

ISSN 1815-3682

**ВЕСТНИК
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**
Приложение

**И.Я. Гричанов
Е.И. Овсянникова**

**ФЕРОМОНЫ
ДЛЯ ФИТОСАНИТАРНОГО
МОНИТОРИНГА ВРЕДНЫХ
ЧЕШУЕКРЫЛЫХ**

Санкт-Петербург – Пушкин
2005

PLANT PROTECTION NEWS

Supplement

I.Ya. Grichanov
E.I. Ovsyannikova

PHEROMONES FOR PHYTOSANITARY MONITORING OF LEPIDOPTERA PESTS

St.Petersburg – Pushkin
2005

Abstract

Pheromones for phytosanitary monitoring of Lepidoptera pests. Grichanov I.Ya., Ovsyannikova E.I. – St.Petersburg – Pushkin: VIZR RAAS, 2005. 244 p. (Plant Protection News, Supplement). ISSN 1815-3682.

Ways of practical use of sex pheromones in protection of agricultural crops and a place of technology of synthetic attractants application in the integrated pest management with lepidopteran pests of cotton, spring wheat and orchard as an example are discussed. The hypothesis about development and origin of pheromone systems of Lepidoptera is theoretically proved; laws in structural diversity and functional value of the chemical compounds, which consist in lepidopteran sex pheromones, are described; on the basis of the statistical analysis of similarity and difference of lepidopteran taxa by chemical structure of sex pheromones the priority of field screening in initial researches of pheromones is proved for the present time; methods of field researches of noctuid pheromones, and also technique of optimization of sex attractants structure and of screening new lepidopteran pheromones are developed; the general approaches to application of pheromones in plant protection are concretized for harmful species (with *Helicoverpa armigera*, *Agrotis segetum*, *Apamea anceps* and *Cydia pomonella* as examples); application technologies of lepidopteran pheromones are adapted to existing systems of protection of agricultural crops (with cotton, spring wheat and orchard as examples).

ПРЕДИСЛОВИЕ

Необходимость уменьшения загрязнения окружающей среды пестицидами стимулировала поиск средств, позволяющих сокращать количество химических обработок и заменять их более безопасными для человека и полезных животных и селективными методами борьбы, одним из которых является использование феромонов насекомых. С 1980-х годов изучение феромонов продолжалось во всем мире ускоренными темпами. К 1986 году они были известны примерно для 1000 видов только чешуекрылых (Arn et al., 1986) и для сотен других видов насекомых (Скиркявичус, 1988). В ряде монографий обобщены материалы по этолого-биологическому (Shorey, McKelvey, eds., 1977; Ritter, ed., 1979; Birch, Haynes, 1982; Aoki et al., eds., 1984; Bell, Carde, eds., 1984; Скиркявичус, 1986; Carde, Bell, eds., 1995; и др.) и химико-технологическому обоснованию применения феромонов в экологии и сельском хозяйстве, что дало основание говорить о самостоятельности существования и развития с конца 1950-х годов химической экологии насекомых - науки о феромонах, изучающей биохимические основы регулирования взаимоотношений особей и видов (Шумаков, 1986). Биохимия и молекулярная биология феромонов насекомых до сих пор остаются фундаментальным направлением химической экологии (Blomquist, Vogt, 2003).

В многочисленных обзорах и монографиях сформулированы цели и направления применения феромонов, проанализированы первые результаты их практического использования в защите растений (Roelofs, ed., 1979; Mitchell, ed., 1981; Nordlund et al., eds., 1981; Kidonius, Beroza, eds., 1982 in 2 vol.; Буров, Сазонов, 1988; Arn, Bues, eds., 1989; Witzgall & El-Sayed, 1999; Witzgall, 2001; Witzgall et al., 2002).

Вместе с тем, пути практического использования феромонов совок и ряда других чешуекрылых, среди которых имеются важнейшие вредители сельского хозяйства, были разработаны недостаточно, особенно в бывшем СССР, что не соответствовало более или менее хорошим знаниям об их биологии и экологии. К началу нашей работы были проведены предварительные исследования по синтезу и первичным испытаниям некоторых аттрактантов хлопковой, озимой, капустной и ряда других совок, по наблюдению за динамикой лета самцов с использованием девственных самок в ловушках. Сведения о половых феромонах этих видов были немногочисленны и противоречивы, для некоторых важнейших вредителей, обитающих в России, Казахстане и других странах СНГ, на-

пример, для серой зерновой совки *Aratea anceps*, такая информация отсутствовала. Недостаточно были разработаны или отсутствовали методики полевых испытаний и применения феромонов.

С начала 1980-х годов одновременно в ряде научных учреждений России (ВИЗР, ВНИИХСЗР, ВНИИЗР и др.), Молдавии (ВНИИБМЗР), Узбекистана (САНИИЗР) и других государств, а также за рубежом, началась разработка практических приемов применения половых аттрактантов чешуекрылых в защите с/х культур, что было связано с наработкой крупных опытных партий препаративных форм аттрактантов хлопковой, озимой и капустной совок, яблонной и других плодоядов в Тартуском университете, ВНИИБМЗР (Кишинев) и ВНИИХСЗР (Щелково). Однако широкомасштабные испытания феромонов, охватившие десятки тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий во всех зонах земледелия, проводились, как правило, без серьезного теоретического обоснования. Зачастую публикация практических рекомендаций опережала хотя бы предварительное завершение фундаментальных исследований. Работы прикладного характера были насыщены противоречиями. Как оказалось, приемы, разработанные для листоверток, молей, шелкопрядов и других вредителей, не могли быть непосредственно применены для мониторинга и снижения численности совок с помощью феромонов. К ряду ошибок привело игнорирование некоторыми исследователями фазы многолетней динамики численности вредителей.

Среди множества нерешенных вопросов особенно выделялись следующие: хемотаксономические закономерности феромонной системы чешуекрылых насекомых, оптимизация состава половых аттрактантов основных вредных видов; изучение корреляции между результатами феромонных и других методов учета вредителей; конкретизация для вредных чешуекрылых общих подходов к применению феромонов в защите растений от вредных насекомых; адаптация технологических приемов применения феромонов к существующим системам защиты сельскохозяйственных культур.

Разработка путей практического использования феромонов чешуекрылых имеет большое значение, так как а) на большинстве сельскохозяйственных культур (хлопчатник, зерновые, овощные, плодовые и др.) совок, листовертки и другие чешуекрылые остаются первостепенными вредителями, с которыми из года в год на огромных площадях ведется борьба; б) при массовым внедрении в производство феромонов можно

значительно сократить объемы химической защиты растений, что приведет как к экономии материальных затрат на выращивание урожая, так и к снижению давления пестицидного пресса на окружающую среду.

В целях повышения эффективности СПА в качестве средств мониторинга вредных чешуекрылых плодовых культур и разработки их новых препаративных форм в мире проводятся интенсивные исследования по более полной идентификации компонентов феромонов чешуекрылых и синтезу их аналогов (Arn et al., 1997-2003). К сожалению, в России в последнее десятилетие научные исследования и практические разработки в этой области ограничены. В связи с этим, ассортимент препаративных форм СПА невелик, а ряд из них не обладает достаточной степенью специфичности и продолжительностью срока действия (требуют неоднократной замены диспенсера с препаратом в течение сезона) для получения объективных результатов. Это препятствует совершенствованию метода феромонного мониторинга численности вредных чешуекрылых в агроценозах и его более широкому применению. Такие исследования актуальны и современны.

В настоящей работе сделана попытка научного обоснования путей практического использования синтетических аттрактантов половых феромонов в защите сельскохозяйственных культур и места технологии применения синтетических половых аттрактантов в интегрированной защите растений на примере чешуекрылых - вредителей хлопчатника, яровой пшеницы и плодового сада. В задачи исследования входило:

- теоретически обосновать гипотезу о ходе развития и становления феромонной системы чешуекрылых, критически оценить сходство химической структуры феромонов насекомых и вторичных метаболитов растений;
- установить закономерности в структурном разнообразии и функциональном значении химических соединений, входящих в половые феромоны чешуекрылых;
- на основе статистического анализа сходства и различия таксонов чешуекрылых по химической структуре половых феромонов обосновать приоритетность на современном этапе исследований полевого скрининга в первичных исследованиях феромонов;
- разработать методы полевых исследований феромонов совок, а также приемы оптимизации состава половых аттрактантов и скрининга новых феромонов чешуекрылых;
- установить виды и способы расчета корреляции между

отловом бабочек феромонными ловушками и численностью гусениц совок для прогнозирования их вредности;

- конкретизировать для вредных видов (на примере хлопковой, озимой и серой зерновой совок, яблонной плодожорки) общие подходы к применению СПА в защите растений от насекомых;

- усовершенствовать фитосанитарный мониторинг в садах на основе использования СПА вредных чешуекрылых в северо-западной и южной природно-климатических зонах плодового сада России.

- адаптировать технологии применения СПА чешуекрылых к существующим системам защиты сельскохозяйственных культур (на примере хлопчатника, яровой пшеницы и плодового сада).

Основные результаты исследований получены в 1981-2004 годах во Всесоюзном (Всероссийском) НИИ защиты растений. Экспериментальная работа выполнена авторами самостоятельно или под их непосредственным руководством. На разных этапах ее мы работали с рядом сотрудников ВИЗР, ВНИИХСЗР, ВНИИБЗР, САНИИЗР, АзНИИЗР, КазНИИЗР, ВНИИЗР, Тартуского и Воронежского университетов, Великолукской сельскохозяйственной академии, АзНИХИ, Института земледелия и ИЗИП АН Таджикистана, ИЗИП АН Туркмении, ИХ АН Узбекистана, ИПЭЭ (ИЭМЭЖ), ГИПХ, с сотрудниками некоторых станций защиты растений и других организаций, в соавторстве с которыми опубликован ряд статей. Всем им авторы выражают свою искреннюю признательность и глубокую благодарность. При подготовке данной книги участие авторов распределилось следующим образом. Главы 1, 2 и большая часть главы 4 были написаны И.Я. Гричановым; глава 3, разделы 4.2-4.5 главы 4 написаны двумя авторами совместно.

Хемотаксономическое обоснование полевого скрининга феромонов

1.1. Введение

Феромонами принято называть биологически активные вещества, выделяемые в окружающую среду одними особями и воспринимаемые другими особями того же вида (по Shorey, 1977). Они обычно образуются в специальных железах из соединений-предшественников феромонов (Джекобсон, 1976). Феромоны обычно делят на половые, пищевые, следовые, агрегационные, феромоны яйцекладки и тревоги т.д. (Киршенблат, 1974; Сметник и др., 1983). К половым феромонам мы относим наряду с половыми аттрактантами также половые репелленты и антиферомоны (Гричанов, 1991).

Под половыми аттрактантами мы понимаем аттрактивные феромоны или компоненты феромонов, которые способствуют встрече полов для спаривания, привлекая особей одного пола к особям другого пола (по Barton Brown, 1977).

Половые репелленты – это феромоны или компоненты феромонов, выделяемые на определенном этапе полового поведения, отпугивающие других особей того же вида. Например, половой аттрактант самок хлопковой совки, привлекающий самцов, одновременно является половым репеллентом для других самок того же вида (Saad, Scott, 1981).

Половые антиферомоны (ингибиторы половых аттрактантов) – это феромоны или компоненты половых феромонов, которые препятствуют встрече полов для спаривания на определенном этапе полового поведения, ингибируя действие половых феромонов (по Сметнику и др., 1983).

Полевой скрининг феромонов насекомых проводится сегодня с учетом знаний о распространении тех или иных компонентов в различных таксонах. Этот подход основан на гипотезах, выдвигавшихся с конца 1960-х годов, о связи структуры феромонов и таксономического положения некоторых групп чешуекрылых (Roelofs, Comeau, 1970; Roelofs, Brown, 1982; Steck et al., 1982). Уже первые попытки статистического анализа сходства и различия видов по составу феромонов показали таксономическую ценность этого признака для чешуекрылых (Belles et al., 1985; Dore et al., 1986).

На большом фактическом материале, полученном в результате обобщения мировой литературы, нами показана при-

годность использования химической структуры половых феромонов в таксономическом анализе чешуекрылых (Гричанов, 1991). С помощью вероятностного подхода к обработке данных установлено химико-структурное своеобразие половых феромонов в высших таксонах бабочек. Существует своего рода периодическая система в распространении разных соединений в тех или иных группах бабочек. Указанные признаки значительно варьируют в разных таксонах листоверток и совок, что, вероятно, является отражением генетически детерминированных закономерностей. Как оказалось, чешуекрылые имеют совершенный генетический механизм для осуществления эволюции феромонной системы. Генетический анализ, проведенный на примере совки *ni* (*Trichoplusia ni*), показал, что мутация только одного аутосомального гена может приводить к исчезновению или появлению нового компонента в феромонной системе вида (Haynes, Hunt, 1990).

Ниже приводится теоретический анализ вопроса, собственные расчеты частоты встречаемости различных компонентов в таксонах листоверток и совок, доказывающие, что химическая структура половых феромонов является таксономическим признаком чешуекрылых.

1.2. Статистический анализ сходства и различия таксонов чешуекрылых по химической структуре половых феромонов

С помощью статистического анализа мы теоретически обосновываем хемотаксономические взаимоотношения чешуекрылых, которые определяют значимость и тактику проведения полевого скрининга половых феромонов.

Со времени выхода первых обстоятельных обзоров (Steck et al., 1982; Roelofs, 1982), в которых проанализирована система половых аттрактантов 200 видов совок и 150 видов листоверток, появилось много новых сведений. Тем не менее, общие выводы Стека с соавторами, как оказалось, имеют большую прогностическую ценность как в отношении совок, так и для других групп чешуекрылых, в частности, для листоверток. В настоящей работе использованы литературные данные (Arn et al., 1986) по 337 видам совок и 355 видам листоверток.

Почти все известные в исследуемых таксонах аттрактивные вещества являются спиртами или альдегидами с функциональной группой на конце неразветвленной углеводной цепи. Пока не обнаружено феромонов с разветвленной углеродной цепью. Абсолютное большинство их относится к моно- и дио-

лефинам. Лишь для видов таких групп, как *Herminiinae*, *Hypeninae*, *Rivuliinae* и *Catocalinae* (*Noctuidae*), а также для некоторых видов *Archipini* (*Tortricidae*) имеются указания на присутствие в половых феромонах триенов. Единично встречаются сообщения об аттрактивности пропионатов, формиатов и кетонов.

Известные компоненты феромонов в большинстве своем имеют в молекуле 10, 12, 14 или 16 атомов углерода. Нечетное число атомов в феромонах встречаются у ряда видов (наиболее часто у *Archipini*), но обычно такие соединения не влияют на аттрактивность основных компонентов. Аттрактивные соединения с числом атомов углерода от 17 до 24 входят в феромоны лишь некоторых видов совок и листоверток (в основном, *Archipini*), однако в подсемействах совок *Herminiinae*, *Hypeninae*, *Rivuliinae* и *Catocalinae* все известные триены содержат от 18 до 21 углеродных атомов.

Довольно обычны у листоверток производные диенов с 12 (*Olethreutinae*) и 14 (*Tortricinae*) углеродными атомами. В то же время у совок первые из них относительно редки, и компоненты феромонов насчитывают, как правило, 14 и 16 атомов углерода.

Компоненты феромонов чешуекрылых в большинстве своем имеют цис-положение двойной связи (частота встречаемости 61%), причем у листоверток транс-изомеры встречаются значительно чаще (28%), чем у совок (3%), а у последних все основные аттрактивные компоненты - цис-изомеры. Двойная связь размещается, как правило, в нечетной позиции на углеродной цепи, а ее положение у олефинов встречается почти исключительно у 5-го, 7-го, 9-го или 11-го атомов углерода.

Таким образом, основную массу компонентов аттрактантов составляет довольно ограниченный набор веществ. Большинство (62% всех учтенных частот встречаемости) аттрактивных соединений относятся к производным 6 спиртов: у совок наиболее часто (59%) встречаются производные 7-додеценола, 9-тетрадеценола и 11-гексадеценола, а листоверток - 8-додеценола, 9-додеценола и 11-тетрадеценола (57%).

Общие данные по числу известных аттрактивных соединений и частоте их встречаемости в таксонах (табл.1.1) показывают, что можно делать достаточно обоснованные выводы о своеобразии феромонной системы при сравнительном анализе совок и листоверток в целом, обоих подсемейств листоверток, а также следующих групп.

1 группа: *Tortricidae*: *Archipini*, *Olethreutini*, *Eucosmini*.

Grapholitini; *Noctuidae*: *Noctuidae*, *Hadeninae*, *Cuculliinae*, *Amphipyrrinae*.

2 группа: *Tortricidae*: *Sparganothini*, *Chephasiini*, *Tortricini*; *Noctuidae*: *Heliothinae*, *Acontiinae*.

Таблица 1.1. Количество исследованных видов и известных аттрактивных соединений для листоверток и совок

Таксон	Количество видов	Количество соединений	Среднее число компонентов у 1 вида	Средняя частота встречаемости 1 соединения
Tortricidae+	692	162	2.4	10.13
Noctuidae	355	116	2.4	7.43
<i>Tortricinae</i>	151	83	3.1	5.66
<i>Archipini</i>	83	56	3.5	5.18
<i>Sparganothini</i>	12	23	4.2	2.17
<i>Chephasiini</i>	14	17	1.9	1.59
<i>Polyorthini</i>	3	2	1.7	2.50
<i>Tortricini</i>	22	16	2.4	3.31
<i>Cochylini</i>	17	19	2.6	2.37
<i>Olethreutinae</i>	204	63	1.9	6.22
<i>Microcorsini</i>	1	2	2.0	1.00
<i>Olethreutini</i>	36	37	2.2	2.19
<i>Eucosmini</i>	92	32	1.7	4.81
<i>Grapholitini</i>	75	42	2.1	3.69
Noctuidae	337	86	2.3	9.10
<i>Noctuinae</i>	78	40	2.9	5.70
<i>Hadeninae</i>	74	28	2.2	5.89
<i>Cuculliinae</i>	50	19	1.5	4.00
<i>Acronyctinae</i>	5	5	1.2	1.20
<i>Amphipyrrinae</i>	62	34	2.4	4.32
<i>Heliothinae</i>	11	15	4.2	3.07
<i>Acontiinae</i>	8	12	1.7	1.17
<i>Sarothripinae</i>	1	1	1.0	1.00
<i>Chleophorinae</i>	3	4	1.7	1.25
<i>Plusiinae</i>	31	19	2.3	3.68
<i>Catocalinae</i>	6	6	2.2	2.17
<i>Hypeninae</i>	4	4	1.0	1.00
<i>Herminiinae</i>	3	3	1.7	1.67
<i>Rivuliinae</i>	1	3	3.0	1.00

В 1-й группе перечислены наиболее исследованные в отношении феромонной системы трибы листоверток и подсемейства совок. Во вторую группу включены таксоны, по которым имеется относительно мало информации, что может осложнить анализ и сделать недостоверными выводы.

Остальные трибы листоверток и подсемейства совок, очевидно, пока не могут быть проанализированы ввиду малочисленности изученных видов. Однако следует отметить своеобразие компонентов феромонов Sarrothripinae (пропионат) и последних четырех (табл.1.1) подсемейств совок (эпоксиприеновые соединения).

Для названных выше групп составлена таблица частоты встречаемости в таксонах листоверток и совок соединений из основных классов, на которые могут быть условно подразделены компоненты феромонов (табл. 1.2). Данные обеих таблиц использованы далее при химико-структурной характеристике феромонной системы отдельных таксонов.

Таблица 1.2. Частота встречаемости (процент от общей суммы частот) соединений основных классов в таксонах листоверток и совок

Таксон	Частота встречаемости (%)									
	цис-изомеров	транс-изомеров	диолефинов	ацетатов	альдегидов	спиртов	соединений с числом атомов			
							10	12	14	16
Tortricidae + Noctuidae	61	16	8	69	11	14	2	34	42	16
Tortricidae	41	28	12	65	7	18	0.6	46	44	2
Tortricinae	44	27	4	68	11	16	0.4	13	74	3
<i>Archipini</i>	46	22	3	65	9	20	0	9	75	3
<i>Sparganothini</i>	26	38	8	70	8	22	0	14	76	2
<i>Cnephasiini</i>	63	26	4	85	7	7	7	70	22	0
<i>Tortricini</i>	40	43	6	53	43	0	0	0	91	2
<i>Cochylini</i>	40	33	4	87	2	11	0	22	62	2
Olethreutinae	36	30	23	79	2	19	0.8	85	11	0.8
<i>Olethreutini</i>	42	31	16	83	1	16	2	67	26	0
<i>Eucosmini</i>	42	28	22	78	0	19	0	93	6	0.6
<i>Grapholitini</i>	28	33	27	74	4	21	0.6	87	6	1
Noctuidae	82	3	4	70	15	10	4	21	40	31
Noctuinae	78	3	1	85	7	8	10	27	44	19
Hadeninae	91	1	2	69	22	8	0	5	41	53
Cuculliinae	88	4	8	74	17	9	0	18	55	26
Amphipyridae	77	6	10	75	11	14	1	13	52	33
Heliothinae	83	0	0	17	61	17	0	0	19	80
Plusiinae	81	3	0	81	0	17	7	73	14	6

Химико-структурное своеобразие половых феромонов в семействах, подсемействах и трибах листоверток и совок

СЕМЕЙСТВО *TORTRICIDAE*

Для листоверток в целом характерно преобладание в феромонах ацетатов с 12 и 14 углеродными атомами. Часто это - транс-изомеры или диолефины. по сравнению с совками исследовано несколько больше видов листоверток, но частота встречаемости одного соединения меньше, чем у совок (в среднем у 7,43 видов). Наиболее часто встречаются следующие соединения (в скобках - % от общей суммы частот):

цис-11-тетрадеценилацетат (10,1%)
 транс-11-тетрадеценилацетат (9,2%)
 цис-8-додеценилацетат (5,9%)
 транс-9-додеценилацетат (5,4%)
 транс-8-додеценилацетат (5,0%)
 цис-9-додеценилацетат (5,0%)
 цис-11-тетрадеценол (4,1%)
 транс-8, транс-10-додекадиенилацетат (3,9%)
 тетрадеканолацетат (3,5%)
 цис-11-тетрадеценаль (3,1%)

Подсемейство *Tortricinae*

Это подсемейство значительно отличается от *Olethreutinae* по структуре аттрактивных компонентов, среди которых преобладают 14-ти атомные соединения, несколько чаще встречаются альдегиды и крайне редко - диолефины. Среднее число компонентов в феромоне одного вида сравнительно высокое (3,1). Наиболее обычные вещества:

цис-11-тетрадеценилацетат (18,1%)
 транс-11-тетрадеценилацетат (15,7%)
 цис-11-тетрадеценол (7,2%)
 цис-11-тетрадеценаль (5,7%)
 тетрадеканолацетат (5,5%)
 транс-11-тетрадеценаль (4,7%)
 цис-9-тетрадеценилацетат (4,0%)
 транс-11-тетрадеценол (3,0%)
 додеканоллацетат (2,8%)
 цис-9-додеценилацетат (2,1%)

Триба *Archipini*

Характеризуется сравнительно большой частотой встречаемости спиртов (20%) и высоким показателем среднего числа компонентов в феромоне одного вида (3,5). Обычны сле-

дующие соединения, причем первые 3 из них имеют общую частоту встречаемости 44,1%:

цис-11-тетрадеценилацетат (20,3%)
 транс-11-тетрадеценилацетат (14,8%)
 цис-11-тетрадеценол (9,0%)
 тетрадеканолацетат (5,9%)
 цис-11-тетрадеценаль (4,8%)
 транс-11-тетрадеценол (3,4%)
 транс-11-тетрадеценаль (2,8%)
 додеканолацетат (2,4%)

Наиболее изучены феромоны видов из родов *Adoxophyes*, *Archips*, *Argyrotaenia*, *Choristoneura*, *Homona*, *Pandemis*. Половые аттрактанты насчитывают, как правило, 2 компонента, реже - до 4-х. В феромонах некоторых видов обнаружено до 26 веществ.

Триба *Sparganothini*

Так же, как и *Archipini*, эта триба имеет большую долю спиртов (22%) и высокий показатель числа компонентов в феромоне одного вида (4,2), но отличается от других триб подсемейства значительным преобладанием транс-изомерных соединений (наиболее обычен транс-11-тетрадеценилацетат). Среди компонентов часто встречаются:

транс-11-тетрадеценилацетат (20,0%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (12,0%)
 тетрадеканолацетат (10,0%)
 цис-11-тетрадеценол (0,8%)
 транс-11-тетрадеценол (8,0%)
 цис-11-тетрадеценаль (4,0%)
 тетрадеканол (4,0%)
 транс-9-додеценилацетат (4,0%)

10 из 12 изученных видов относятся к родам *Platynota* и *Sparganothis*. Аттрактивных компонентов обычно 2-4, у всех видов найдены транс-изомеры.

Триба *Chephasiini*

Отличается от всех других триб подсемейства преобладанием 12-атомных аттрактантов и наличием 10-атомных соединений (по этим критериям имеет сходство с *Olethreutinae*), характеризуется также значительным превышением доли цис-изомеров над долей транс-изомерных соединений, малым количеством спиртов и низким числом компонентов, приходящихся на 1 вид. Большинство аттрактантов обнаружено методом полевого скрининга. Обычны такие соединения:

цис-8-додеценилацетат (11,1%)
 цис-9-додеценилацетат (11,1%)
 транс-9-додеценилацетат (11,1%)
 цис-7-додеценилацетат (7,4%)
 транс-9-додеценилацетат (7,4%)
 цис-9-тетрадеценилацетат (7,4%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (7,4%)

Триба *Tortricini*

От других листоверток отличается самой высокой долей (43%) альдегидов, отсутствием 10-12-атомных соединений и большим количеством (43%) транс-изомерных аттрактантов. Из обнаруженных в феромонах самок соединений лишь 5 встречаются более чем у одного вида:

транс-11-тетрадеценаль (20,7%)
 цис-11-тетрадеценаль (18,9%)
 транс-11-тетрадеценилацетат (18,9%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (15,1%)
 тетрадеканолацетат (5,7%)

Тщательно изучен феромон самок только *Acleris minuta* (8 компонентов, из них 1 аттрактивный), 1-2-компонентные аттрактанты других видов найдены путем полевого скрининга.

Триба *Cochylini*

Несмотря на малое количество исследованных видов и число обнаруженных в феромонах соединений, все показатели, характеризующие феромонную систему этой трибы, близки к средним для подсемейства в целом. Половые аттрактанты содержат обычно следующие компоненты:

транс-11-тетрадеценилацетат (24,4%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (22,4%)
 цис-11-тетрадеценол (8,9%)
 тетрадеканолацетат (8,9%)

Подсемейство *Olethreutinae*

Представляет собой более однородную по химической структуре феромонов группу, чем *Tortricinae*, и отличается от последнего подсемейства преобладающей долей аттрактантов с углеродной цепью в 12 атомов, высокой частотой встречаемости (23%) диолефинов и почти полным отсутствием в феромонах альдегидов, а также низким средним числом компонентов у одного вида (1,9). Наиболее обычными соединениями являются:

цис-8-додеценилацетат (12%)
 транс-9-додеценилацетат (10,2%)

транс-8-додеценилацетат (9,9%)
 транс-8, транс-10-додекадиенилацетат (8,7%)
 цис-9-додеценилацетат (8,4%)
 цис-8-додеценол (4,6%)
 додеканолацетат (3,1%)
 цис-10-тетрадеценилацетат (2,8%)
 транс-8, транс-10-додекадиенон (2,3%)

Триба *Olethreutini*

От средних показателей отличается несколько большей долей 14-атомных соединений и несколько меньшей частотой встречаемости диолефинов (табл. 1.2). По сравнению с другими трибами подсемейства имеет особенности в наборе наиболее обычных компонентов феромонов:

транс-8-додеценилацетат (17,3%)
 цис-10-тетрадеценилацетат (12,3%)
 цис-8-додеценилацетат (7,4%)
 цис-8-додеценол (6,2%)
 цис-9-додеценилацетат (4,9%)
 транс-10-тетрадеценилацетат (4,9%)
 транс-9-додеценилацетат (3,7%)

В полной мере изучен феромон самок только *Lobesia botrana*, в котором насчитывается 15 веществ, из них только транс-7, цис-9-додекадиенилацетат является аттрактивным. Для других видов известны 1-2-компонентные аттрактанты.

Триба *Eucosmini*

Характеризуется абсолютным преобладанием 12-атомных соединений и относительно низким средним числом компонентов в феромоне 1 вида. От других триб подсемейства отличается набором наиболее часто встречающихся соединений:

транс-9-додеценилацетат (20,1%)
 цис-9-додеценилацетат (16,2%)
 цис-8-додеценилацетат (11,0%)
 транс-8, транс-10-додекадиенилацетат (7,8%)
 додеканолацетат (5,2%)
 транс-9-додеценол (3,9%)
 цис-7-додеценилацетат (3,9%)

Известны составы феромонов ряда видов из родов *Ancylis*, *Cryptophlebia*, *Pseudexentera*, *Rhyacionia*, *Zeiraphera*. Феромоны видов *Spilonota*, *Zeiraphera* и некоторых других отличаются присутствием 14-атомных соединений в аттрактан-

тах. Большинство аттрактантов однокомпонентные, установленные случайно или при полевом скрининге.

Триба *Grapholitini*

Феромоны имеют несколько большую долю транс-изомерных и диеновых компонентов, а также спиртов, чем феромоны самок других триб подсемейства (табл. 1.2). Порядок первых по частоте встречаемости соединений следующий:

транс-8-додеценилацетат (16,1%)
 цис-8-додеценилацетат (15,5%)
 транс-8, транс-10-додекадиенилацетат (12,9%)
 цис-8-додеценол (5,2%)
 транс-10-додеценилацетат (5,2%)
 транс-9-додеценилацетат (3,9%)
 транс-8-додеценол (3,2%)
 транс-8, цис-10-додекадиенилацетат (3,2%)

Наиболее изучены феромоны вредителей сельского и лесного хозяйства из родов *Cydia*, *Grapholita*, *Matsumuraeses*, в которых найдено 13 компонентов, из которых 1-2 являются аттрактивными. Половые аттрактанты других видов составляют, как правило, также из 1-2-х компонентов, обычно с 12 атомами углерода.

СЕМЕЙСТВО NOCTUIDAE

Феромоны совок в целом, в отличие от листоверток, характеризуются содержанием в абсолютном большинстве 14- и 16-атомных соединений, как правило, с цис-положением двойной связи. Чаще встречаются альдегиды и 10-атомные ацетаты, крайне редко являются аттрактивными диолефины, а также спирты. Более высокая, чем у листоверток, средняя частота встречаемости одного соединения (9,1 вида). Из 10 самых обычных аттрактивных компонентов совок лишь один (цис-11-тетрадецил-ацетат) входит в такое же число первых по встречаемости компонентов листоверток. Это следующие вещества:

цис-9-тетрадеценилацетат (15,7%)
 цис-11-гексадеценилацетат (13,4%)
 цис-7-додеценилацетат (9,8%)
 цис-11-гексадеценаль (6,8%)
 цис-7-тетрадеценилацетат (4,2%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (4,2%)
 цис-11-гексадеценол (4,0%)
 цис-9-тетрадеценаль (3,4%)
 цис-5-деценилацетат (2,5%)
 цис-7-тетрадеценилацетат (2,5%)

Подсемейство *Noctuinae*

Подсемейство включает наибольшее среди совок число видов, для которых установлены половые аттрактанты, среди которых широкий круг (40) соединений разных классов с числом атомов углерода от 10 до 16. Его отличительные признаки следующие: преобладают ацетаты (85%), чаще, чем в других подсемействах, встречаются 10-атомные (10%), реже – 16-атомные соединения, а также альдегиды. Ни в одном другом подсемействе совок и листоверток нет такого же более или менее равномерного распределения аттрактивных компонентов по числу углеродных атомов в цепи. Наиболее обычны:

цис-9-тетрадеценилацетат (15,8%)
 цис-7-додеценилацетат (11,0%)
 цис-11-гексадеценилацетат (9,6%)
 цис-5-тетрадеценилацетат (7,9%)
 цис-7-тетрадеценилацетат (7,5%)
 цис-5-деценилацетат (6,6%)
 цис-5-додеценилацетат (4,8%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (3,5%)
 цис-7-додеценон (3,1%)
 цис-11-гексадеценон (3,1%)

Хорошо изучены феромоны видов из родов *Agrotis*, *Euxoa*, *Xestia*. Анализ состава феромонов отдельных видов показывает такое же разнообразие в них ацетатов по длине углеродной цепи, как и в наборе аттрактивных соединений всего подсемейства.

Подсемейство *Hadeninae*

Подсемейство насчитывает почти такое же количество изученных видов, как и *Noctuinae*, но в феромонах обнаружено только 28 соединений, преимущественно ацетатов с длиной цепи – 14 и 16 атомов углерода. Несколько выше среднего доля альдегидов (22%). В списке часто встречающихся соединений наиболее обычны первые три (56,4%):

цис-11-гексадеценилацетат (26,1%)
 цис-9-тетрадеценилацетат (18,8%)
 цис-11-гексадеценон (11,5%)
 цис-11-гексадеценон (7,9%)
 цис-9-тетрадеценон (6,1%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (6,1%)
 цис-7-тетрадеценилацетат (3,6%)

В литературе подробно проанализированы феромоны самок видов из родов *Discestra*, *Leucania*, *Mamestra*, *Mythimna*,

Panolis. Они насчитывают больше 10 компонентов, из них 2-3 аттрактивных. Довольно часто в аттрактантах конкретных видов сочетаются спирт и соответствующий ему ацетат или альдегид. Абсолютное большинство аттрактантов двух- или трех-компонентные.

Подсемейство *Cuculliinae*

Половые аттрактанты содержат преимущественно ацетаты (70%), а также альдегиды (17%) с длиной углеродной цепи от 12 до 16 атомов. К 1986 г. были известны только 19 соединений в феромонах самок, причем наиболее распространены первые три (частота встречаемости 53,9%):

цис-9-тетрадеценилацетат (28,9%)
 цис-7-додеценилацетат (13,2%)
 цис-11-гексадеценилацетат (11,8%)
 цис-9-тетрадеценон (7,9%)
 цис-11-гексадеценон (6,6%)

Все аттрактанты найдены при широком полевом скрининге активных веществ.

Подсемейство *Amphipyridae*

Имеют место те же тенденции в распространении основных классов веществ, что и у кукуллиин, но несколько чаще встречаются диеновые ацетаты и спирты. Набор веществ в феромонах более богат (34 соединения), чем в других таксонах, из них самые обычные:

цис-9-тетрадеценилацетат (19,7%)
 цис-11-гексадеценилацетат (17,0%)
 цис-11-тетрадеценилацетат (7,5%)
 цис-7-додеценилацетат (6,8%)
 цис-11-гексадеценон (6,8%)
 цис-11-гексадеценон (6,1%)
 цис-9,транс-12-тетрадекадиенилацетат (6,1%)
 цис-9-тетрадеценон (3,4%)

Виды родов *Diparopsis*, *Rusidrina* и *Spodoptera* резко отличаются от других видов подсемейства по аттрактивности диенов для самцов. Наиболее полные исследования показали присутствие у ряда видов до 11 компонентов, среди них аттрактивными являются лишь 2-3 в каждом феромоне.

Подсемейство *Heliothinae*

Среди других таксонов совок и листоверток выделяется преобладанием в феромонах альдегидов (61%), содержащих, как правило 16 атомов. Полностью отсутствуют 10-12-атомные

аттрактанты, а также транс-изомерные и диеновые соединения. Высока доля спиртов (17%), которые, впрочем, не улучшают аттрактивность основных компонентов, а в больших дозах ингибируют их действие. Наиболее часто встречаются:

цис-11-гексадеценаль (21,8%)
 цис-11-гексадеценол (13,0%)
 цис-9-тетрадеценаль (10,0%)
 гексадеканаль (8,7%)
 цис-7-гексадеценаль (8,7%)
 цис-9-гексадеценаль (8,7%)
 цис-11-гексадеценилацетат (8,7%)
 тетрадеканаль (4,3%)

Это наиболее изученное по составу феромонов самок подсемейство совок. Для некоторых видов известно до 11 компонентов феромонов, причем оптимальная аттрактивность достигается при использовании 3-5 соединений. Цис-11-гексадеценаль присутствует в преобладающем количестве в половых аттрактантах почти всех исследованных видов, зачастую проявляя слабую активность при индивидуальном применении, т.е. без минорных компонентов.

Подсемейство *Plusiinae*

Это единственная группа совок, в феромонах которых преобладают 12-атомные соединения (73%), обычны ацетаты, но нередко спирты (17%). Совершенно отсутствуют альдегиды и диолефины. Показана аттрактивность для большинства видов цис-7-додеценилацетата, обычно с минорными компонентами. Другие соединения (всего их известно 19) найдены (каждое) лишь у некоторых (самое большое у 9) из 31 вида плюзий:

цис-7-додеценилацетат (34,3%)
 цис-7-додеценол (12,9%)
 цис-5-додеценол (7,1%)
 цис-7-тетрадеценилацетат (5,7%)
 цис-7-додеценилацетат (4,3%)
 додеканолацетат (4,3%)
 тетрадеканолацетат (4,3%)
 цис-9-тетрадеценилацетат (4,3%)
 гексадеканолацетат (4,3%)
 цис-9-гексадеценилацетат (2,9%)

Только для рода *Dyachrysia* отмечены 10-атомные соединения, составляющие оптимальную аттрактивную для самцов смесь. Хорошо исследованы феромоны самок некоторых видов *Autographa*, *Chrysodeixis* и *Trichoplusia*.

В составе феромона *Trichoplusia ni* известно 14 компонентов (2 из них аттрактивных) - спиртов и ацетатов с длиной углеродной цепи от 12 до 16 атомов.

Общий анализ системы половых аттрактантов листоверток и совок позволили выявить признаки, пригодные для хемотаксономической характеристики подсемейств и триб в целом:

- частота встречаемости (в процентах от общей суммы частот встречаемости всех индивидуальных компонентов) отдельных групп и классов соединений (например, альдегидов, диолефинов, 12-атомных, транс-изомерных компонентов и т.п.) в феромонах.

- средняя частота встречаемости одного соединения, т.е., отношение общей суммы частот и числа известных в данной группе соединений. Этот критерий, определяющий среднее число видов, в феромоны которых входит каждый компонент, пригоден для сравнительной характеристики таксонов примерно одинакового объема.

- среднее число компонентов в феромоне одного вида данной группы бабочек; представляет собой отношение общей суммы частот встречаемости всех веществ к числу видов в таксоне и зависит в первую очередь от уровня его изученности, а также от специфичности феромонных систем.

Предварительный анализ показал, что каждый из наиболее изученных высших таксонов чешуекрылых обладает одним или несколькими специфичными признаками химической структуры феромонов. Вероятностный подход позволил нам с помощью совокупности этих признаков охарактеризовать отличительные черты некоторых триб и подсемейств листоверток и совок.

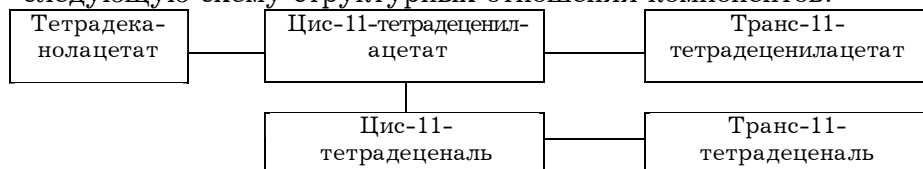
Указанные признаки значительно варьируют в разных таксонах листоверток и совок, что, вероятно, является отражением генетически детерминированных закономерностей, и в дальнейшем могут быть использованы, например, в таксономическом анализе для филогенетических отношений таксонов. Первая подобная попытка с использованием статистических методов была сделана испанскими исследователями (Belles et al., 1985), проанализировавшими отношения сходства и различия всего 29 видов пяти подсемейств листоверток и совок.

Следующими этапами работы, очевидно, должно быть сравнение и объединение данных с существующей системой высших таксонов чешуекрылых, основной главным образом на морфологических признаках. В последние годы в странах Западной Европы и Америки получило развитие молекулярно-

генетическое направление в таксономии (Lee, 2004). Включение в таксономический анализ всех возможных признаков будет способствовать более быстрому продвижению по пути создания естественной системы бабочек.

Кроме того, установленные эмпирическим путем правила уже теперь способны в большой мере ускорить полевой скрининг аттрактивных для бабочек веществ и повысить его результативность. Один из таких принципов гласит, что компоненты полового феромона самок конкретного вида отличаются друг от друга только на одну позицию: по типу функциональной группы, или по количеству углеродных атомов, или же по наличию, количеству и положению двойных связей в молекуле (Steck et al., 1982). По приведенным в настоящей работе материалам нетрудно убедиться, что это правило действительно и для абсолютного большинства списков соединений, наиболее часто встречающихся в феромонах видов из высших таксонов листоверток и совок.

Так, например, для трибы Tortricini можно составить следующую схему структурных отношений компонентов:

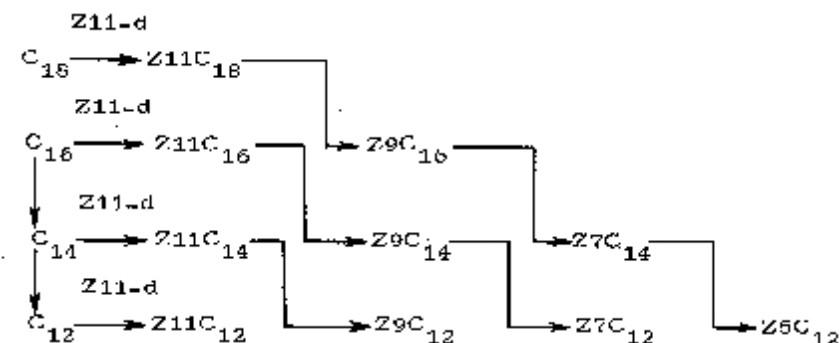


Для подсемейства совок Heliothinae отношения основных компонентов выглядят следующим образом:



Описанное правило, как оказалось, имеет биохимическое обоснование (Schwarz et al., 1983; Bjostad et al., 1984; Blomquist, Vogt, 2003).

Установлено, что исходные C_{18} - и C_{16} -насыщенные кислоты под действием цис-11-десатуразы (Z11-d) превращаются в феромонной железе в непредельные:



1.3. Химическая структура половых феромонов как таксономический признак чешуекрылых

Самки 700 видов листоверток и совок пользуются для привлечения самцов набором всего из 170 химических соединений. Список активных компонентов феромонов самцов тоже гораздо меньше, чем число изученных видов бабочек. Это значит, что насекомые достаточно экономно расходуют энергетические ресурсы для биосинтеза новых соединений.

Как же обеспечивается репродуктивная изоляция сотен видов, имеющих близкую систему феромонной коммуникации? Наши материалы свидетельствуют о том, что, как правило, популяции видов с аналогичным набором аттрактивных компонентов разделены в пространстве (географически или биотопически) или во времени (сезонная изоляция по Э. Майру, 1974), а их взрослые особи не встречаются друг с другом. В тех немногих случаях, когда имаго таких видов летают одновременно, репродуктивную изоляцию иногда обеспечивают минорные компоненты феромонов (синергисты, ингибиторы и репелленты), их соотношение и уровень эмиссии. Например, в результате лабораторного анализа в феромонах самок хлопковой и капустной совок обнаружено по 5 соединений, совки ни – 14, гроздовой листовертки – 15 (Arn et al., 1997-2003), причем, функция большинства из них неизвестна. Если же эти механизмы не срабатывают, то возникают этологические и физиологические барьеры (этологическая, механическая и посткопуляционная изоляция по Э. Майру). Вслед за другими авторами (David, Birch, 1989) мы полагаем, что минорные компоненты половых феромонов имеют большое значение для репродуктивной изоляции близких видов ночных бабочек.

Собственные исследования на примере хлопковой, озимой, серой зерновой и других совок подтверждают сложившееся в научной литературе мнение о высокой степени (90-100%) видоспецифичности феромонов совок (Гричанов, 1984; Гричанов, Вахер, 1988). Небольшое снижение этого показателя возможно, как правило, за счет единичного залета в ловушки самцов тех видов, которые имеют близкий состав феромона самок.

Начиная с 1959 года изучение химической структуры аттрактивных для насекомых веществ продолжается все возрастающими темпами. В одном из последних обзоров (Arn et al., 1997-2003) приведены сведения о таких веществах примерно для 1500 видов чешуекрылых. У бабочек только самки обладают аттрактивными свойствами на дальнем расстоянии. Синтетические аттрактивные феромоны или компоненты феромонов (коаттрактанты), как правило, не идентичны природным многокомпонентным половым феромонам, включающим также проферомоны, нейтральные, ингибирующие и другие соединения.

Знания о системе половых аттрактантов чешуекрылых развивались главным образом двумя параллельными путями: 1) идентификация природных половых феромонов; 2) полевой скрининг синтетических аттрактивных веществ (Steck et al., 1982). Для многих видов был идентифицирован состав полового феромона самок, выявлены аттрактивные компоненты. Также для многих видов было установлено, что синтетические аттрактивные смеси имеют такую же привлекающую силу, как и природный половой феромон самок. Так как наиболее полезную информацию об аттрактивности феромонов получают по результатам полевых испытаний в ловушках, то интенсивность привлечения остается главным критерием активности полового аттрактанта (Steck et al., 1982).

Уже давно производились частные обобщения и выдвигались гипотезы о связи структуры феромонов и систематики некоторых групп чешуекрылых (Bronskill et al., 1971; Roelofs, 1982 et al.). Вместе с тем в последнее время предложена гипотеза о трофической обусловленности химического состава феромонов, по сути отрицающая химико-структурное своеобразие феромонных систем высших таксонов чешуекрылых и других насекомых (Скиркявичус, 1986).

Задачей нашей работы являлась оценка пригодности использования химической структуры половых феромонов в качестве таксонометрического признака высших таксонов чешуекрылых.

Для оценки таксонометрической значимости химической

структуры феромонной системы нами применен вероятностный подход. Для всех триб и подсемейств листоверток и совок вычислили частоту встречаемости в феромонах индивидуальных компонентов, а также отдельных групп и классов соединений по формуле:

$$R_j = \sum n_{ij} 100\% / \sum n_{ij},$$

где n_i - встречаемость i -го соединения в феромонах видов j -го таксона, n_{ij} - встречаемость всех соединений в феромонах всех видов того же таксона.

Среднюю частоту встречаемости получили по формуле:

$$R_j = \sum n_{ij} / n,$$

где n - число известных соединений в феромонах j -го таксона.

Среднее число компонентов в феромоне одного вида данной группы рассчитывали по формуле:

$$N_j = \sum n_{ij} / m,$$

где m - число видов в j -м таксоне, для которых известен феромон.

Метод построения дендрограмм сходства таксонов на основе показателя общности химической структуры феромонов дал картину, незначительно отличающуюся от существующих систем высших таксонов двух изученных семейств, созданных главным образом по морфологическим признакам имаго (Гричанов, 1991).

Дендрограмма сходства, построенная на основе коэффициента Жаккара с учетом структуры феромонов в трибах листоверток, выявила довольно тесные связи между трибами подсемейства Olethreutinae, с одной стороны, и между трибами подсемейства Tortricinae (кроме Cnephasiini), с другой. По системе В.И. Кузнецова и А.Л. Стекольников (1983), предложенной на основе изучения функциональной морфологии гениталий, тортрициды разделяются на пять надтриб: Cochyliidii (включая трибы Cochylini и Sparganothini), Tortricidii (включая наряду с другими трибами Tortricini), Archipidii, состоящую из двух триб, причем подтрибы Archipina и Cnephasiina отнесены к Archipini, Olethreutidii и Eucosmidii, в которую включены, в частности, Eucosmini и Laspeyresiini (=Grapholitini). Две последние надтрибы образуют подсемейство Olethreutinae.

Наши материалы подтверждают большее сходство Grapholitini с Eucosmini, чем сходство обеих этих триб с Olethreutini. Вместе с тем, Cnephasiini резко отличаются от прочих триб Tortricinae, и по составу феромонов тяготеют к Olethreutinae. Это, очевидно, связано с преобладанием в той и

другой группе 12-атомных соединений, как правило, ацетатов. С другой стороны, кнефазии отличаются от тортрицин высокой частотой встречаемости цис-изомеров и присутствием 10-атомных соединений. Аналогичные результаты получены и французскими исследователями (Dore et al., 1986). По нашим данным, Sparganothini более близки Archipini, чем к Cochylini, что не совпадает со схемой В.И. Кузнецова и А.А. Стекольниковца.

Дендрограмму сходства подсемейства совок по составу феромонов мы проанализировали в сравнении с системой Тихомирова (1979), основанной также на функциональной морфологии гениталий. Интересно отметить, что обособленность по этой системе подсемейств Catocalinae, Hupeninae, Rivuliinae, Herminiinae, а также Sarrothripinae подтверждается большим своеобразием состава феромонов изученных видов. Таких видов пока очень мало, поэтому перечисленные группы не включены нами в таксономический анализ.

Остальные подсемейства совок разделены Тихомировым на две более или менее близкие группы таксонов: Noctuidae и Heliiothinae; Acontiinae и Plusiinae. Плюзии сравнительно хорошо обособлены от других подсемейств, но сохраняют некоторые примитивные признаки морфологии. В Noctuidae Тихомиров включает трибы Noctuini, Hadenini, Cuculliini и Amphipyrgini, так как изучение функциональной морфологии выявило гомогенность всей группы и не обнаружило значительных различий между ними. Эти таксоны наиболее близки и по составу половых феромонов, образуя единую ветвь дендрограммы и обладая весьма низкими показателями сходства с подсемействами Plusiinae и Heliiothinae. Это связано с тем, что во всем семействе только у плюзий в феромонах преобладают 12-атомные соединения (как правило, ацетаты) и только у Heliiothinae — компоненты с 16 углеродными атомами (преимущественно альдегиды).

Общий анализ феромонных систем всех триб листоверток и подсемейств совок выявил следующее (рис. 1.1). Подсемейства Noctuidae, Cuculliinae, Amphipyrginae и Hadeninae (по Тихомирову — трибы подсемейства Noctuidae) по-прежнему расположились на одной ветви дендрограммы. Рядом друг с другом находятся трибы подсемейства Olethreutinae, с одной стороны, и Tortricinae (кроме Cnephasiini), с другой.

На первый взгляд удивляет большое сходство феромонных систем плюзий и группы Olethreutinae + Cnephasiini. Однако те и другие имеют наиболее близкие частоты встречаемости соединений с 10, 12 и 14 углеродными атомами, а также

с цис-положением двойной связи. По числу 12-атомных соединений кнефазии отличаются от всех прочих триб листоверток, а плюзии — от всех подсемейств совок. По этому признаку обе группы сходны именно с подсемейством Olethreutinae. Кроме того, все они имеют примерно одинаковую долю ацетатов — компонентов феромонов.

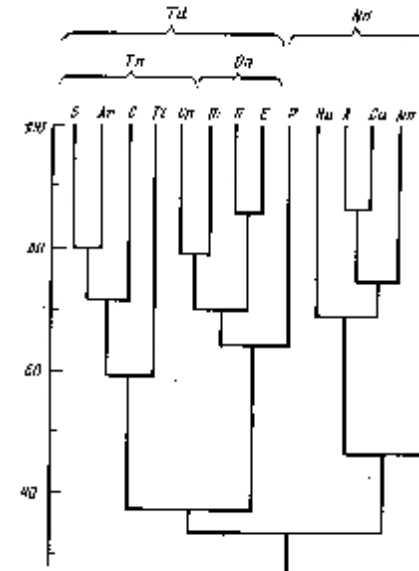


Рис. 1.1. Дендрограмма сходства триб листоверток и подсемейств совок на основе коэффициента Жаккара: Td — Tortricidae, Nd — Noctuidae, Tn — Tortricinae, On — Olethreutinae, S — Sparganothini, Ar — Archipini, C — Cochylini, Ti — Tortricini, Cn — Cnephasiini, Oi — Olethreutini, G — Grapholitini, E — Eucosmini, P — Plusiinae, Ha — Hadeninae, A — Amphipyrginae, Cu — Cuculliinae, Nn — Noctuidae, H — Heliiothinae

Идентичными рис. 1.1 по линейному порядку таксонов оказались дендрограммы сходства, построенные на основе коэффициента Чекановского-Сьеренсена и метрики Брея-Кертиса, а также дендрограммы различия, рассчитанные на основе манхэттенского расстояния и метрики Брея-Кертиса. Близки к ним дендрограммы сходства (расстояния) на основе коэффициента Лобанова и канберрской метрики, евклидова расстояния и его квадрата. Их отличие заключается в том, что трибы Tortricinae имеют большее сходство с Noctuidae, чем с Olethreutinae, а Heliiothinae более резко отличаются от остальных подсемейств совок.

Своеобразием отличается дендрограмма расстояний, построенная на основе метрики Гоуэра (рис. 1.2). Здесь максимальное различие со всеми другими таксонами имеет подсемейство Heliiothinae. Плюзии вместе с кнефазиями оказались на одной ветви с другими подсемействами совок. Однако отмеченные выше общие закономерности остались неизменными.

При общем анализе шести подсемейств совок и двух подсемейств листоверток выявлены те же тенденции (рис. 1.3). Интересно, что на этой дендрограмме (в основе – коэффициент Жаккара) *Plusiinae* имеет наибольшее сходство с *Olethreutinae*, тогда как *Tortricinae* тяготеет к группе подсемейств *Noctuinae*. *Heliiothinae* резко отличаются от всех изученных подсемейств *Tortricidae* и *Noctuidae*.

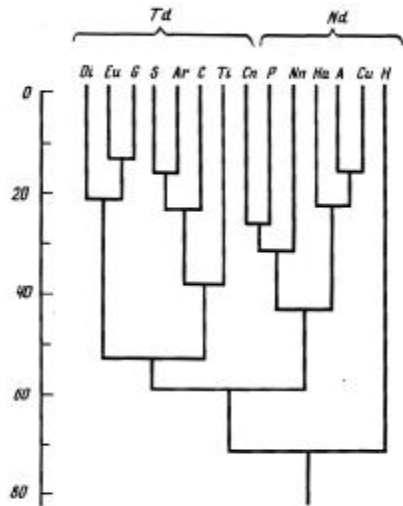


Рис. 1.2. Дендрограмма расстояний триб листоверток и подсемейств совок на основе метрики Гоуэра. Обозначения те же, что на рис. 1.1

Разные способы расчета приводят к построению, как правило, аналогичной дендрограммы. Лишь на дендрограммах, построенных с помощью коэффициента Лобанова и метрики Гоуэра, плюзии имеют несколько меньше различий с большинством подсемейств совок и больше отличий от листоверток.

Определенная общность феромонных систем листоверток и совок в целом, а также кнефазий и олетреутинов не дает оснований говорить об их таксономической близости, так как за рамками настоящего исследования остались все другие семейства *Papilionomorpha*, подсемейства *Noctuidae* и трибы *Tortricidae*, феромонные системы которых слабо изучены или неизвестны. Предполагается, что надсемейства *Tortricoidea* и *Noctuoidea* сравнительно далеко отстоят друг от друга на филогенетическом древе чешуекрылых (Кузнецов, Стекольников, 1986, 2001). По Коммону (Common, 1975), *Noctuoidea* и

Geometroidea имеют общего пиралоидного предка, а *Pyraloidea*, *Cossoidea*, *Sesioidea*, *Castnioidea* и *Zygaenoidea* – общего тортрикоидного предка.

Общий анализ отношений сходства и различия листоверток и совок по признакам структуры половых аттрактивных феромонов показал таксономическую значимость таких признаков, как частоты встречаемости тех или иных групп и классов соединений. Даже на ограниченном материале нам удалось показать наличие хемотаксономических связей, которые позволяют более целенаправленно проводить полевой скрининг аттрактантов.

1.4. Сравнительный анализ вторичных метаболитов растений и феромонов насекомых

Опираясь на литературные данные, мы проводим сопоставление химической структуры вторичных метаболитов растений-хозяев и феромонов насекомых-фитофагов, что позволяет понять становление современных хемотаксономических отношений большинства чешуекрылых.

Не для всех насекомых подтверждается гипотеза о таксономической специфичности химического состава феромона. У короедов, хризомелид, медведиц и нимфалид, например, наблюдается теснейшая связь феромонного состава пахучих желез с химическим составом кормовых растений, что согласуется с трофической гипотезой Л. Риддифорда (Riddiford, 1967) и Л. