

УДК 591.5 (595.792)

© **Е. С. Сугоняев**, И. В. Балахнина, Т. Н. Дорошенко,  
В. А. Яковук, О. С. Шевченко, Л. А. Васильева  
и И. Н. Пастарнак

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ЗООФАГОВ  
КАК БАЗОВЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕСУРС ПРОГРАММЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЯМИ ЯБЛОННОЙ  
ПЛОДОЖОРКИ *CYDIA POMONELLA* (L.) (LEPIDOPTERA,  
TORTRICIDAE) И ВРЕДНЫХ ВИДОВ ЧЛЕНИСТОНОГИХ ВТОРОГО  
ПЛАНА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ЯБЛОНЕВЫХ САДОВ  
НА ЮГЕ РОССИИ**

[**E. S. SUGONYAEV**], I. V. BALAKHNINA, T. N. DOROSHENKO, V. A. YAKOVUK,  
O. S. SHEVCHENKO, L. A. VASILYEVA a. I. N. PASTARNAK. SPECIES DIVERSITY  
AND NUMBERS OF ZOOPHAGES AS A BASIC RESOURCE OF THE ECOLOGICAL PEST  
AND ITS ENEMY MANAGEMENT PROGRAM FOR SUPPRESSION OF CODLING MOTH,  
*CYDIA POMONELLA* (L.) (LEPIDOPTERA, TORTRICIDAE) AND SECONDARY ARTHROPOD PESTS  
IN AGRO-ECOSYSTEMS OF APPLE ORCHARDS IN SOUTHERN RUSSIA]

*Никакую проблему нельзя решить  
на том же уровне, на котором она воз-  
никла.*

*А. Эйнштейн.*

*Истина должна быть пережита,  
а не преподана.*

*Чжуан-Цзы.*

Цель предлагаемой статьи — на примере использования разработанного нами экологического метода<sup>1</sup> подавления членистоногих фитофагов-вредителей яблони, с одной стороны, и сохранения видового разнообразия и численности зоофагов — их естественных врагов, с другой, показать результаты и перспективы применения программы экологического управления популяциями вредных и полезных видов членистоногих (ПЭУ), ориентированной на радикальное снижение пестицидного пресса и вместе с тем уровня вредоносности фитофагов, получение экологически чистой плодовой продукции и сокращение стоимости защитных мероприятий.

Определяющую роль в разработке экологического направления в защите сада в наших исследованиях сыграло осознание несостоятельности общепринятой в практике защиты растений «комплексной системы мероприятий»,<sup>2</sup> допус-

<sup>1</sup> Концепция «экологической защиты растений» в общем виде предложена В. Б. Чернышевым (2001, 2012).

<sup>2</sup> Иногда ее называют «интегрированной», что, как следует из замечаний в данной статье, не вполне точно.

кающей чередование в программах обработок разновекторных средств с прямо противоположным влиянием на садовую агроэкосистему, т. е. антагонистических в экологическом отношении (Сугоняев и др., 2008, 2010а). В итоге это ведет к резкому снижению полезной роли естественных врагов в садовой агроэкосистеме и «вспышкам возобновления» вредоносной деятельности фитофагов, прежде всего растительноядных клещей (Sugonyaev, 2009; Сугоняев и др., 2010б). Отсюда следовал вывод о нецелесообразности попыток усовершенствования «системы мероприятий» и необходимости выхода на новый стратегический уровень — создание ПЭУ.

Развитие концепций «экологического яблоневого сада» и «ПЭУ», предложенных первым автором, и успешная апробация их регламентов и биотехнологических схем на юге России в течение 7 лет (Сугоняев и др., 2008, 2010а, б, в, г, 2011а, б, 2013; Sugonyaev, 2009) выдвинули на первый план задачу изучения и сохранения полезной роли деятельности естественных врагов как базового биологического ресурса становления экологического баланса агроэкосистемы яблоневого сада.

В связи с этим возникла необходимость проанализировать представления об эффективности защитного мероприятия и о полноте ее оценки как в отношении степени подавления популяции вредного вида-мишени, так и безопасности для полезных видов естественных врагов вредителя в данной агроэкосистеме.

#### КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ («БИОЛОГИЧЕСКОЙ») ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНОГО МЕРОПРИЯТИЯ И ЕЕ КРИТИКА

В настоящее время основной оценкой результата осуществленного защитного мероприятия остается **техническая эффективность** (Справочник..., 1985).

Для расчета технической эффективности защитного мероприятия, измеряемой **уровнем смертности** вредного вида-мишени, выраженной в процентах, предлагается формула:

$$C = (a - b/a) \times 100, \quad (1)$$

где  $C$  — искомая величина,  $a$  — численность вредителя или поврежденных плодов перед обработкой,  $b$  — то же после обработки по истечении определенного времени.

По нашему мнению, существенным недостатком концепции технической эффективности как в Справочнике... (1985), так и в новейших руководствах являются отсутствие либо крайняя скудость информации о влиянии используемого пестицида на полезную фауну на данном поле или в саду. Таким образом, специалист по защите растений изначально ориентируется на игнорирование присутствия естественных врагов и их роли в подавлении потенциально вредных видов членистоногих, т. е. участия в экологической стабилизации данной агроэкосистемы.

#### КОНЦЕПЦИЯ И СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Наряду с вредителем полезный вид-зоофаг — обязательный объект ПЭУ. Следовательно, одновременно с определением технической эффективности защитного мероприятия необходимо определение и его **экологической эффективности** (понятия, предлагаемого первым автором), измеряемой уровнем выживаемости видов зоофагов в данной агроэкосистеме после проведения мероприятия.

Предполагается, что пестициды широкого спектра действия при ожидаемой высокой технической эффективности подавления вида-мишени обладают низкой экологической эффективностью, т. е. уничтожают естественных врагов, чем создают предпосылки для всплеск численности вредителя.

В качестве количественного показателя экологической эффективности защитного мероприятия предлагается индекс « $d$ » Маргалефа (Margalef, 1958), который рассчитывается по формуле:

$$d = S - 1/\lg N, \quad (2)$$

где  $S$  — число видов,  $N$  — количество особей учитываемых видов.

Для получения необходимых данных требуются элементарные знания о полезной фауне сада и проведение учетов видового разнообразия и численности естественных врагов в садовых агроэкосистемах с различным уровнем пестицидного пресса:

1) **органическом**, где запрещено применение синтетических соединений, включая экологически малоопасные биорегуляторы (матч, инсегар и др.) и биопестициды (фитоверм),<sup>3</sup> и разрешены к использованию препараты на основе природных агентов (бактериальные, вирусные и др. биопестициды), а также приемы, повышающие эффективность деятельности зоофагов, и физические методы (световые ловушки);

2) **экологическом**, запрещающим применение экологически опасных химических пестицидов широкого спектра действия, но разрешающих чередование экологически малоопасных синтетических биорегуляторов и биопестицидов избирательного действия с биопестицидами, созданными на основе природных агентов, объединяемых нами под общим названием *экопрепараты*, а также приемы, повышающие численность и активность зоофагов;

3) **общепринятом («стандартном»)** обычно с «экологизированной системой мероприятий», допускающей чередование в программах обработок разновекторных соединений, т. е. как экологически малоопасных селективных препаратов, так и экологически опасных химических пестицидов широкого спектра действия.

Перечисленные характеристики программ защиты урожая в трех типах садов указывают на вероятность существования здесь значительного градиента токсической нагрузки, выраженной в предлагаемой первым автором системе оценок в *степенях экологической опасности* (СЭО). Система основана на использовании классов токсической опасности, приведенных в официальном издании «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2012 год. Москва, 2012», а именно: максимальный класс токсической опасности — 1, значительный — 2, незначительный — 3, минимальный — 4. В соответствии с указанной шкалой получают значение те же степени экологической опасности. Промежуточные варианты обозначаются десятичной дробью.

Для простоты расчетов каждый использованный в данной сезонной программе обработок препарат или прием регистрируется и отмечается величиной СЭО — цифрой в скобках — только один раз без учета повторных его применений.

Рассмотрим два примера. Биотехнологическая схема ПЭУ-5, реализованная в экологическом саду в 2007 г. с указанием СЭО выглядит следующим образом: инсегар (3) + матч (3) → матч → фитоверм (2.5) + лепидоцид (4) → фитоверм + лепидоцид → димилин (2.5). Суммируя цифры в скобках и

<sup>3</sup> Исключение сделано только для синтетических половых феромонов видов-фитофагов.

разделив полученную сумму на 5 зарегистрированных вариантов, получаем общую СЭО, равную 3, т. е. достаточно низкую.

В органическом саду в 2010 г. была реализована биотехнологическая схема ПЭУ-4 (без учета мер по дезориентации самцов бабочек), основанная на двух типах мероприятий: I — обработка фермовирин (4) + лепидоцид (4) + бацикол (2.5) → фермовирин → фермовирин + лепидоцид → фермовирин + лепидоцид + фитоверм (2.5); II — трехкратная установка на каждое дерево в саду диспенсеров с феромоном яблонной плодовой гнили для дезориентации самцов бабочек (величины СЭО не имеет). Суммируя цифры в скобках и разделив полученную сумму на 4 зарегистрированных варианта, получаем величину СЭО того же порядка — 3.2.<sup>4</sup>

Для сравнения рассмотрим «экологизированную систему мероприятий» защиты яблоневого сада от вредных насекомых, рекомендованную для Краснодарского края в 2007 г. (Праля, 2007). Система основана на чередовании и даже смеси разновекторных соединений-антагонистов, т. е. экологически малоопасных (+) и опасных (—) инсектицидов, как то: иснегар (+) (3) → калипсо (+?) (2.5) → хлорпирифос (—) (1.5) → матч (+) (3) в баковой смеси совместно с золоном (—) (1.5) → калипсо (+?) → Би 58 Новый (—) (1). Разделив полученную сумму 13.5 на количество вариантов (6), получим величину 2.25, т. е. относительно высокую СЭО, предполагающую значительную смертность естественных врагов в садовой агроэкосистеме.

К чему ведет подобный подход, демонстрирует разработка Лабораторией агроэкологического регулирования ВНИИ Биологической защиты растений (ВНИИБЗР) в 2002—2008 гг. в окрестностях г. Ейска «экологизированной системы мероприятий» защиты яблоневого сада от вредных членистоногих с чередованием разновекторных соединений. Ее применение привело к деградации садовой агроэкосистемы, массовому размножению бурого плодового клеща (*Bryobia redikorzevi*) и неуклонному росту поврежденности плодов яблонной плодовой гнилью с 2.5 % в 2003 г. до 34.2 % в 2008 г. несмотря на удвоение числа обработок пестицидами — с 6 до 12 за сезон (Сугоняев и др., 2010а, г).

