

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНСЕКТИЦИДА КЛАССА ЮВИНОИДОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ЯБЛОНИ И СЛИВЫ

Подгорная М.Е., канд. биол. наук, Черкезова С.Р., канд. биол. наук,
Васильченко А.В., Диденко Н.А., Лужкова Л.О., Чернов В.В., аспирант

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

Реферат. Получены новые знания о биоэкологических особенностях яблонной *Laspeyresia pomonella* L. и сливовой *Grapholitha funebrana* Mats. плодовой моли при применении регулятора роста и развития насекомых Инсегар, (250 г/кг феноксикарб) в условиях климатических изменений. Выявлены закономерности трансформации феноксикарба в плодах яблони и сливы.

Ключевые слова: биоэкологические особенности, яблонная и сливовая плодовая моль, Инсегар, ВДГ, агроценоз, биохимические показатели

Summary. New knowledge was obtained on the bioecological features of apple *Laspeyresia pomonella* L. and plum *Grapholitha funebrana* Mats. codling moth when applying the regulator of growth and development of insects Insegar, VDG (250 g/kg fenoxycarb) under conditions of climatic changes. The regularities of the transformation of fenoxycarb in the of apple and plum fruits are revealed.

Key words: bioecological features, apple and plum codling, Insegar, VDG, agrocenosis, biochemical parameters

Введение: Климатические изменения, наблюдаемые в последние десятилетия, носят глобальный характер, и оказывают воздействие на процессы, происходящие в биосфере. Идет формирование жизненных форм, приспособленным к новым абиотическим условиям. Наблюдается процесс перестройки: исчерпание ресурсов некоторых экосистем, деградация одних и формирование новых, всплеск миграционных процессов, изменение биоразнообразия. При реформировании внешних условий организмы обретают новые признаки, создают иной цикл взаимодействия, обеспечив не только способ выживания в изменившихся условиях, но и обратную связь, способную влиять на среду. Эволюционная трансформация природы в первую очередь направлена на формирование жизненных форм, приспособленных к новым абиотическим условиям [1].

Анализ данных многолетнего мониторинга плодовых культур показывает, что изменения затронули многих участников агроценоза: отмечается расширение видового состава вредителей, смена доминирующих и второстепенных видов, смещение сроков их развития на фоне меняющихся абиотических факторов, увеличение количества вспышек массового размножения доминирующих видов с различной периодичностью, инвазии новых видов (войлочная цикадка, фруктовая полосатая моль, японская цикадка, коричнево-мраморный клоп) и расширение ареала их заселения. Такая эволюция ведёт к необходимости разработки научно обоснованных принципов технологии защиты яблони и сливы от вредителей в современных условиях трансформации климата [2, 3].

Потери урожая плодовых культур от вредных организмов могут достигать до 60-80 %. Для достижения максимального эффекта в контроле численности вредных видов, создания устойчивых агробиоценозов семечковых культур используется интегрированная защита с применением агротехнического, химического и биологического методов.

Наиболее вредоносными видами в агроценозах яблони и сливы являются яблонная *Laspeyresia pomonella* L. и сливовая *Grapholitha funebrana* Mats. плодоярки, в регионе Краснодарского края они имеют три поколения и могут уничтожить до 90 % урожая [4]. Одним из наиболее эффективных для борьбы с этими вредителями является препарат Инсегар, ВДГ – регулятор роста и развития насекомых, который наиболее часто применяется в системах защиты яблони и сливы в плодовых хозяйствах Краснодарского края.

Инсегар, ВДГ (250 г/кг феноксикарб) является инсектицидом кишечного контактного действия, относится к классу карбаматов, ювеноид, имитирующий функции гормонов насекомых. Обладает стерилизующим и овицидным действием, нарушает метаморфоз насекомых, воздействует на гормональную систему чешуекрылых: нарушает эмбриональное развитие яйца и блокирует окукливание гусениц старшего возраста, воздействие препарата проявляется в период перехода насекомого из одной стадии развития в другую. Инсегар, ВДГ относится к 3 классу опасности, однако отмечено ограничение по применению препарата в санитарной зоне рыбохозяйственных водоемов авиационным методом, в ЛПХ [5].

Феноксикарб используется в качестве действующего вещества в составе различных инсектицидных средств. В «Справочнике пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» в 2019 году, два препарата с действующим веществом феноксикарб, рекомендуемых для борьбы с яблонной и сливовой плодояркой: Инсегар, ВДГ (ООО «Сингента») и Акарб, ВДГ (ООО «Агропрогресс Кэмикалс»). Также феноксикарб входит в состав инсектицида Люфокс, КЭ (30 г/л люфенурол + 75 г/л феноксикарб) ООО «Сингента», рекомендуемого для борьбы с яблонной плодояркой [6, 7].

Гигиенические нормативы для феноксикарба в России: ДСД – 0,05 мг/кг/сутки; МДУ плодовые семечковые – 1,0 мг/кг, плодовые косточковые – 0,01 мг/кг [6]. При соблюдении регламентов плодовые культуры проявляют достаточно высокий уровень толерантности к препарату [8, 9]. Однако динамика остаточных количеств феноксикарба в плодах была недостаточно изучена.

Исходя из вышеизложенного, целью исследований являлось выявление закономерностей трансформации феноксикарба в агроценозах яблони и сливы под влиянием технологий защиты для разработки научно обоснованных принципов управления качеством и безопасностью плодовой продукции.

Объекты и методы исследований. Исследования выполняли на базе лабораторий защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценов, центра коллективного пользования (ЦКП), длительных стационарных опытов в специализированных садоводческих хозяйствах в различных агроэкологических зонах региона с использованием общепринятых и оригинальных методик постановки и проведения опытов. Объекты исследований: яблонная *Laspeyresia pomonella* L. и сливовая *Grapholitha funebrana* Mats. плодоярки, плоды яблони и сливы, инсектицид Инсегар, ВДГ (250 г/кг феноксикарб).

Образцы плодов яблони сорта Ренет Симиренко и сливы Кабардинская ранняя отбирали на 0 сутки (через 5 часов после обработки), 10, 20, 30 и 40-е сутки после последней обработки [10]. Содержание остаточных количеств феноксикарба определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны (фирма Knauer, Германия), с использованием колонки хроматографической стальной длиной 15 см, внутренним диаметром 4 мм, содержащей Диасфер 110-С18 (5 мкм) (ЗАО «БиоХимМак СТ», Москва). Контроль феноксикарба в образцах яблони и сливы осуществляли по содержанию вещества после экстракции его метанолом, очистки перераспределением в системе несмешивающихся растворителей и на колонке с силикагелем [11].

Для образцов сливы использовали подвижную фазу 1: ацетонитрил 0,005 М Н₃РO₄ (65:35, по объему), скорость потока элюента 0,8 см³/мин, время удерживания феноксикарба 4.83 минуты. Для образцов яблок – подвижная фаза 2: ацетонитрил-0,01 М Н₃РO₄ (50:50, по объему), скорость потока элюента 0,9 см³/мин, время удерживания феноксикарба 12.18 минуты.

При построении калибровочного графика проводили 3 параллельных измерения. Для каждой новой группы анализов проводили корректировку времени путем введения градуировочного раствора с известной концентрацией феноксикарба.

Обсуждение результатов. В агроценозах яблони и сливы яблонная *Laspeyresia pomonella* L. и сливовая *Grapholita funebrana* Tr. плодоярки являются основными фитофагами, определяющими всю тактику защитных мероприятий сада. Это объясняется их К-стратегией выживания, высокой адаптивностью к меняющимся погодным условиям, отсутствием межвидовой конкуренции и эффективного естественного врага. Виды относятся к слабо регулируемым природными врагами – болезнями, вредителями и хищниками, которые воздействуют на стадиях яйца, гусеницы, куколки.

В 2019 году зимний период характеризовался повышенным температурным режимом: среднесуточные температуры по краю были выше средне многолетних на 2-4 °С. Повышенный температурный режим сложился и в марте – среднесуточные температуры выше на 1-3 °С. В апреле – в пределах нормы, переход среднесуточной температуры воздуха через +10 °С в большинстве районов края отмечен в первой декаде апреля.

Теплая погода января и февраля способствовала хорошей перезимовке диапаузирующих гусениц *L. pomonella* L, начало лета бабочек яблонной плодоярки первого поколения зафиксировано 24.04 при сумме эффективных температур 42,0 °С, основной лёт пришелся на 07.05, первые единичные гусеницы отродились 16.05, массовое отрождение гусениц 26.05. Начало лета бабочек 2-го поколения отмечено 25.06. Начало отрождения гусениц второго поколения 09.07, массовое отрождение 17.07. Начало лета бабочек третьего поколения отмечено 01.08, начало отрождения гусениц 12-13.08 (рис.1).

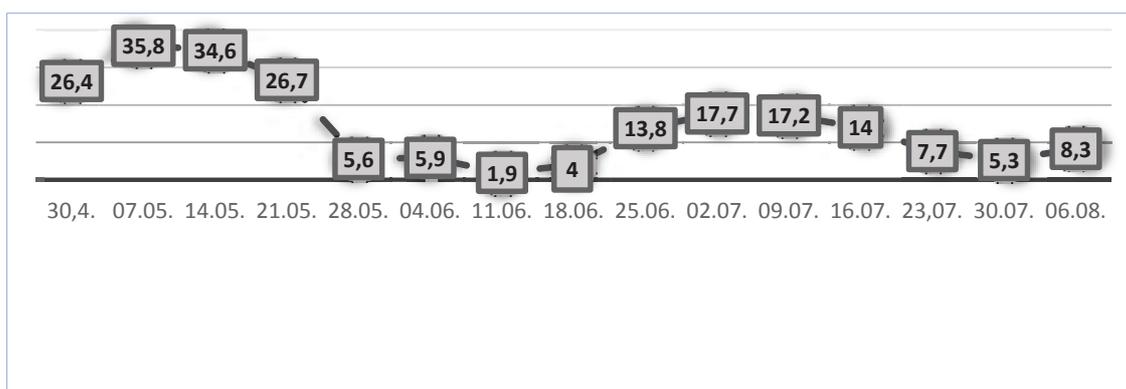


Рис. 1. Динамика и численность лета яблонной плодоярки в ОАО «Агроном», сорт Ренет Симиренко, 2019 год

Основным хозяйственно значимым организмом в энтомо комплексе многолетних насаждений сливы является сливовая плодоярка *Grapholita funebrana* Tr. Развитие фитофага ранее протекало в двух генерациях, последние десять лет – в трех. Происходит смещение сроков наступления различных фенофаз по годам в зависимости от погодных условий [12]. Этот процесс наблюдается в первой половине вегетации, далее сроки фенофаз приближаются к средним многолетним показателям.

В вегетацию 2019 года лет сливовой плодовой жорки в центральной зоне края (г. Краснодар) отмечен в первой декаде апреля. В течении трех лет (2017-2019 гг.) фиксировался более ранний вылет первых бабочек из мест зимовки: 2017 г. – 28 апреля; 2018 г. – 12 апреля; 2019 г. – 8 апреля (рис. 2). Основной лет вредителя в отчетном году отмечался с конца третьей декады апреля по первую декаду июня, он был растянутым и продолжался два месяца. Максимальная численность бабочек достигала 53 - 54 экземпляра на ловушку, яйцекладка отмечалась с третьей декады апреля, отрождение гусениц – с первой декады мая, уход на окукливание зафиксирован в третьей декаде мая.

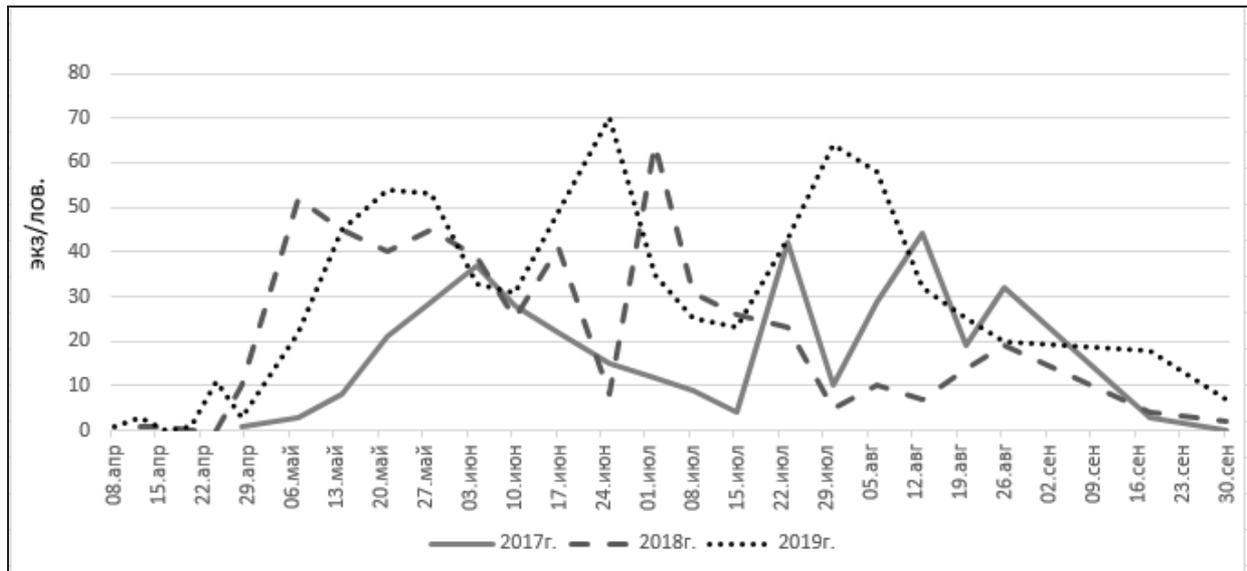


Рис. 2. Динамика лета сливовой плодовой жорки, вегетационный стационар ФГБНУ СКФНЦСВВ, сорт Кабардинская ранняя, 2017-2019 гг.

Лет второго поколения отмечен со второй декады июня, численность бабочек достигала 70 экземпляров на ловушку. Отрождение гусениц – в третьей декаде июня. Лет бабочек третьей генерации наблюдался с третьей декады июля, максимальная численность 58-64 экземпляра на ловушку.

Таким образом, в вегетацию 2019 года выявлены изменения в динамике и численности сливовой плодовой жорки:

– подтверждено, что происходит смещение сроков наступления различных фенофаз по годам в зависимости от погодных условий, в 2017-2019 гг. отмечается более ранний вылет бабочек перезимовавшего поколения из мест зимовки;

– выявлено, что максимальные изменения в сроках лёта и отрождения *Grapholitha funebrana* Mats. наблюдаются в первой половине вегетации, далее сроки фенофаз приближаются к средним многолетним показателям.

В вегетацию 2019 года подтверждены данные, полученные в 2018 г., о том, что как абиотические, так и антропогенные факторы существенно влияют на развитие обоих видов. При высокой численности вредителей в отчетном году отмечено заметное снижение плотности популяции фитофагов на участках с применением регуляторов роста и развития насекомых с 85 отловленных бабочек в ловушку в 2014 г. до 32 отловленных бабочек в 2019 году.

Двукратная обработка Инсегаром, ВДГ (250 г/кг феноксикарба) по массовому лёту и откладке яиц (03.05.) первого поколения и в период откладки яиц 2-го поколения самками яблонной плодовой жорки (09.07) сдержала численность фитофага на 98,8 %, при 32,8 %-ом повреждении плодов в падалице и 52,1 %-ом в съёмном урожае контрольного варианта.

Не отмечено разницы между вариантами по содержанию витаминов и сухих веществ, незначительная разница выявлена по количеству калия, натрия и магния.

Трехкратное применение Инсегара, ВДГ на сливе сорта Кабардинская ранняя в вегетацию 2019 года по началу яйцекладки каждого поколения полностью защитило урожай от сливовой плодовой гнили, при 42,7 %-ом повреждении плодов в падалице и 6,8 %-ом в съёмном урожае контрольного варианта. После обработки регулятором роста и развития насекомых отмечено увеличение в плодах аскорбиновой и хлорогеновой кислот, уменьшение кофейной, яблочной, янтарной и лимонной кислоты по сравнению с контролем.

Таким образом, в 2019 г. подтвердились результаты 2017-2018 гг. о стабильном и высокоэффективном действии в экстремальных погодных условиях регуляторов роста и развития насекомых.

Продолжено изучение динамики разложения остаточных количеств феноксикарба в плодах яблони и сливы. Установлено, что 2-3-х кратное применение инсектицидов с действующим веществом феноксикарб не приводит к нарушению гигиенических нормативов. По окончании «Срока ожидания» содержание феноксикарба в плодах сливы и яблони было ниже МДУ (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Содержание феноксикарба в плодах яблони, мг/кг

Дата отбора проб	Результаты испытания, мг/кг	
	Контроль	Опыт
0 сутки 25.07.19	н/о	1,786
10 сутки 04.08.19	н/о	0,730
20 сутки 14.08.19	н/о	0,305
30 сутки 24.08.19	н/о	н/о
40 сутки 04.09.19	н/о	н/о
Сбор урожая 10.09.19	н/о	н/о
МДУ, мг/кг	1,0	
Срок ожидания, суток	40	

Таблица 2 – Содержание феноксикарба в плодах сливы Кабардинская ранняя, мг/кг

Дата отбора проб	Содержание феноксикарба в плодах сливы сорта Кабардинская ранняя, мг/кг	
	Контроль	Инсегар, ВДГ
0 сутки 17.06.2019	н/о	0,167
10 сутки 27.06.2019	н/о	0,129
20 сутки 07.07.2019	н/о	0,102
30 сутки 18.07.2019	н/о	н/о
Сбор урожая 23.07.2019	н/о	н/о
МДУ	0,01	
Срок ожидания	30 суток	

Выводы. В результате исследований выявлены закономерности влияния фактора химического контроля на формирование функциональной структуры энтомокомплексов яблони и сливы. Подтверждено, что как абиотические, так и антропогенные факторы существенно влияют на развитие яблонной (*Laspeyresia pomonella* L.) и сливовой плодовой жорки (*Grapholita funebrana* Tr.), отмечено заметное снижение плотности популяции фитофагов на участках с применением регуляторов роста и развития насекомых (Инсегар, ВДГ). Установлено, что регламентированное применение регуляторов роста и развития насекомых (Инсегар, ВДГ) не приводит к загрязнению плодов яблони и сливы.

Литература

1. Васютин А.С., Захарченко В.А. Фитосанитарные риски в агроэкосистемах (оценка и управление). М.: МосНИИСХ. 2014. 128 с.
2. Косинский Р.А. Биосфера как стабилизирующий фактор глобальной трансформации климата // Проблемы современной науки и образования. 2017 г. № 33 (115). С. 66-68. DOI: 10.20861/2304-2338-2017-115. Режим доступа: <https://ipil.ru/images/PDF/2017/115/PMSE-33-115.pdf>.
3. Прах С.В. Экологизированные элементы защиты косточковых культур от вредных организмов [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. № 22(4). С. 91-98. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/04/10.pdf>. (дата обращения: 11.06.2020).
4. Диденко Н.А., Подгорная М.Е. Содержание остаточных количеств инсектицида Инсегар, ВДГ (250 г/кг феноксикарба) в плодах яблони и сливы // Научные Труды СКФНЦСВВ. Том 26. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2019. С. 210-214.
5. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: Листерра, 2019. С. 134.
6. Главный государственный санитарный врач Российской Федерации. Постановление от 10 мая 2018 года №33 Об утверждении гигиенических нормативов ГН 1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)».
7. P.W. Shaw, Efficacy and timing of insecticides for the control of San Jose scale on apple/ P.W. Shaw, S.J. Bradley and J.T.S. Walker/ Organics and Biocontrol, New Zealand Plant Protection Society (Inc.), 53: 13-17 (2000).
8. Прах С.В. Малотоксичные инсектициды для борьбы со сливовой плодовой жоркой // Защита и карантин растений. 2018. № 6. С. 24-25 <https://elibrary.ru/item.asp?id=35000768>
9. Буров В.Н. Синтетические аналоги гормонов // Гормональная регуляция развития насекомых. Труды Всесоюзного энтомологического общества. Т. 64. СПб.: Русское энтомологическое общество, 1983. С. 128-139.
10. МУ 2051-79 Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов. 1979 г.
11. МУК 4.1.2272-07 Определение остаточных количеств феноксикарба в яблоках, сливах и винограде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М. 2009 г.
12. Закотин В.С. Земляника. Биологические особенности продуктивности. Видное: ОФСЕТ, 2015. 367с.