили согласно «Методическим указаниям по определению микроколичеств пестицидов в растениях, продуктах переработки, почве и воде» [3-5].

Остаточные количества пестицидов определяли с использованием спектрофотометрического метода, тонкослойной, жидкостной и газожидкостной хроматографии. Основные анализы проведены на газожидкостном хроматографе «Цвет 500М», оснащенный программой «Хромос» для компьютерной обработки данных.

**Обсуждение результатов.** Фосфорорганические инсектициды на основе действующих веществ хлорпирифос и диметоат разрешены к применению в садах и наиболее широко используются в интегрированных системах защиты яблони против яблонной плодо-

жорки, листоверток, долгоносиков, минирующих молей, калифорнийской щитовки, зеленой яблонной тли и т.д. Несмотря на высокую биологическую эффективность фосфорорганических соединений (ФОС) они являются основными загрязнителями садовых агроценозов [1]. Исследование деградации хлорпирифоса и диметоата проводилось в широких полевых опытах в четырех хозяйствах двух климатических зон Краснодарского края. Отбор почвенных и растительных проб проводили двукратно за вегетацию: в марте-апреле до проведения обработок и осенью в период съема урожая.

В осенний период, после завершения всех обработок в садах яблони, было отмечено превышение ПДК в 1,1-3,3 раза по хлорпирифосу в 38% образцов почвы в количестве 0,21-0,66 мг/кг. В 62% образцов были обнаружены остатки действующего вещества в пределах 0,09-0,19 мг/кг, что близко к значению гигиенических норм, но не превышает их (рис. 1).

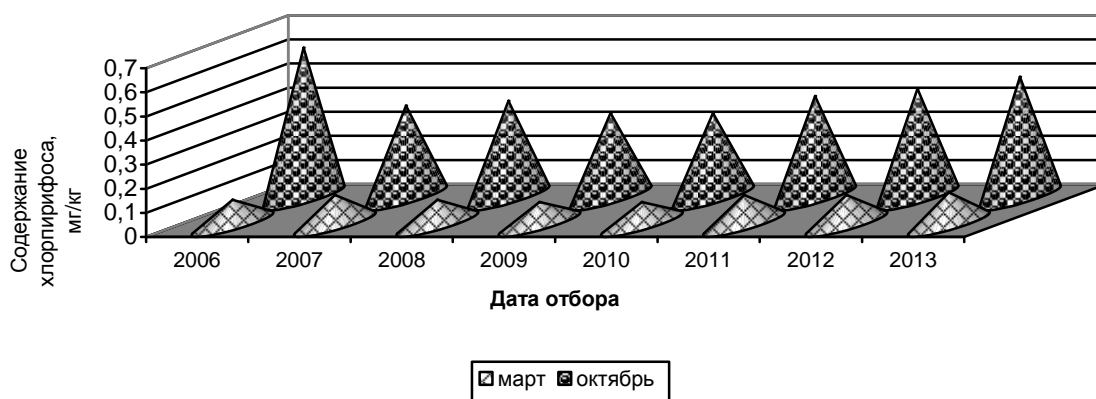


Рис. 1. Содержание остаточных количеств хлорпирифоса в почве центральной зоны садоводства Краснодарского края

Перед началом вегетации следующего года показатели содержания токсиканта в почве снижаются до 0,7-0,3 ПДК. Установлено, что содержание остаточных количеств ксенобиотика в съемном урожае превышало гигиенические регламенты при применении инсектицидов на основе хлорпирифоса разных фирм-производителей и торговых наименований (Пиринекс, КЭ; Дурсбан, КЭ и др.), количественные показатели варьировались от 0,51 до 0,66 мг/кг, что значительно выше МДУ (рис. 2).

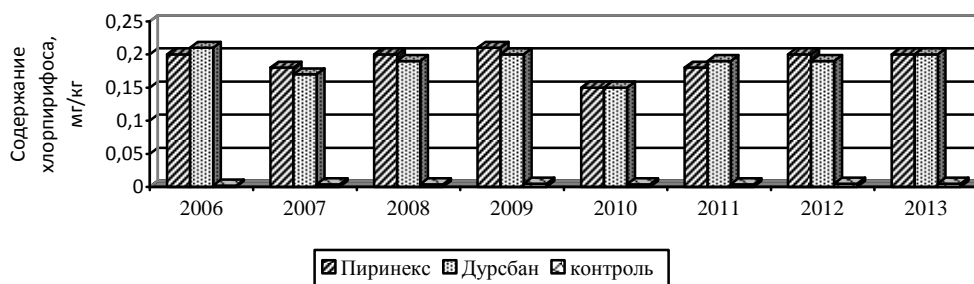


Рис. 2. Содержание остаточных веществ хлорпирифоса в плодах яблони сорта Айдаред

При исследовании инсектицидов с действующим веществом диметоат отмечена та же тенденция его накопления, что и хлорпирифоса, в почвах садов. Весной содержание диметоата обнаруживалось в пределах допустимых регламентов, в осенний период его

концентрация в период съема урожая значительно превышала весенний уровень и варьировалась в пределах 0,08-0,11 мг/кг, что в 1,1 раза превышает ПДК (рис. 3).



Рис. 3. Содержание остаточных количеств диметоата в почве центральной зоны садоводства Краснодарского края

Аналогичное поведение прослеживается и при использовании в системах защиты яблони от вредителей инсектицидов на основе диметоата (Би-58 Новый, КЭ; Рогор-С, КЭ; Данадим, КЭ; Дитокс, КЭ; Ди-68, КЭ). В годы исследований наблюдалось превышение остаточных количеств этого действующего вещества в плодах съемного урожая яблони, обработанной препаратами на основе диметоата разных торговых марок. Его концентрация варьировала в пределах 0,0001-0,004 мг/кг (рис. 4).

Несмотря на незначительные количественные показатели по данному препарату, отмечено превышение его регламентов, так как содержание диметоата в продукции не допускается нормативными актами.

Существенной разницы по концентрации токсиканта между продукцией, выращенной в различных зонах садоводства Краснодарского края, не было отмечено.

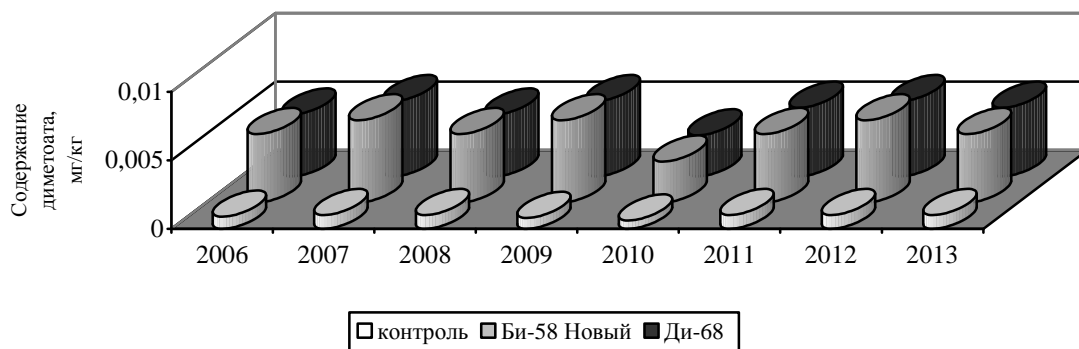


Рис. 4. Содержание остаточных веществ диметоата в плодах яблони сорта Айдаред

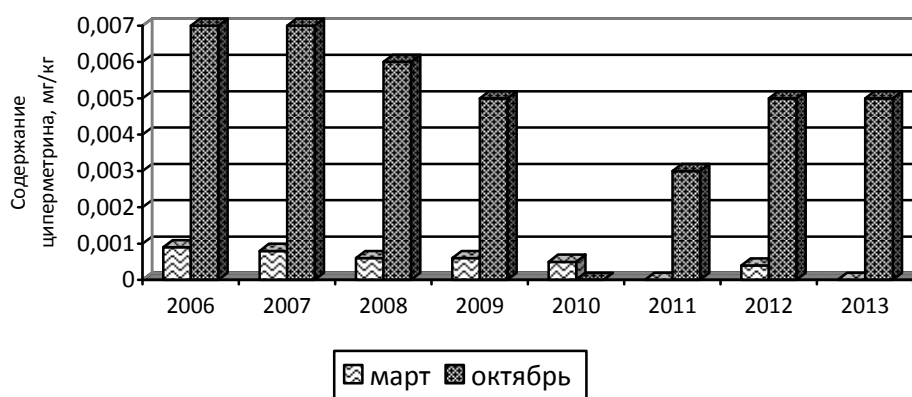
Таким образом, установлено, что прослеживается тенденция к накоплению остаточных количеств ФОС, так как в системах защиты яблони на инсектициды этой группы приходится 72-36% всех применяемых препаратов, но их значимость в системах постепенно снижается, они заменяются новыми группами инсектицидов, таких как синтетические гормоны насекомых (Инсегар, Матч, Димилин, Кораген, Люфокс и др.). Исключить фосфорорганические препараты из системы защиты яблони в настоящее время не представляется возможным (хотя в Европе они уже запрещены), так как они имеют высокий биоло-

гический эффект в борьбе с личинками-бродяжками калифорнийской щитовки, гусеницами яблонной плодовой гнили и листоверток.

В системах защиты яблони наряду с ФОС применяются и синтетические пиретроиды (СП), которые обладают рядом положительных свойств: высокой биологической эффективностью, малой нормой расхода, высокой избирательностью токсического действия, быстрым разложением во внешней среде [6]. Несмотря на то, что синтетические пиретроиды малостойкие вещества, в литературе имеются данные о сохранении их в почве и продуктах питания [7-11].

С 2010 года в исследование введен препарат Арриво, КЭ (250 г/л циперметрин). В результате проведенных исследований отмечена та же тенденция спада количественных показателей по остаткам циперметрина, что и при наблюдении за другими СП, то есть весной концентрация циперметрина в почве значительно ниже осеннего уровня и в 2-20 раз ниже ПДК. В осенний период его концентрация не превышает предельно-допустимой в 100% образцов почвы, отобранных в период съема урожая (0,001-0,01 мг/кг) (рис. 5).

Установлено, что препараты группы синтетических пиретроидов под воздействием высоких температур быстро теряют свои защитные свойства и распадаются, поэтому рекомендуем использование СП в первой половине вегетации яблони, что способствует увеличению периода защитного действия препаратов.



ПДК циперметрина – 0,02 мг/кг

Рис. 5. Содержание остаточных количеств циперметрина в почве сада яблони центральной зоны садоводства

Анализ плодов яблони съемного урожая показал, что содержание остаточных количеств циперметрина не превышает гигиенические регламенты независимо от применения препаратов, выпускаемых разными производителями. Остаточные количества инсектицида Арриво, выпускаемого фирмой ФМС Европа НВ, и отечественного препарата Шарпей находились во всех отобранных образцах в пределах 0,008-0,012 мг/кг, что ниже допустимых норм в 6,8-4,2 раза (рис. 6).

Таким образом, мониторинг содержания остаточных количеств СП показал, что существенной разницы не отмечено как по зонам произрастания яблони, так и по препаратам разных фирм-производителей. При соблюдении гигиенических нормативов при применении инсектицидов этой группы в плодах яблони в съемном урожае не было отмечено остаточных количеств циперметрина.

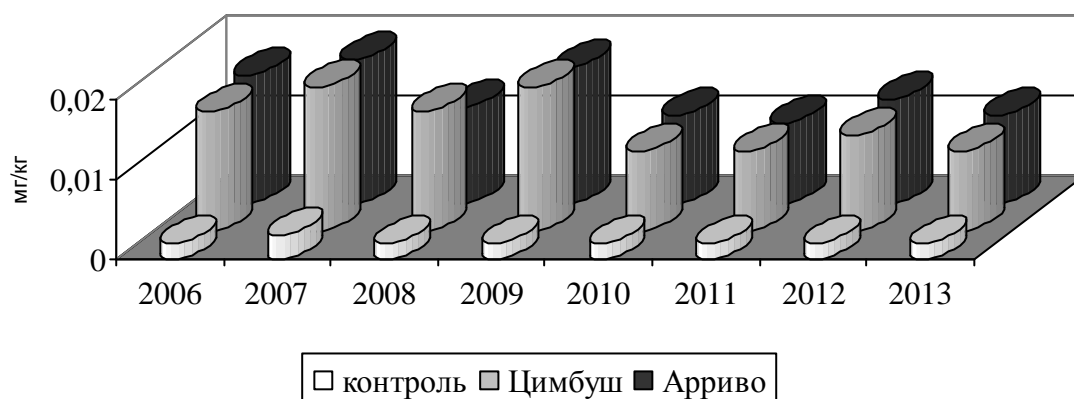


Рис. 6. Содержание остаточных количеств циперметрина в плодах яблони сорта Айдаред

В 2011-2013 гг. продолжены исследования по изучению динамики разложения в плодах яблони сортов Айдаред и Чемпион следующих инсектицидов: Дурсбан, КЭ (480 г/л хлорпирифоса), Шарпей, МЭ (250 г/л циперметрина), Суперкилл, КЭ (500 г/л хлорпирифоса+ 50 г/л циперметрина). Образцы отбирались через 5 часов, затем на 10, 20, 30, 40, 90 сутки после последней 2-х кратной обработки с вариантов с максимальной нормой расхода по каждому из препаратов.

В результате проведенных исследований установлено, что в образцах всех сроков отбора присутствовал хлорпирифос как при обработках Пиринексом так и Суперкиллом (табл. 1).

Наибольшее его количество зафиксировано через 5 часов после обработки (1,562-1,973 мг/кг), через 20 суток оно уменьшилось в 23 раза, это объясняется химической способностью действующего вещества к разложению под действием окружающей среды.

Таблица 1 – Динамика разложения хлорпирифоса в плодах яблони сорта Ренет Симиренко

Отбор образцов, сутки после последней обработки	Дурсбан, КЭ (480 г/л хлорпирифоса) 2,0 л/га (2-хратно)	Суперкилл, КЭ (500 г/л хлорпирифоса + 50г/л циперметрина) 1,2 л/га (2-хкратно)
5 (часов)	1,562*±0,28	1,973*±0,2
20	0,067*±0,023	0,083*±0,02
40	0,029*±0,008	0,032*±0,01
50	0,0151*±0,006	0,017*±0,01
60	0,011*±0,005	0,015*±0,01
70	0,0068±0,002	0,01±0,004
Съем урожая	0,0058±0,003	0,006±0,002
МДУ, мг/кг	0,01	

\* – превышение МДУ

«Срок ожидания» для хлорпирифоса – 14 суток

Наиболее активное разрушение инсектицида отмечено в первый месяц после обработки. На 40 сутки содержание токсиканта снизилось, однако находилось в количестве, превышающем в 2,9-3,2 раза МДУ (0,01 мг/кг). «Срок ожидания» для хлорпирифоса составляет 14 суток. Превышение регламентов было отмечено на 20, 50 и 60 сутки после последней обработки. И только на 70 сутки содержание остаточных количеств чистого хлорпирифоса было ниже МДУ.

Суперкилл в своем составе содержит 500 г/л хлорпирифоса и 50 г/л циперметрина, он был испытан с нормой расхода 1,2 л/га, тогда как Дурсбан, содержащий 480 г/л хлорпирифоса, применяется с нормой 2,0 л/га. При изучении динамики распада Суперкилла было установлено, что его содержание во все сроки отбора было выше по сравнению с показателями деградации чистого хлорпирифоса. Через 60 суток после последней обработки его концентрация в 1,5 раза превышала МДУ, и только на 70-е сутки она была на уровне гигиенических регламентов.

В 2010-13 годах заложен и проведен опыт по изучению динамики разложения инсектицида Арриво, КЭ (250 г/л циперметрина) в плодах яблони сорта Айдаред после 2-х кратной обработки. Образцы отбирались через 5 часов, затем на 10, 20, 30, 40, 60 сутки после последней обработки и в период съема урожая

В результате проведенных исследований установлено, что в образцах всех сроков отбора плодов присутствовал циперметрин. Максимальное его количество зафиксировано через 5 часов после последней обработки (2,184-2,7 мг/кг), через 10 суток оно уменьшилось в 1,88-1,5 раза (1,164-1,8 мг/кг), это объясняется быстрым разложением синтетических пиретроидов в связи с их краткосрочной остаточностью на обработанных поверхностях в первые 5-10 суток. Через 25 суток содержание циперметрина превышало МДУ в 2,6 раза (табл. 2). И только на 30 сутки его концентрация находилась на уровне гигиенических нормативов.

Таблица 2 – Динамика разложения циперметрина в плодах яблони сорта Чемпион, 2010-2013 гг.

Отбор образцов, сутки после применения	Арриво, КЭ (250 г/л циперметрина) 0,32 л/га (2-хратно)	Суперкилл, КЭ (500 г/л хлорпирифоса + 50 г/л циперметрина) 2,0 л/га (2-хкратно)
5 (часов)	2,184*±0,5	0,62*±0,28
10	1,164*±0,6	0,07*±0,023
20	0,178*±0,2	0,048±0,008
25	0,13*±0,05	0,031±0,008
30	0,05±0,05	0,02±0,006
40	0,004±0,001	0,001±0,005
60	0,0013±0,001	0
Съем урожая	0,001±0,002	0
МДУ, мг/кг	0,05	

\* – превышение МДУ; «Срок ожидания» для циперметрина – 25 суток

При изучении динамики распада Суперкилла, который содержит в своем составе 50 г/л циперметрина, было установлено, что концентрация токсиканта на 20-е сутки была ниже гигиенических регламентов.

Таким образом, установлено, что в регионе Краснодарского края инсектициды, содержащие как чистый хлорпирифос, так и в смеси, разлагаются в течение 70 суток до концентрации, не превышающей МДУ.

**Выводы.** В регионе Краснодарского края прослеживается тенденция к накоплению остаточных количеств фосфорорганических инсектицидов в насаждениях яблони, доля которых составляет 27,8-29,2% в «Списке пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации».

Уровень загрязнения для наиболее часто применяемых инсектицидов составил: диметоата – до 1,5 ПДК, хлорпирифоса – до 12 ПДК. Установлено, что препараты группы пиретроидов в садах яблони разлагаются в течение одного вегетационного периода до концентраций, не превышающих гигиенические регламенты.

### Литература

1. Подгорная, М.Е. Контроль остаточных количеств инсектицидов, применяемых в системах защиты яблони / М.Е. Подгорная. – Краснодар, 2013. – 136 с.
2. Подгорная, М.Е. Формирование устойчивых пато- и энтомосисем садовых агроценозов / М.Е. Подгорная, Г.В. Якуба, С.Р. Черкезова, С.В. Прах, Н.А. Холод, И.Г. Мищенко // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – № 12(6). – С. 107-118. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/11/06/11.pdf>.
3. Клисенко, М.А. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / М.А. Клисенко. – М.: Колос, 1983. – 304 с.
4. Методические указания по определению остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах растительного происхождения и объектах окружающей среды / сост. В.И. Долженко. – СПб, 2008. – Вып. 4. – 160 с.
5. Методические указания по определению остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах растительного происхождения и объектах окружающей среды / сост. В.И. Долженко. – СПб, 2013. – Вып. 8. – 136 с.
6. Подгорная, М.Е. Мониторинг остаточных количеств инсектицидов в садах яблони юга России / М.Е. Подгорная, Ю.М. Серова, Ю.М. Петухова // Международная научная конференция «Значение научного наследия академика ВАСХНИЛ и Россельхозакадемии М.С. Дунина в современных работах ученых России. – Москва, 2011. – С. 551-555.
7. Воробьева, Т.Н. Продуктивность ампелоценозов и агротехнические новации в виноградарстве (изучение, экологизация производства) / Т.Н. Воробьева, Ю.А. Ветер. – Краснодар: ООО «Альфа-полиграф+», 2011. – 200 с.
8. Воробьева, Т.Н. Эколого-токсикологический мониторинг и оценка риска последствий пестицидного техногенеза на виноградниках: методические указания / Т.Н. Воробьева, Г.А. Ломакина. – Краснодар: ООО «Просвещение-ЮГ», 2005. – 68 с.
9. Федоренко, Ю.М. Поведение современных инсектицидов в садовых ценозах / Ю.М. Федоренко // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. – № 20(2). – С. 97-103. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/13/02/11.pdf>.
10. Серова, Ю.М. Определение остаточных количеств хлорорганических инсектицидов в плодовой и овощной продукции методом газожидкостной хроматографии / Ю.М. Серова // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. – № 20(2). – С. 104-109. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/13/02/12.pdf>.
11. Подгорная, М.Е. Контроль остаточных количеств основных пестицидов, применяемых в системах защиты яблони / М.Е. Подгорная // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – № 12(6). – С. 119-123. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/11/06/12.pdf>.