Другим примером может служить «система», реализованная в 2007 г.: иснегар (+) (3) → ципи плюс (—) (1.5) → димилин (+) (2.5) → фосбан (—) (1.5) → Би 58 Новый (—) (1) → диазинон (—) (1.5) → ципи плюс (—) → матч (+) (3) → лепидоцид (+) (4). СЭО данной «системы» — 2.2, т. е. значительная со всеми вытекающими отсюда последствиями — поврежденность плодов яблонной плодовой гнилью составила более 19 %, размножение растительноядных клещей приобрело хронический характер.

Очевидно, разрабатываемые нами принципы экологического метода защиты яблоневого сада актуальны, в связи с чем определение экологической эффективности ПЭУ с оценкой индекса *d* Маргалефа для зоофагов и СЭО для агроэкосистемы имеет первостепенное значение.

С целью повышения оперативности полевых учетов зоофагов в указанных типах садов рекомендуется регистрация преимущественно хорошо заметных и узнаваемых **индикаторных видов** естественных врагов общим числом около 30, включая группы видов определенных семейств, например пауков (табл. 1). Всего за один учет регистрируются наблюдаемые особи зоофагов на 50 побегах прошлого и текущего годов (по 2 побега на каждом дереве — на теневой и освещенной сторонах кроны). Общее количество учетов за сезон — 3: в конце мая, в середине июля и в середине августа. Результаты их суммируются для получения средней характеристики индекса *d* в данном сезоне.

<sup>4</sup> В течение 5 сезонов фитоверм и бацикол использовались в ПЭУ не систематически: первый — дважды, второй — 1 раз.

Таблица 1

Индикаторные виды естественных врагов вредителей в яблоневом саду  
в Краснодарском крае

Вид	Тип питания	Численность		Примечания
		массовый	обычный	
1	2	3	4	5
Отряд Coleoptera (жуки), Сем. Coccinellidae				
Коровка 2-точечная ( <i>Adalia bipunctata</i> L.)	x	+		Активный хищник, нападающий на тлей на деревьях
Коровка 7-точечная ( <i>Coccinella septempunctata</i> L.)	x		+	Встречается на деревьях, но чаще на травянистых растениях
Пропиляя ( <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> L.)	x		+	Многоядный вид, нападающий на тлей, псиллид, яйца чешуекрылых
Сцимнус ( <i>Scymnus</i> spp.), имаго	x		+	В колониях тлей
То же, личинка с восковым налетом	x		+	То же
Стеторус ( <i>Stethorus punctillum</i> Wse.)	x		+	В колониях паутинного клеща
Отряд Нуменоптера (перепончатокрылые)				
Наездник-ихневмонид пимпла ( <i>Pimpla turionellae</i> L.)	п		+	Паразит куколок яблонной плодовой жорки
Наездник-птеромалид дибрахис ( <i>Dibrachys cavus</i> Walk.)	п		+	То же
Садовый муравей ( <i>Formica cinerea</i> Mayr)	x?	+		Хищник, но охраняет колонии тлей
Лазийус черный ( <i>Lasius niger</i> L.)	x?		+	То же
Наездник-хальцид брахимерия ( <i>Brachymeria</i> sp.)	п		+	Паразит куколок листоверток и других чешуекрылых
Наездник-эвлофид ( <i>Colpoclypeus</i> sp.)	п		+	Паразит гусениц-листоверток
Наездник-браконид ( <i>Ascogaster</i> sp.)	п		+	Паразит гусениц яблонной плодовой жорки
Наездник-спелионид ( <i>Telenomus</i> sp.)	п		+	Паразит яиц кольчатого и непарного шелкопряда
Отряд Heteroptera (клопы)				
Кампиломма ( <i>Campylomma verbasci</i> M.-D.)	x	+		Хищничает на тлях и буром плодовом клеще
Ориус ( <i>Orius</i> sp.)	x		+	Хищничает на мелких членистоногих
Камптопус ( <i>Camptopus</i> sp.)	x		+	Многоядный хищник

Таблица 1 (продолжение)

Вид	Тип питания	Численность		Примечания
		массовый	обычный	
1	2	3	4	5
Отряд Neuroptera (Сетчатокрылые)				
Златоглазка ( <i>Chrysopa carnea</i> Steph.)	х	+		Хищничает на тлях, паутинном клеще
Отряд Diptera (Двукрылые)				
Хищная галлица ( <i>Aphidolestes aphidimyza</i> Rond.)	х	+		Оранжеватые личинки обычны в колониях тлей
Муха-серебрянка ( <i>Leucopis</i> sp.)	х		+	Более плотные, беловатозеленые личинки обычны в колониях тлей
Муши-журчалки (Syrphidae, genn. spp.) —	х	+	+	Крупные плоские личинки обычны в колониях тлей
Муши-тахины ( <i>Bessa</i> sp.)	п		+	Паразит гусениц чешуекрылых
( <i>Neoplectus</i> sp.)	п		+	Паразит гусениц яблонной плодовой мушки
Муши-толкунчики (Empididae, <i>Empis</i> sp.)	х		+	Хищничают на мелких двукрылых, растительноядных клещах
Муши-зеленушки (Dolichopodidae gen. sp.)	х		+	Хищничают на мелких членистоногих с мягким телом
Отряд Thysanoptera (Трипсы)				
Пятнистый трипс ( <i>Aeolothrips intermedius</i> Bag.)	х		+	То же
Отряд Acarina (клещи)				
Клещи-краснотелки (Trombidiidae)	х		+	Нападают на членистоногих
Отряд Aranei (пауки)				
Пауки-крабы (Hilodromidae, genn. spp.)	х		+	Многоядные хищники, нападающие на насекомых
Листовые пауки (Linyphiidae, genn. spp.)	х		+	То же
Пауки-волки (Lycosidae, genn. spp.)	х		+	« «
Пауки-скакуны (Salticidae, genn. spp.)	х		+	« «
Пауки-бокоходы (Thomisidae, genn. spp.)	х		+	« «

Примечание. х — хищник, п — паразит.

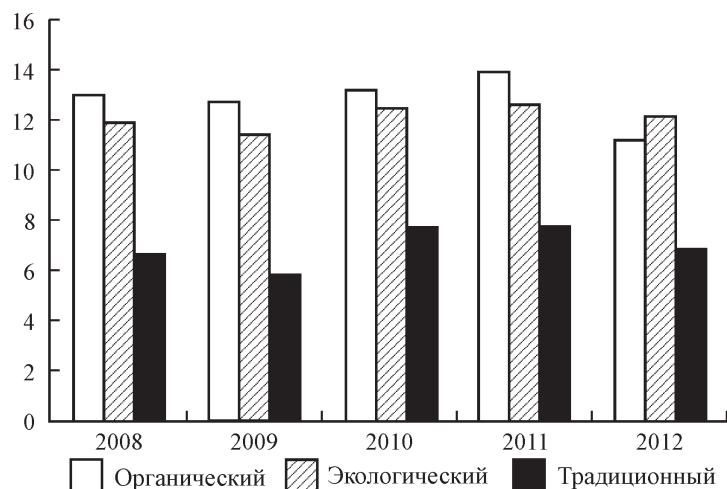


Рис. 1. Индекс  $d$  Маргалефа в органическом, экологическом и традиционном яблоневых садах в 2008—2012 гг. в окрестностях Краснодара. Учхоз «Кубань» и сад ВНИИБЗР.

По оси абсцисс — годы, по оси ординат — индекс  $d$  Маргалефа.

На рис. 1 приведены данные учетов за период с 2008 по 2012 г.<sup>5</sup> с целью определения индекса  $d$  в указанных выше типах яблоневых садах в окрестностях Краснодара: органическом и экологическом садах в учхозе «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета (КубГАУ) (5 га) и традиционном на территории ВНИИБЗР (5 га), находящемся в 3 км южнее экологического сада в учхозе.

При значительной величине и устойчивом сходстве значения индекса  $d$  в органическом и экологическом садах мы одновременно констатируем резкое и также устойчивое снижение индекса  $d$  в традиционном саду (рис. 1). Нанесение на график (рис. 2) средних значений индекса  $d$  за весь период наблюдений в сравниваемых садах, а также средних величин СЭО выявило четкую зависимость: чем выше в данной агроэкосистеме СЭО, тем ниже индекс  $d$ .

Полученные материалы свидетельствуют о высоком уровне экологической эффективности ПЭУ, реализуемых в экологическом и органическом садах, благодаря их щадящему воздействию на зоофагов. Конкретно это проявляется в многолетней низкой численности и отсутствии вредоносности растительноядных клещей и калифорнийской щитовки (*Diaspidiotus perniciosus*), активно подавляемых их естественными врагами (Сугоняев и др., 2010б, 2011а, 2013). Обратная ситуация наблюдалась в саду с общепринятой «системой мероприятий», где в 2008 г. произошло массовое размножение паутинного (*Tetranychus urticae*), а затем и бурого плодового клещей (Сугоняев и др., 2010б, 2013).<sup>6</sup> В 2011 г. высокой численности здесь достигла популяция калифорнийской щитовки (Л. А. Васильева, неопубликованные данные). Во всех случаях вспышки размножения вредных фитофагов влекли за собой увеличение количества обработок, в том числе высокотоксичными пестицидами широкого спектра действия, например препаратом № 30.

В заключение этого раздела необходимо подчеркнуть, что экологическая эффективность экопрепаратов, относящихся к регуляторам роста и развития насекомых и использованных в ПЭУ, выражается также в заметном

<sup>5</sup> В 2008 г. учеты проведены Е. С. Сугоняевым и И. В. Балахниной, в последующие годы — И. В. Балахниной.

<sup>6</sup> Повреждения листьев гусеницами минирующих молей в данных садах отсутствовали.

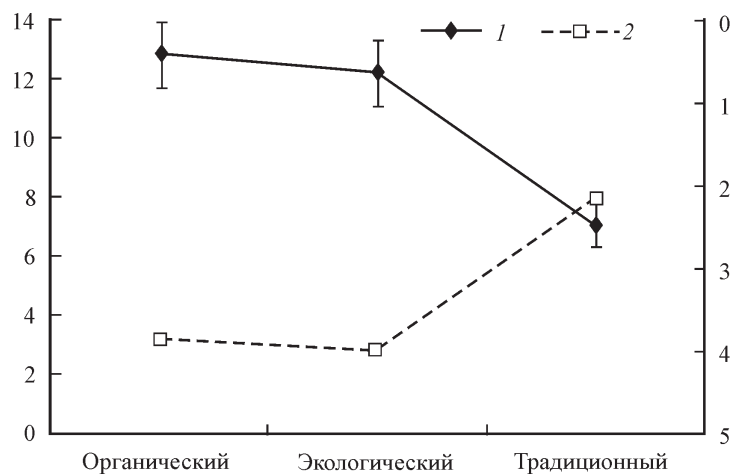


Рис. 2. Среднее значение индекса  $d$  Маргалефа и степени экологической опасности (СЭО) в органическом, экологическом и традиционном яблоневых садах. Учхоз «Кубань» и сад ВНИИБЗР.

По оси абсцисс — тип сада, по левой оси ординат — индекс  $d$  Маргалефа (1), по правой оси ординат — степень экологической опасности (2).

снижении общего пестицидного пресса садовой агроэкосистемы. По данным Рябчинской и Харченко (2006), ЛД<sub>50</sub> этих препаратов превышает 5—10 г/кг массы, т. е. они на три порядка менее токсичны, чем большинство химических инсектицидов.

#### СОЗДАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ И ОЦЕНКА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПЭУ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЯБЛОНЕВОМ САДУ

Задача подавления вредного вида-мишени и повышения регулирующей роли его естественных врагов решается при помощи разработки биотехнологических схем ПЭУ с минимальной антропогенной нагрузкой в саду, т. е. немногочисленными обработками экопрепаратами, и с максимальной технической эффективностью.

Основные результаты 7-летней полевой экспериментальной оценки различных биотехнологических схем в подавлении вредоносной деятельности ключевого вредного вида — яблонной плодовой гнили — в экологическом саду учхоза «Кубань» в 2007—2013 гг. показаны на рис. 3. Общее заключение — техническая эффективность испытанных схем ПЭУ из 5 или 4 обработок за сезон высокая или удовлетворительная: 0.3—2.5 % поврежденных яблонной плодовой гнилью съемных плодов при принятом в экологическом земледелии экономическом пороге вредоносности (ЭПВ) 5 %. Результаты испытаний ПЭУ-3 менее определены и будут рассмотрены ниже.

При этом необходимо учесть, что в предшествовавшем нашим исследованиям 2006 г. при 5 обработках фосфорорганическими инсектицидами широкого спектра действия поврежденность съемных плодов яблонной плодовой гнилью в данном коллекционном яблоневом саду составляла 62.5 % (рис. 4). На следующий, 2007 г., реализация биотехнологической схемы ПЭУ-5 (т. е. состоящей из 5 обработок экопрепаратами) позволила снизить поврежденность съемных плодов до 1.2 % (рис. 4). В результате этого эксперимента впервые была доказана высокая техническая эффективность ПЭУ, сформированной только из экопрепаратов (Сугоняев и др., 2008).



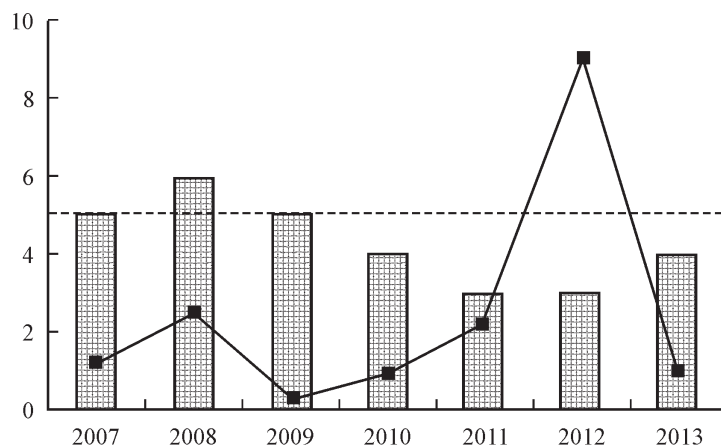


Рис. 3. Результаты разработки и испытаний биотехнологических схем ПЭУ в подавлении вредоносной деятельности яблонной плодожорки в экологическом яблоневом саду в 2007—2013 гг. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — годы, по оси ординат: график — процент поврежденности съемных плодов гусеницами яблонной плодожорки; гистограмма — количество обработок эконепаратами. Горизонтальная пунктирная линия — экономический порог вредоносности яблонной плодожорки. Урожайность по годам, т/га (сорт Либерти): 2007 — 14.9; 2008 — 12.0; 2009 — 10.1; 2010 — 16.8; 2011 — 18.0; 2012 — 17.9; 2013 — 18.1.

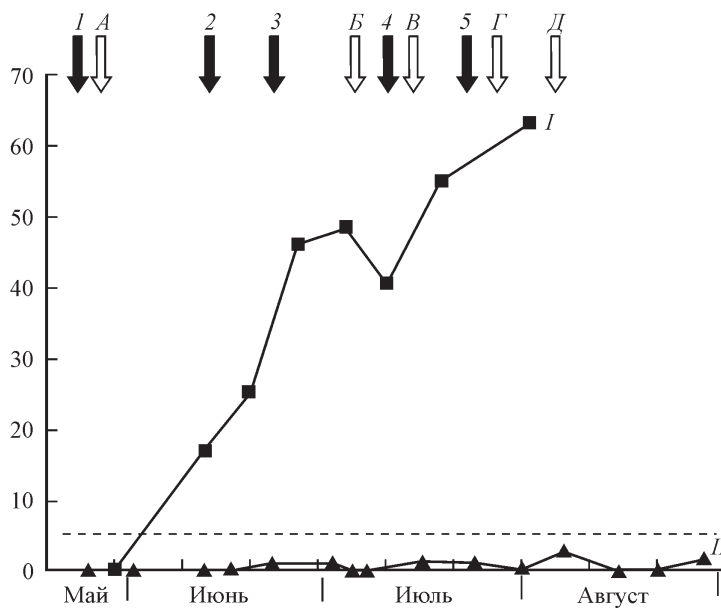


Рис. 4. Динамика поврежденности плодов яблонной плодожоркой в коллекционном яблоневом саду учхоза «Кубань» в 2005—2007 гг.

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат: процент поврежденности съемных плодов гусеницами яблонной плодожорки: I — при реализации «системы мероприятий» в 2006 г. (темные стрелки: 1 — карбофос, 2 — актелик, 3 — золон, 4 — золон, 5 — рогор); II — при реализации ПЭУ-5 в 2007 г. (светлые стрелки: А — инсексар + матч (половинные дозировки), Б — матч, В — фитоверм + лепидоцид, Г — фитоверм + лепидоцид, Д — димелин). Горизонтальная пунктирная линия — экономический порог вредоносности яблонной плодожорки.

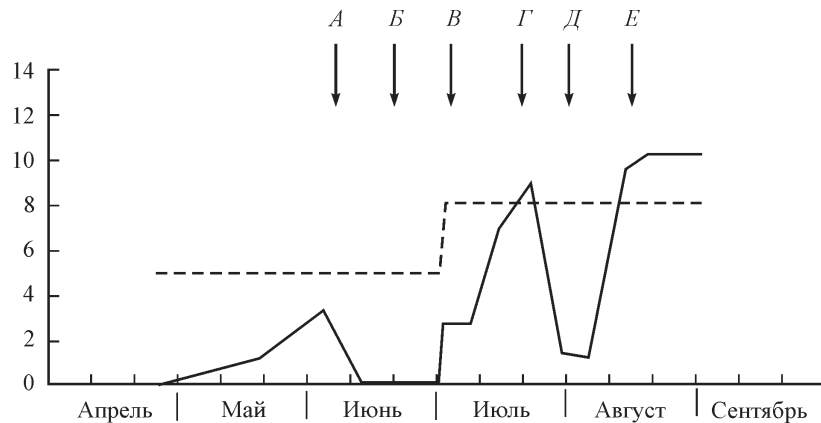


Рис. 5. Динамика лёта бабочек самцов яблонной плодовой жорки (ловушка/неделя) в экологическом саду в 2008 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — динамика вылова самцов (среднее число особей на ловушку за неделю). Стрелки — обработки экопрепаратами: А — фитоверм + лепидоцид, Б — фитоверм + лепидоцид, В и Г — инсегар + матч (половинные дозировки), Д — фитоверм + адмирал, Е — димилин. Горизонтальные пунктирные линии — двухуровневый скользящий экономический порог вредоносности.

Результаты испытаний биотехнологических схем ПЭУ в 2007—2013 гг. представлены на рис. 3. Апробированная в 2007 г. ПЭУ-5 имела целью подавление яблонной плодовой жорки и вредителей второго плана — зеленой яблонной тли (*Aphis pomi*) и розанной цикадки (*Typhlocyba rosae*) — и включала следующие баковые смеси и отдельные экопрепараты: 1-я обработка — инсегар в комбинации с матчем (половинные дозировки), 2-я — матч, 3-я — фитоверм в комбинации с лепидоцидом, 4-я — фитоверм в комбинации с лепидоцидом, 5-я — димилин. Поврежденность плодов яблонной плодовой жоркой в течение сезона колебалась в пределах 0—3 %, средняя поврежденность съёмных плодов составила 1.2 % (рис. 3), т. е. техническая эффективность оказалась достаточно высокой.

В 2008 г. с холодными маем и июнем (средние температуры +15.9 и +20.6 °С соответственно) лёт самцов перезимовавшей генерации яблонной плодовой жорки не превышал в среднем 4 экз. на одну ловушку в неделю, что ниже принятого нами двухуровневого скользящего экономического порога вредоносности (ДСЭПВ) (рис. 5). Это послужило основанием для экспериментальной проверки степени допустимого риска в данной ситуации, а именно замены биорегуляторов биоинсектицидами в биотехнологической схеме ПЭУ-5 в двух первых обработках. Объекты подавления — яблонная плодовая жорка, калифорнийская щитовка и розанная цикадка: 1-я обработка — фитоверм в баковой смеси с лепидоцидом, 2-я — фитоверм в сочетании с лепидоцидом, 3-я — инсегар в смеси с матчем (половинные дозировки), 4-я — фитоверм в сочетании с адмиралом, 5-я — димилин.

Замена биорегуляторов в первых двух обработках на биоинсектициды оказалась технически неэффективной — поврежденность растущих плодов гусеницами яблонной плодовой жорки 1-го летнего поколения достигла 10.0 %. Это потребовало дополнительных двух обработок инсегаром в сочетании с матчем (половинные дозировки) вместо запланированной одной (рис. 5). В результате произошло снижение динамики поврежденности плодов до 0—3 %, а также числа гусениц в ловчих поясах на штамбах деревьев в среднем с 4 гусениц 1-й генерации на 1 пояс до 0.2 гусеницы на пояс во 2-й генерации, т. е. управление популяцией яблонной плодовой жорки было восстановлено, но при увеличении числа обработок до 6 в сезоне (рис. 3). Средняя по-

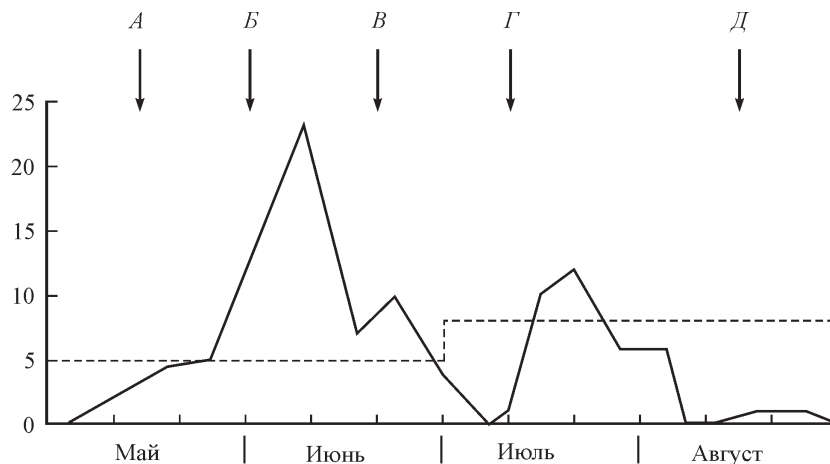


Рис. 6. Динамика лёта бабочек самцов яблонной плодовой (ловушка/неделя) в экологическом яблоневом саду в 2009 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — динамика вылова самцов (среднее число особей на ловушку за неделю). Стрелки — обработки экопрепаратами: А — инсегар + матч (половинные дозировки) + лепидоцид, В — инсегар + матч (половинные дозировки) + лепидоцид + бацикол, В — матч + лепидоцид (половинная дозировка), Г — инсегар, Д — димелин. Горизонтальные пунктирные линии — двухуровневый скользящий экономический порог вредоносности.

врежденность яблонной плодовой съёмных плодов составила 2.5 % (рис. 3), что означает удовлетворительную техническую эффективность.

Вместе с тем низкая численность отловленных ловушками самцов перезимовавшей генерации яблонной плодовой (рис. 5) не соответствовала значительной поврежденности плодов гусеницами 1-й летней генерации, что подтверждает мнение об отсутствии достоверной корреляции между двумя упомянутыми показателями (Trarman et al., 2008).

Биотехнологическая схема ПЭУ-5 в 2009 г. формировалась с учетом результатов предыдущего эксперимента в условиях более благоприятных температур мая—июня (средняя температура +16.2 и +23.7 °С) и активного лёта бабочек-самцов — их количество в ловушках заметно превысило ДСЭПВ (рис. 6) — и была ориентирована на подавление яблонной плодовой, непарного шелкопряда (*Ocneria dispar*), жуков казарки (*Rhynchites bacchus*) и садового листоеда (*Luperus xanthopoda*). Схема включала применение баковых смесей и отдельных препаратов: 1-я обработка — инсегар в баковой смеси с матчем (половинные дозировки) и лепидоцидом; 2-я — инсегар в баковой смеси с матчем (половинные дозировки), лепидоцидом и бациколом; 3-я — матч в баковой смеси с лепидоцидом (половинная дозировка); 4-я — инсегар; 5-я — димелин.

Поврежденность плодов яблонной плодовой в течение сезона колебалась в пределах 0—2 %, поврежденность съёмных плодов составила 0.3 % (рис. 3), что говорит о высокой технической эффективности данной биотехнологической схемы ПЭУ-5.

С целью проверки эффективности сокращенного варианта ПЭУ, предполагавшего интенсификацию деятельности зоофагов в программе защиты, в 2010 г. реализована биотехнологическая схема ПЭУ-4 для подавления яблонной плодовой, казарки, садового листоеда, зеленой яблонной тли, калифорнийской щитовки и розанной цикадки с помощью следующих баковых смесей: 1-я обработка — инсегар в баковой смеси с димелином (половинные дозировки), лепидоцидом и бациколом; 2-я — инсегар в баковой смеси с матчем (половинные дозировки), лепидоцидом, фитовермом и адмиралом (половинная дозировка); 3-я — инсегар в баковой смеси с димелином

(половинные дозировки), фитовермом и лепидоцидом; 4-я — инсегар в баковой смеси с димилином (половинные дозировки), фитовермом и лепидоцидом. Поврежденность плодов яблонной плодовой жоркой в течение сезона колебалась в пределах 0—2.5 %, поврежденность съёмных плодов составила 0.9 % (рис. 2), т. е. техническая эффективность ПЭУ-4 оказалась высокой.

Развивая тенденцию к сокращению количества обработок экопрепаратами в биотехнологических схемах ПЭУ, в 2011 г. мы испытали схему ПЭУ-3, имевшую целью подавление яблонной плодовой жорки и яблонного пилильщика (*Hoplocampa testudinea*) и включающую баковые смеси следующих экопрепаратов: 1-я обработка — инсегар в сочетании с димилином (половинные дозировки), фитовермом, лепидоцидом и бациколом; 2-я — инсегар в сочетании с матчем (половинные дозировки), фитовермом и лепидоцидом (половинная дозировка); 3-я — инсегар в сочетании с матчем (половинные дозировки) и лепидоцидом. Поврежденность плодов яблонной плодовой жоркой в течение сезона колебалась в несколько более широких пределах 0—5 %, съёмных плодов — составляла 2.2 % (рис. 3), т. е. техническая эффективность была удовлетворительной, хотя и наблюдался заметный рост числа поврежденных плодов.

В связи с этим целесообразно более подробно рассмотреть результаты испытания ПЭУ-3. Необычность данной биотехнологической схемы заключается в значительных промежутках времени между обработками экопрепаратами — 35—50 дней, что создает два фактора, снижающих эффективность схемы: первый — возможность ослабления к концу перерывов между обработками защитного действия биорегуляторов, нанесенных на поверхность растений; второй — ускользание от воздействия биорегуляторов части бабочек и гусениц яблонной плодовой жорки и возможность притока особей из ближайших садов. Как показали контрольные феромонные ловушки, установленные по периметру экологического сада на расстояниях около 200 м от границ последнего и ориентированные по сторонам света, наибольшее количество иммигрантов наблюдалось в северо-западном секторе, где число отловленных за неделю одной ловушкой бабочек колебалось от 7 до 40.

Наблюдения в 2011 г. за динамикой численности гусениц и куколок яблонной плодовой жорки в 10 ловчих поясах, установленных на штамбах деревьев в экологическом саду учхоза «Кубань», показали, что в варианте ПЭУ-3 число гусениц в поясах на 13 сентября составило 46 (Сугоняев и др., 2013). Таким образом, на 1 пояс приходилось 4.6 особи зимующих гусениц, что в 2 раза превышало предполагаемый ЭПВ.

Весьма вероятно, что биотехнологическая схема ПЭУ-3, несмотря на способность обеспечить удовлетворительную защиту урожая от атаки яблонной плодовой жорки в текущем году, создает предпосылки для роста ее численности и, следовательно, роста потенциальной вредоносности вида в следующем году. Для проверки этого в 2012 г. в экологическом яблоневом саду была повторена биотехнологическая схема ПЭУ-3. Лёт самцов перезимовавшей генерации яблонной плодовой жорки изначально превысил ДСЭПВ (рис. 7), что стало следствием значительной численности зимовавших гусениц. В данной ситуации техническая эффективность ПЭУ-3 оказалась недостаточной для предотвращения роста вредоносной деятельности плодовой жорки — количество поврежденных ею плодов постепенно увеличивалось, достигнув к моменту их съёма 9.0 % (рис. 8). Вывод — ПЭУ-3 должна быть либо отвергнута, либо использована как временная мера с целью защиты урожая с минимальной затратой средств в текущем году, но с условием обязательного возврата к ПЭУ-4 (в критических случаях — к ПЭУ-5) на будущий год.

В 2013 г. при возвращении к реализации биотехнологической схемы ПЭУ-4 в экологическом яблоневом саду наблюдалась следующая картина. Ранний интенсивный лёт бабочек перезимовавшей генерации достиг макси-

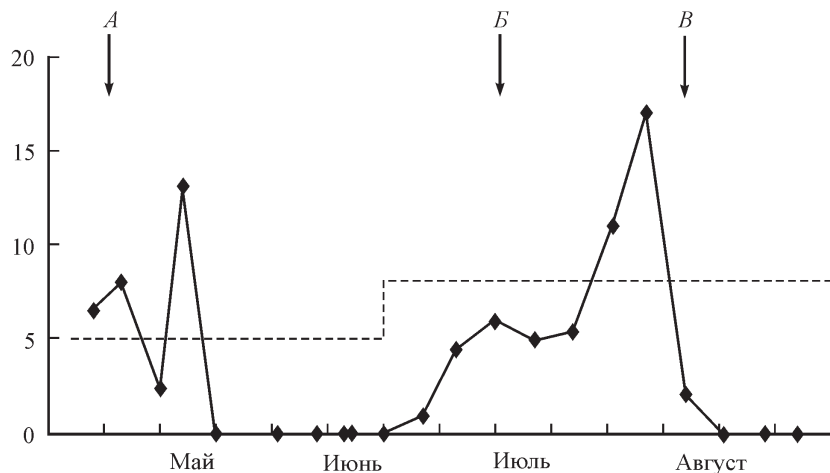


Рис. 7. Динамика лёта бабочек самцов яблонной плодовой моли в экологическом яблоневом саду в 2012 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — динамика вылова самцов (среднее число особей на ловушку за неделю). Стрелки — обработки экопрепаратами: А — инсегар + димелин (половинные дозировки) + фитоверм + лепидодид + бацикол, В — инсегар + матч (половинные дозировки) + фитоверм + лепидодид (половинная дозировка), В — инсегар + матч (половинные дозировки) + лепидодид. Горизонтальные пунктирные линии — двухуровневый скользящий экономический порог вредоносности.

мума в середине мая, далее постоянно снижаясь (рис. 9). Поврежденность плодов в течение сезона колебалась в пределах 0—3 %, поврежденность съёмных плодов составляла 1 %, т. е. ПЭУ-4 вновь продемонстрировала высокую техническую эффективность (рис. 10). Однако необходимо заметить, что интенсивность атаки яблонной плодовой моли в 2013 г. в целом была пониженной — поврежденность плодов на контрольных деревьях в конце сезона составила 9.8 %, т. е. была существенно более низкой, чем в предыдущие годы (см. ниже). В итоге мы выделяем ПЭУ-4 в качестве оптимальной с точки зрения как защиты урожая, так и экономической целесообразности.

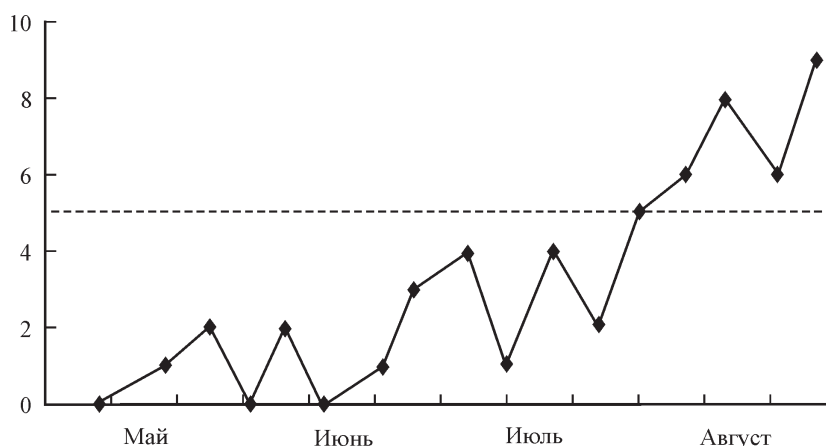


Рис. 8. Динамика поврежденности плодов яблонной плодовой моли в органическом яблоневом саду в 2012 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — процент поврежденности плодов гусеницами яблонной плодовой моли. Горизонтальная пунктирная линия — экономический порог вредоносности яблонной плодовой моли.

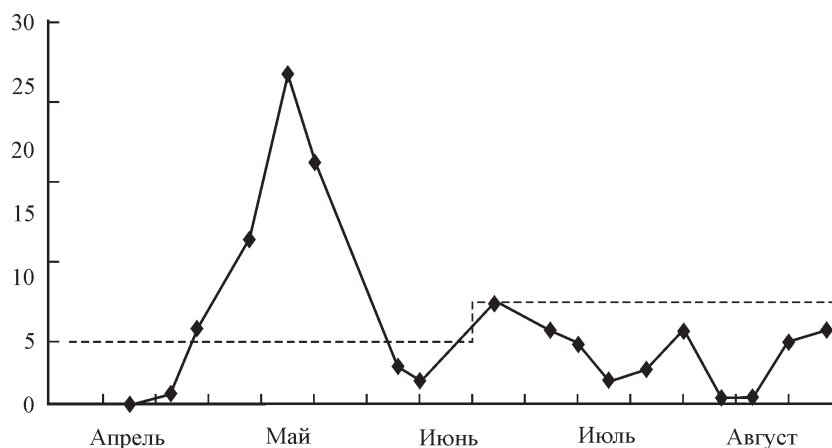


Рис. 9. Динамика лёта бабочек самцов яблонной плодовой жорки в экологическом яблоневом саду в 2013 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — динамика вылова самцов (среднее число особей на ловушку за неделю). Горизонтальные пунктирные линии — двухуровневый скользящий экономический порог вредности.

ности. Сведения о наиболее вероятных датах проведения обработок экопрепаратами во всех биотехнологических схемах ПЭУ и соответствующие дозировки препаратов приведены в «Методических указаниях» (Сугоняев и др., 2013).

Одновременно с нашими наблюдениями в экологическом саду проводился учет поврежденности плодов яблонной плодовой жоркой в контрольной группе яблонь, не подвергавшейся какой-либо обработке и расположенной в непосредственной близости от экологического и органического яблоневых садов. Поврежденность плодов в конце сезона по годам была следующей: 2008 — 28.8 %, 2009 — 25.4 %, 2010 — 42.4 %, 2011 — 83.1 %, в 2012 г. урожай отсутствовал, в 2013 г. — 9.8 %. Это говорит о высокой потенциальной вредности вида в садах учхоза «Кубань» при отсутствии за-

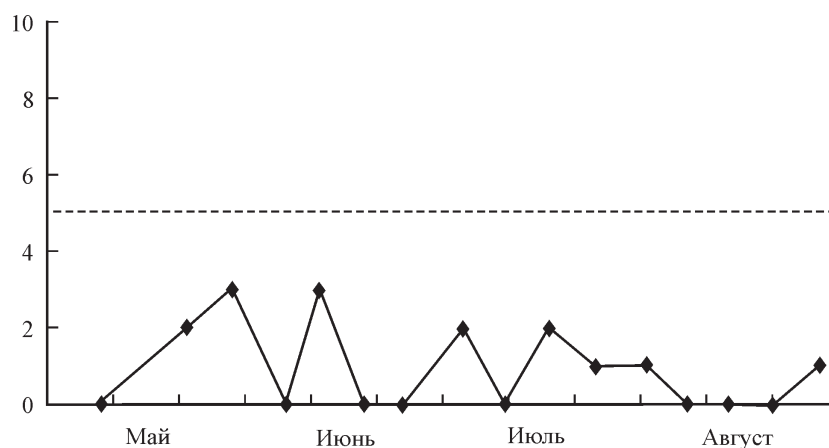


Рис. 10. Динамика поврежденности плодов яблонной плодовой жоркой в органическом яблоневом саду в 2013 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — процент поврежденности плодов гусеницами яблонной плодовой жорки. Горизонтальная пунктирная линия — экономический порог вредности яблонной плодовой жорки.

щитных мероприятий или их неэффективности, что наблюдалось в саду в 2006 г., когда поврежденность плодов яблонной плодовой жоркой достигала 62.5 %.

Из нашего опыта формирования и испытания различных биотехнологических схем ПЭУ следует ряд положений.

1. Принципиально важно, что ПЭУ, сформированные на базе равновекторных селективных экопрепаратов-биорегуляторов и биоинсектицидов, достаточны для управления популяциями яблонной плодовой жорки и вредителями второго плана на уровнях ниже их экономической значимости без применения химических политоксичных пестицидов, которые, как считалось, служат гарантией защиты урожая.

2. Включение экопрепаратов — биорегуляторов роста и развития яблонной плодовой жорки (ювеноида инсегара, ингибитора синтеза хитина матча и др.) в баковые смеси обработок против гусениц и бабочек всех генераций вида **обязательно** независимо от количества отловленных феромонными ловушками самцов бабочек и количеством гусениц в образцах плодов (ввиду отсутствия достоверной корреляции между ними).

3. Защитный потенциал ПЭУ и режим экологического яблонного сада создают предпосылки для формирования ПЭУ с сокращенным количеством обработок экопрепаратами в течение сезона — ПЭУ-4 и ПЭУ-3, из которых оптимальной является ПЭУ-4.

4. Минимальное количество обработок на Северном Кавказе (3) соответствует числу генераций яблонной плодовой жорки в этом регионе — по одной обработке экопрепаратами против каждого поколения; в зонах с двумя и одной генерацией яблонной плодовой жорки минимальное число обработок требует выяснения.

5. В контрольной группе необрабатываемых яблонь в 2008—2013 гг. поврежденность плодов яблонной плодовой жоркой колебалась в конце сезона от 9.8 до 83.1 %, что говорит о значительном вредоносном потенциале вида в пункте исследования.

6. Пятилетние наблюдения за результатами использования указанных комбинаций биорегуляторов в биотехнологических схемах ПЭУ не показали «привыкания» к ним популяций яблонной плодовой жорки в экологическом яблоневом саду.

7. Отсюда следует, что комбинирование экопрепаратов-биорегуляторов различной биологической направленности (ювеноидов, ингибиторов синтеза хитина) в баковой смеси для обработки может быть причиной отсутствия такого «привыкания».

#### СТОИМОСТЬ ОБРАБОТКИ 1 ГЕКТАРА САДА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПЭУ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЯБЛОНЕВОМ САДУ

Стоимость мер по защите урожая плодового сада — основной критерий их **экономической эффективности**. Общепринятые в настоящее время «системы мероприятий», подавляя вид-мишень, не принимают в расчет полезную деятельность естественных врагов в садовой агроэкосистеме, уничтожая их в результате применения высокотоксичных пестицидов широкого спектра действия («по принципу косы»: Бей-Биенко, Сугоняев, 1970). Тем самым из экономики сада исключается ценный биологический ресурс, обеспечивающий низкий уровень численности и отсутствие вредоносности растительноядных клещей, минирующих молей, калифорнийской щитовки. Как отмечалось выше, уничтожение естественных врагов потенциальных вредителей создает благоприятные условия для повышения их вредоносно-

сти. Неминуемое увеличение количества обработок химическими пестицидами в этом случае подрывает экономическую базу плодоводства — повышает себестоимость продукции и снижает общую рентабельность.

Каково же положение на рынке пестицидов и в практике защиты яблоневого сада в Российской Федерации (РФ)?

При исходно высокой стоимости экопрепаратов, производимых зарубежными фирмами (Сингента, Кромптон, Сумимото кемикал) и импортируемых в РФ, — инсегара, димилина, матча, адмирала, — а также ряда отечественных экопрепаратов — фитоверма, агровертина, — отрицательной тенденцией является непрерывный рост их цен. По нашим подсчетам, сделанным на основании прайс-листов отечественных компаний (Агротек, Собер, Агриплант, Алсико), стоимость указанных базовых экопрепаратов (1 кг, л) с 2007 по 2011 г. увеличилась следующим образом: инсегар — на 650 руб., димилин — на 90, матч — на 332, фитоверм — на 330 руб. В то же время стоимость политоксичного инсектицида золон, взятого в качестве эталона, увеличилась за указанный срок на 50 руб. Очевидно, что в РФ для производителей плодовой продукции с обычной хронической нехваткой средств и без государственных субсидий, стимулирующих его к покупке и применению экологически малоопасных средств, предпочтительной может показаться не ПЭУ, а «стандартная система мероприятий», как более «дешевая». То, что в перспективе раскручивание «пестицидной мельницы» может привести хозяйство к коллапсу, или пестицидному синдрому (Doutt, Smith, 1971), в расчет не принимается.

В Краснодарском крае при «стандартной системе защиты сада», т. е. для проведения обработок инсектицидами, акарицидами и фунгицидами в 2011 г. в большинстве хозяйств необходимо было вложить 28—30 тыс. руб. на 1 га, а в «специализированных хозяйствах» эта сумма достигала 48—50 тыс. руб. на 1 га (Тараненко, 2011).

К сожалению, в цитируемых материалах не указывается общее число обработок пестицидами в хозяйствах, однако авторам известно, что в «стандартных» яблоневых садах оно достигает 12—14 за сезон, а в «специализированных» может превышать 20. Наш многолетний опыт показывает, что подобному росту затрат на защиту урожая яблоневого сада есть альтернатива — биотехнологические схемы ПЭУ, избирательно поражающие вид-мишень при сохранении полезных естественных врагов, т. е. реализующие «принцип шпаги» (Бей-Биенко, Сугоняев, 1970). Тем самым обеспечивается функционирование в садовой агроэкосистеме местных энтомофагов, повышающее общую устойчивость ее к проявлению вредоносности фитофагов, что ведет к сокращению затрат материальных средств на защиту урожая.

При расчетах стоимости обработок 1 га сада в различных вариантах ПЭУ (без учета стоимости фунгицидов) использованы цены на экопрепараты в доступных нам каталогах 2009—2011 гг.:

- 1) ПЭУ-5 — 16 584 руб./га;
- 2) ПЭУ-4 — 14 622 руб./га;
- 3) ПЭУ-3 — 11 721 руб./га.

При сравнении затрат на обработку пестицидами 1 га сада при «стандартной системе защиты сада» и ПЭУ мы обнаруживаем, что стоимость ПЭУ-5 примерно в 1.5 раза меньше стоимости «стандартной системы защиты сада», ПЭУ-4 — в 2 раза, а ПЭУ-3 — почти в 2.5 раза, что является важным аргументом в пользу ПЭУ. Таким образом, высокие цены на биорегуляторы и биопестициды компенсируются благодаря ограниченному (5) или сокращенному (4) числу обработок в биотехнологических схемах ПЭУ. Демонстрация преимуществ биотехнологических схем ПЭУ с ориентацией на использование биологического ресурса — деятельности естественных врагов,



снижающих численность потенциально вредных членистоногих и соответственно затрат на защиту урожая в экологическом яблоневом саду на юге России, представляет собой ответ фундаментальной науки на известную косность официальных сельскохозяйственных, в том числе научных, организаций, делающих ставку на «стандартную систему защиты», т. е. интенсивное использование высокотоксичных пестицидов широкого спектра действия, не имеющее перспективы.

#### ЧИСТОТА ПОЛУЧАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Существенное сокращение токсической нагрузки на агроэкосистему экологического яблоневое сада вследствие замены высокотоксичных химических пестицидов на экопрепараты биологической природы, с одной стороны, и ограниченное (5) либо сокращенное (4) количество обработок в биотехнологических схемах ПЭУ в течение сезона, с другой, определяют уровень чистоты получаемой продукции. Химический анализ плодов сорта Флорина из экологического сада в 2010 г. показал (табл. 2), что содержание в них токсичных веществ на порядок ниже допустимых норм, что позволяет отнести их к классу экологически чистых плодов.

В 2013 г. повторный, более точный химический анализ плодов сорта Либерти, близкого по свойствам к сорту Флорина, из экологического яблоневое сада учхоза «Кубань» (табл. 3) подтвердил результаты анализа плодов из этого же сада в 2010 г. Одновременно он показал, что со временем содержание вредных веществ в плодах из экологических садов продолжает снижаться: в 4 случаях следы вредных веществ не были обнаружены, тогда как в 2010 г. они присутствовали (табл. 2). В яблоках же сорта Гала местного происхождения (совхоз «Агроном»), приобретенных в торговой сети, химические загрязнители были представлены шире и в больших количествах (табл. 4).

Таблица 2

Анализ плодов яблонь сорта Флорина (экологический сад) испытательной токсикологической лабораторией Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства, виноградарства и виноделия.  
Протокол испытаний № 132 от 01.12.2010

Определяемые нормативные показатели (содержание)	Нормативный документ на методы испытаний	Допустимые уровни содержания, мг/кг, не более	Результаты испытаний, мг/кг	Погрешность измерений
Свинец	ГОСТ 30118—96	0.4	0.008	± 0.001
Кадмий	ГОСТ 30178—96	0.03	0.003	± 0.001
Ртуть	ГОСТ 26927—86	0.02	<0.001	± 0.0001
Мышьяк	ГОСТ 26938—86	0.02	<0.001	± 0.0001
ГХЦГ (изомеры)	ГОСТ 30349—96	0.05	<0.001	± 0.001
ДДТ (метаболиты)	ГОСТ 30349—96	0.1	0.002	± 0.001
Купросат	ГОСТ 26931—86	5.0	1.69	± 0.004

Таблица 3

Анализ плодов сорта Либерти (экологический сад) испытательной токсикологической лабораторией Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства, виноградарства и виноделия. Протокол испытаний № 123 от 26.09.2013 г.

Определяемые нормативные показатели (содержание)	Нормативный документ на методы испытаний	Допустимые уровни содержания, мг/кг, не более	Результаты испытаний, мг/кг	Погрешность измерений
Свинец	ГОСТ 30118—96	0.4	0.009	± 0.001
Кадмий	ГОСТ 30178—96	0.03	0.002	± 0.001
Ртуть	ГОСТ 26927—86	0.02	Не обнаружен	
Мышьяк	ГОСТ 26938—86	0.2	То же	
Медь	ГОСТ 26927—86	5.0	2.06	± 0.005
ГХЦГ (изомеры)	Методические указания 1541-76	0.05	Не обнаружен	
ДДТ (метаболиты)	Методические указания 6129-91	0.1	<0.001	± 0.0001
БИ-58 новый	Методические указания по определению малых количеств пестицидов в продуктах питания, т. 1—2, 1992 г.	0.02	Не обнаружен	

Таблица 4

Анализ плодов сорта Гала (агрофирма «Агроном», приобретены в торговой сети) испытательной токсикологической лабораторией Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства, виноградарства и виноделия. Протокол испытаний № 124 от 26.09.2013 г.

Определяемые нормативные показатели (содержание)	Нормативный документ на методы испытаний	Допустимые уровни содержания, мг/кг, не более	Результаты испытаний, мг/кг	Погрешность измерений
Свинец	ГОСТ 30118—96	0.4	0.023	± 0.003
Кадмий	ГОСТ 30178—96	0.03	0.007	± 0.001
Ртуть	ГОСТ 26927—86	0.02	<0.001	± 0.0001
Мышьяк	ГОСТ 26938—86	0.2	0.003	± 0.001
Медь	ГОСТ 26927—86	5.0	3.25	± 0.003
ГХЦГ (изомеры)	Методические указания 1541-76	0.05	<0.001	± 0.0001
ДДТ (метаболиты)	Методические указания 6129-91	0.1	0.004	± 0.001
БИ-58 новый	Методические указания по определению малых количеств пестицидов в продуктах питания, т. 1—2, 1992 г.	0.02	0.01	± 0.008
Хорус	То же	0.4	0.17	± 0.003
Топсин М	« «	0.5	0.13	± 0.002
Комфорт	« «	0.05	0.02	± 0.005

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ПЭУ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО  
ЯБЛОНЕВОГО САДА

Регламент органического сада позволяет использовать в ПЭУ лишь очень небольшой набор инструментов, что особенно касается биорегуляторов. Как выяснилось в процессе нашего исследования, базовым экопрепаратом может служить вирусный биоинсектицид **фермовирин** германского производства, небольшая партия которого была получена ВНИИБЗР для проведения испытаний. Дозировка — 2 стандартных капсулы в баковой смеси для обработки 1 га.

В результате полевых экспериментов в органическом яблоневом саду учхоза «Кубань» с различными комбинациями экопрепаратов в биотехнологических схемах ПЭУ в 2007—2013 гг. удалось сократить как количество обработок (с 8 до 4), так и общую поврежденность яблонной плодояркой съемных плодов в 2010 г. до уровня ниже ЭПВ (рис. 11) (Дорошенко и др., 2011; Сугоняев и др., 2011а). Была применена сокращенная биотехнологическая схема ПЭУ-4 (условно) с трехкратной установкой диспенсеров с половым феромоном самок яблонной плодоярки для дезориентации самцов. Диспенсеры (всего 160) с резиновой петлей подвешивались в саду на ветке каждого дерева. Помимо яблонной плодоярки ПЭУ-4 была направлена также на подавление казарки и розанной цикадки: 1-я обработка — фермовирин в баковой смеси с лепидоцидом и бациколом + установка диспенсеров против самцов перезимовавшей генерации; 2-я — фермовирин в баковой смеси с лепидоцидом; 3-я — фермовирин в баковой смеси с лепидоцидом + установка диспенсеров против самцов 1-й летней генерации; 4-я — фермовирин в баковой смеси с лепидоцидом и фитовермом (половинная до-

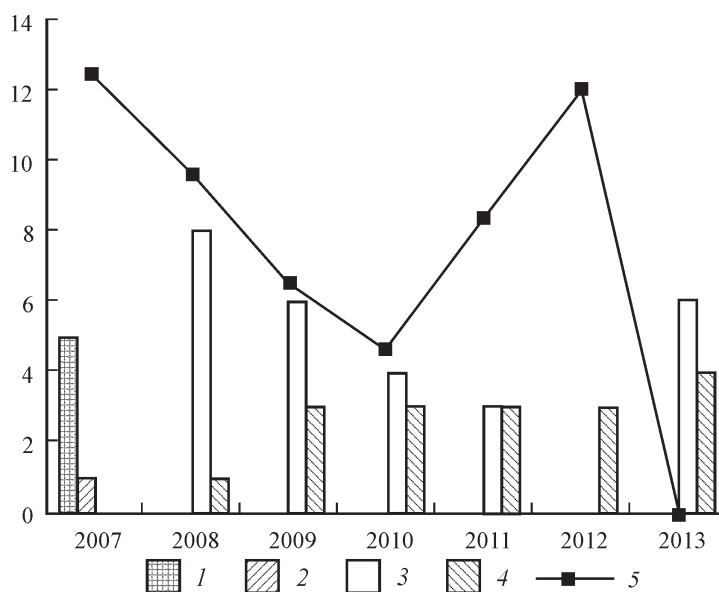


Рис. 11. Результаты разработки и испытания ПЭУ (в комбинации с установкой диспенсеров) в органическом яблоневом саду в 2007—2013 гг. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — годы; по оси ординат: гистограммы 1—4 — количество обработок экопрепаратами и приемов (1 — фитоверм + лепидоцид, 2 — установка 100 ловушек/га с феромоном ЯП для создания самцового вакуума, 3 — обработка фермовирином — вирусом гранулеза ЯП + лепидоцид, 4 — установка диспенсеров с феромоном ЯП на каждое дерево для предотвращения половой коммуникации ЯП); график 5 — процент поврежденности плодов гусеницами яблонной плодоярки. Горизонтальная пунктирная линия — экономический порог вредоносности яблонной плодоярки. Урожайность по годам, т/га (сорт Либерти): 2007 — 8.9; 2008 — 23.2; 2009 — 18.0; 2010 — 24.4; 2011 — 19.0, 2012 — 25.0; 2013 — 20.1.

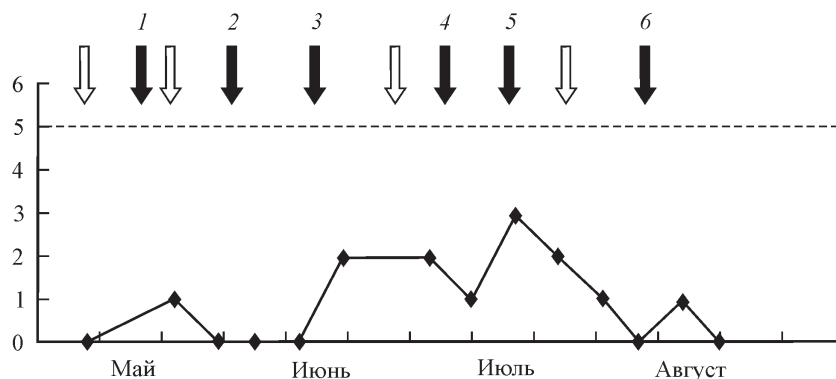


Рис. 12. Динамика поврежденности плодов яблонной плодовой жоржкой в результате испытания ПЭУ-6 (условно) с 4-кратной установкой диспенсеров в органическом яблоневом саду в 2013 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — процент поврежденности плодов гусеницами яблонной плодовой жоржки. Темные стрелки — сроки проведения обработок ПЭУ-6 (1, 2 и 3 — фермовирин + битоксибациллин; 4, 5 и 6 — фермовирин + битоксибациллин + лепидоцид); светлые стрелки — сроки установки диспенсеров. Горизонтальная пунктирная линия — экономический порог вредоносности яблонной плодовой жоржки.

зировка) + установка диспенсеров против бабочек самцов 2-й летней генерации (рис. 11).

Динамика поврежденности растущих плодов яблонной плодовой жоржкой в значительной степени напоминала наблюдавшуюся и в предшествующие сезоны: отсутствие или низкая поврежденность плодов в мае—июне и постепенное увеличение поврежденности в июле с максимумами в середине—второй половине августа (рис. 14). Однако в 2010 г. в результате реализации ПЭУ-4 поврежденность созревающих плодов в середине августа не превышала ЭПВ и составила 4,6 % (рис. 11), включая плоды с остановленным развитием, т. е. гибелью, внедрившихся гусениц. Без учета последних поврежденность съемных плодов сокращается до 2,2 %, что свидетельствует об удовлетворительной технической эффективности ПЭУ-4 (рис. 11).

Апробация ПЭУ-3 с тремя обработками фермовирином в комбинации с другими экопрепаратами и трехкратной установкой диспенсеров в течение сезона 2011 г. показала ее недостаточную техническую эффективность — поврежденность съемных плодов яблонной плодовой жоржкой достигла 8,1 % (рис. 11). В 2012 г. вследствие потери фермовирином вирулентности, по-видимому, из-за длительного хранения (2 года), эксперимент с реализацией ПЭУ-4 признан несостоявшимся. Одновременно, несмотря на другие мероприятия в саду (обработка лепидоцидом, установка диспенсеров), начался заметный рост вредоносности яблонной плодовой жоржки — поврежденность съемных плодов увеличилась до 12 % (рис. 11).

С учетом этого обстоятельства в 2013 г. был испытан усиленный вариант ПЭУ, состоявший из 6 обработок доброкачественным фермовирином в комбинации с битоксибациллином и лепидоцидом и 4 установок (навешиваний) диспенсеров для дезориентации самцов яблонной плодовой жоржки, т. е. ПЭУ-6 (условно) (рис. 12). Данная биотехнологическая схема позволила поддерживать поврежденность плодов яблонной плодовой жоржкой в диапазоне 0—3 % в течение сезона и снизить поврежденность съемных плодов до 0 (рис. 11, 12), т. е. продемонстрировала высокую техническую эффективность.

Наши данные показывают, что ПЭУ-4 и ПЭУ-6 могут быть рекомендованы для органического яблоневого сада на юге России в сочетании с бактериальными препаратами. Другой вывод из полученных результатов — комбинация обработок фермовирином в количестве не менее 4 за сезон (ПЭУ-4) с

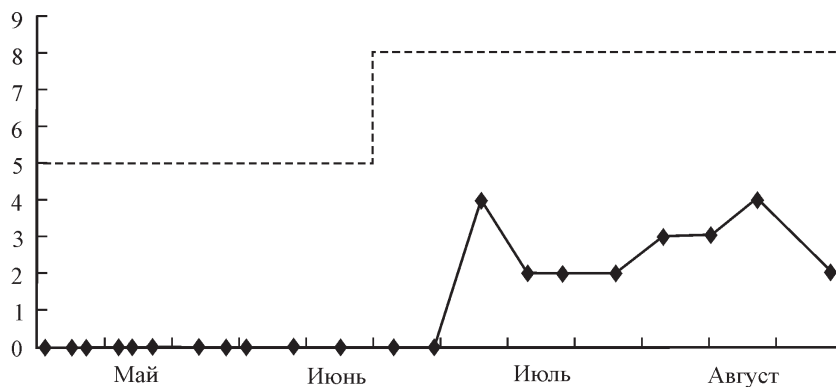


Рис. 13. Динамика лёта бабочек самцов яблонной плодовой моли в органическом яблоневом саду в 2010 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — динамика вылова самцов (среднее число особей на ловушку за неделю). Горизонтальные пунктирные линии — двухуровневый скользящий экономический порог вредности.

трехкратной установкой на деревья диспенсеров с половым феромоном яблонной плодовой моли обязательна — нарушение этого принципа угрожает снижением технической эффективности защиты урожая. Что же касается экологической эффективности ПЭУ-4, то в органическом саду она наиболее высокая, что выражается в максимальном значении зарегистрированного здесь индекса  $d$  (см. рис. 1, 2). Активность зоофагов поддерживает в саду постоянно низкой численность растительноядных клещей (Сугоняев и др., 2010в), зеленой яблонной тли [при условии предотвращения проникновения в кроны деревьев серого садового муравья (*Formica cinerea*) (Сугоняев, Балахнина, 2009)], грушевого клопа (*Stephanitis pyri*), калифорнийской щитовки, казарки и других вредителей второго плана — тенденция, заслуживающая развития. Особенности яблонной плодовой моли здесь являются ее численность и вредность — низкие в первой половине сезона, они начинают увеличиваться во второй (рис. 13, 14). Повторяемость данной динамики в течение 6 сезонов, по-видимому, обусловлена иммиграцией из садов,

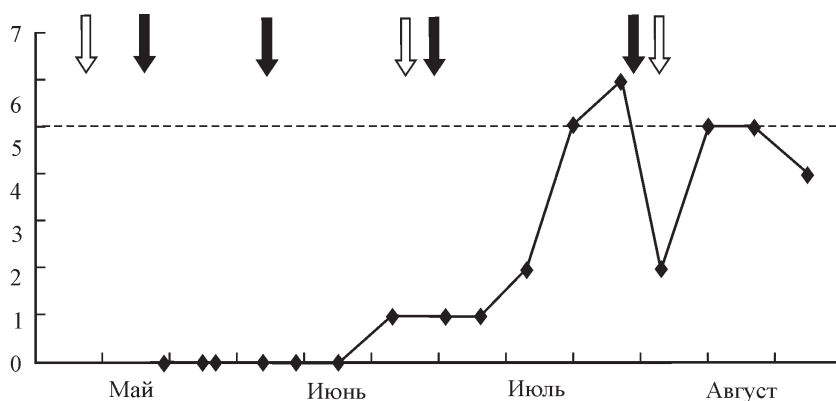


Рис. 14. Динамика поврежденности плодов яблонной плодовой моли в органическом яблоневом саду в 2010 г. Учхоз «Кубань».

По оси абсцисс — месяцы, по оси ординат — процент поврежденности плодов гусеницами яблонной плодовой моли. Темные стрелки — сроки проведения обработок ПЭУ-4; светлые стрелки — сроки установки 160 диспенсеров. Горизонтальная пунктирная линия — экономический порог вредности яблонной плодовой моли.

Таблица 5

Анализ плодов сорта Либерти (органический сад) испытательной токсикологической лабораторией Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства, виноградарства и виноделия. Протокол испытаний № 125 от 26.09.2013 г.

Определяемые нормативные показатели (содержание)	Нормативный документ на методы испытаний	Допустимые уровни содержания, мг/кг, не более	Результаты испытаний, мг/кг	Погрешность измерений
Свинец	ГОСТ 30118—96	0.4	0.005	± 0.001
Кадмий	ГОСТ 30178—96	0.03	Не обнаружен	
Ртуть	ГОСТ 26927—86	0.02	То же	± 0.002
Мышьяк	ГОСТ 26938—86	0.2	« «	
Медь	ГОСТ 26927—86	5.0	1.84	
ГХЦГ (изомеры)	Методические указания 1541-76	0.05	Не обнаружен	
ДДТ (метаболиты)	Методические указания 6129-91	0.1	<0.001	
БИ-58 новый	Методические указания по определению малых количеств пестицидов в продуктах питания, т. 1—2, 1992 г.	0.02	Не обнаружен	

расположенных к северо-западу от учхоза «Кубань», бабочек вредителя, отловленных феромонными ловушками, что требует проведения специального исследования с использованием и светоловушек в 2014—2015 гг., т. е. отлова как самцов, так и самок. Вероятно, данное обстоятельство обуславливает увеличение вредоносности яблонной плодовой мушки, несмотря на высокий индекс *d* в органическом саду. Заметим, что численность другого иммигрирующего вида — розанной цикадки — также обнаруживает слабую зависимость от индекса *d*. Этим объясняется включение фитоверма (в половинной дозировке), подавляющего розанную цикадку, в баковую смесь 4-й обработки ПЭУ-4 (условно). Что касается экологической чистоты опытов в органическом саду, то здесь она максимальна — в 5 случаях из 8 следы химических загрязнений в плодах не обнаружены (табл. 5).

**ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ДЛЯ РАЗВИТИЯ  
И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЭУ В ЗАЩИТЕ УРОЖАЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ  
И ОРГАНИЧЕСКОМ ЯБЛОНЕВЫХ САДАХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Несмотря на перечисленные достоинства ПЭУ, вероятно, определяющим фактором при выборе и применении садоводом-производителем ПЭУ либо общепринятой «системы мероприятий» окажется отсутствие в РФ законодательно закрепленной позиции государства в отношении использования производителем более дорогих, но экологически малоопасных и одновременно эффективных экопрепаратов, позволяющих существенно ограничить количество обработок, получать экологически чистую продукцию и значительно снизить уровень токсического загрязнения окружающей среды. Между тем

в странах Европейского союза подобное законодательство создает благоприятные условия для развития экологического земледелия, в частности садоводства. При этом немалое значение имеют заметно более высокие цены на экологически чистую продукцию, подтвержденную государственным сертификатом, по сравнению с продукцией, полученной в условиях жесткого пестицидного пресса. Из стран СНГ законодательные акты, направленные на развитие экологического земледелия, осуществлены к настоящему времени только в Молдавии (Волощук, 2010).

#### ВЫВОДЫ

1. Видовое разнообразие и численность полезных видов зоофагов, измеряемые индексом  $d$  Маргалефа, представляют собой базовый биологический ресурс агроэкосистемы, определяющий интенсивность протекающих в ней стабилизационных процессов.

2. Экологическая эффективность защитного мероприятия измеряется уровнем выживаемости видов зоофагов, или индексом  $d$ , после его осуществления в саду или в поле.

3. Общепринятые «системы мероприятий», включая «экологизированные», сформированные из разновекторных препаратов-антагонистов, при высокой технической эффективности уничтожают естественных врагов и тем самым разрушают агроэкосистему яблоневого сада, т. е. являются экологически неэффективными, что ведет к росту числа химических обработок с целью подавления «вспышек возобновления» вредных фитофагов вплоть до потери культурой рентабельности.

4. Программы экологического управления (ПЭУ) вредными и полезными видами, основанные на применении равновекторных экологически малоопасных экопрепаратов-синергистов, успешно подавляют вредную и сохраняют полезную фауну членистоногих, т. е. обладают высокой технической и экологической эффективностью, обеспечивающей надежную защиту урожая при ограниченном (5) или сокращенном (4) числе обработок.

5. ПЭУ существенно уменьшают токсическую нагрузку на агроэкосистему яблоневого сада, измеряемую степенью экологической опасности — СЭО, способствуя тем самым ее стабилизации и получению экологически чистой продукции.

6. Инновационный характер ПЭУ заключается в отказе от устаревших антиэкологических форм преимущественно химической защиты сада, не имеющих обнадеживающей перспективы, и в переходе на новый стратегический уровень управления популяциями вредных и полезных видов членистоногих, обеспечивающий эффективную защиту урожая плодов, их чистоту и снижение химического загрязнения окружающей среды.

7. Простота реализации ПЭУ в экологическом яблоневом саду и невысокая стоимость проводимых защитных мероприятий — в среднем в 2 раза ниже «стандартной» — являются предпосылками ее практического освоения производителями и широкого распространения как залога подъема производства отечественной экологически чистой яблочной продукции.

8. Разработка ПЭУ-4 с дополнительным использованием метода дезориентации в органическом яблоневом саду с 4 обработками фермовирином в сочетании с другими экопрепаратами и трехкратной установкой в течение сезона диспенсеров с половым феромоном яблонной плодоярки на каждое дерево позволила защитить урожай от основного и других вредных видов фитофагов на уровне ниже ЭПВ, т. е. с удовлетворительной технической эффективностью. В критических случаях эффективно решает задачу защиты урожая ПЭУ-6.

9. ПЭУ как составная часть экологического земледелия нуждается в законодательном оформлении, повышающем ее коммерческую привлекательность и обеспечивающем надежную организационную основу.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность агроному учхоза «Кубань» А. Е. Соколову за техническое обеспечение полевых экспериментов в яблоневых садах, Д. А. Дубовикову (Санкт-Петербургский государственный университет) за определение видов муравьев, Д. Р. Каспаряну (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург; ЗИН) за определение видов наездников-ихневмонид, В. П. Семьянову (ЗИН) за определение видов кокцинеллид и С. Я. Резнику (ЗИН) за помощь при подготовке рукописи статьи и рисунков.

Исследование поддержано грантами Российского фонда фундаментальных исследований № 09-04-2654 и 13-04-120496507 и администрацией Краснодарского края, программами фундаментальных исследований Отделения биологических наук Российской академии наук «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» и «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий». Полевые эксперименты в течение всего периода исследований проводились при финансовой и технической поддержке администраций Кубанского государственного аграрного университета и учебного хозяйства «Кубань» при этом университете, феромоны и фермовирин были предоставлены администрацией Всероссийского НИИ биологической защиты растений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бей-Биенко Г. Я., Сугоняев Е. С. Коса и шпага. Наука раздвигает горизонты // Газета «Правда», 5 августа 1970 г.
- Волощук Л. Ф. Биологическая защита растений — основа успеха в продвижении экологического земледелия в Молдове // Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. Краснодар: ВНИИБЗР, 2010. Вып. 6. С. 38—40.
- Дорошенко Т. Н., Бузоверов А. В., Кондратенко А. Н., Чумаков С. С., Рязанова Л. Г., Сугоняев Е. С. Перспективы развития органического садоводства на юге России // Аграрная наука. 2011. № 7. С. 2—3.
- Дорошенко Т. Н., Бузоверов А. В., Кондратенко А. Н., Чумаков С. С., Яковук В. М., Сугоняев Е. С. Органические сады на юге России. Краснодар: ФГБОУ ВПО КубГАУ, 2012. 142 с.
- Праля И. И. Особенности защиты сада // Земля и жизнь. Краснодар, 2007. № 8 (128). С. 3.
- Рябинская Т. А., Харченко Г. Л. Экологизация защиты яблони от вредных организмов. М.: Росинформатротех, 2006. 188 с.
- Справочник по защите растений / Под ред. Ю. Н. Фадеева. М.: Агропромиздат, 1985. 415 с.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Яковук В. М., Балахнина И. В., Остапенко В. И. Программа чередования инсектицидов: экологический подход // Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. Краснодар: ВНИИБЗР, 2008. Вып. 5. С. 526—530.
- Сугоняев Е. С., Балахнина И. В. Новый прием подавления зеленой яблоневой тли (*Aphis pomi*) путем повышения численности и активизации деятельности афидофагов // Вестн. защ. раст. 2009. № 1. С. 1—6.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Яковук В. М., Балахнина И. В., Шевченко О. С. Принципы формирования программы экологического управле-



- ния популяциями вредных и полезных видов членистоногих (Arthropoda) в агроэкосистеме яблоневого сада на Северном Кавказе // Энтомол. обозр. 2010а. Т. 89, вып. 2. С. 279—294.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Яковук В. М., Балахнина И. В., Шевченко О. С., Васильева Л. А. Апробация программы экологического управления популяциями вредных и полезных видов членистоногих в экосистеме яблоневого сада // Наука Кубани. 2010б. № 2. С. 42—47.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Ниязов О. Д., Яковук В. М., Балахнина И. В., Шевченко О. С., Васильева Л. А. Программа экологического управления популяциями вредных и полезных видов членистоногих (Arthropoda) — новая перспектива в защите яблоневых садов на Северном Кавказе // Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. Краснодар: ВНИИБЗР, 2010в. Вып. 6. С. 76—104.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Яковук В. М., Балахнина И. В., Шевченко О. С. Концепция экологического сада — основа управления популяциями вредных видов и их естественных врагов в агроэкосистеме яблоневого сада на Северо-Западном Кавказе (Arthropoda) // Отчет. науч. сессия ЗИН РАН по итогам работ 2009 г. Тез. докл. СПб., 2010. С. 30—32.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Яковук В. М., Балахнина И. В., Шевченко О. С., Васильева Л. А. Оценка эффективности сокращенного варианта программы экологического управления вредителями и их естественными врагами в экосистемах экологического и органического яблоневых садов // Наука Кубани. 2011а. № 1. С. 36—42.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Яковук В. М., Балахнина И. В., Шевченко О. С., Васильева Л. А. Программа экологического управления популяциями вредных и полезных видов членистоногих и ее апробация в экосистеме яблоневого сада в Краснодарском крае // Информ. бюл. ВПРС МОББ, 42. 2011б. С. 167—171.
- Сугоняев Е. С., Дорошенко Т. Н., Яковук В. М., Балахнина И. В., Шевченко О. С., Васильева Л. А. Экологический метод защиты яблоневого сада от вредных членистоногих на юге России. Методическое руководство. СПб.: Русск. энтомол. общ-во, 2013. 60 с.
- Тараненко Г. Ф. Наливное яблоко без защиты не вырастить // Земля и жизнь ЮФО. 2011. № 5. С. 21.
- Чернышев В. Б. Экологическая защита растений. М.: Изд-во МГУ, 2001. 132 с.
- Чернышев В. Б. Сельскохозяйственная энтомология (экологические основы). Курс лекций. М.: Триумф, 2012. 232 с.
- Doutt P. L., Smith R. F. The pesticide syndrome / Huffaker C. B. (ed.) // Biological Control. New York: Plenum Press, 1971. N 2. P. 3—15.
- Margalef R. Information theory in ecology // Gen. Syst. 1958. 3. P. 36—51.
- Sugonyaev E. S. IPM programs in Commonwealth of Independent States and Russia / Peshin R., Dhawan A. K. (eds) // Integrated Pest Management: Dissemination and Impact. Springer Science + Business Media B. V., 2009. P. 248—260.
- Трапман М., Helgen H., Polfliet M. Development of a dynamic population model as a decision support system for codling moth (*Cydia pomonella*) management // Eco-fruit. Proc. conf. 18—20 Feb., Weinsberg, Germany, 2008. P. 248—260.

Зоологический институт РАН,  
 Санкт-Петербург;  
 e-mail: reznik1952@mail.ru  
 Всероссийский институт  
 биологической защиты растений  
 РАСХН, Краснодар;  
 e-mail: balakhnina@yandex.ru  
 Кубанский государственный  
 аграрный университет, Краснодар.  
 e-mail: labbio5@yandex.ru

Поступила 23 XII 2013.

#### SUMMARY

The species diversity and number of zoophagous arthropods, according to Margalef's  $d$  index (1958), are the main biological resource of agro-ecosystem that supports its stabilization. This resource forms the basis of the ecological pest and its enemy management (EPEM) program, the test of which has demonstrated both high technical and ecological effectiveness, namely the first one — pest control, and the second one — both surviving of useful natural enemies (the index  $d$ ) and decrease of the ecological danger degree in orchards.

The trails of complete and reduced EPEM programs formed from five (EPEM-5), four (EPEM-4) and three (EPEM-3) treatments per season with environment friendly compounds-synergists in the ecological and organic apple-tree orchard agro-ecosystems in the North Caucasus have been realized. The obtained results confirm the tendency to increase orchard protection level with the use of full (6 treatments) and reduced (4 treatments) versions of EPEM that include environmentally friendly compounds (bioregulators — Insegar, Match, Dimillin; biopesticides — Phytoverm<sup>TM</sup>, Farmavirin<sup>TM</sup>, Lepidocide<sup>TM</sup>, etc.), which control codling moth and secondary pests, and also increase the activity of natural enemies. The cost of 1 hectare treatments with EPEM-4 in an ecological apple orchard is on the average half of the treatment cost in an apple orchard with the standard protection system in Krasnodar Territory, North-Western Caucasus.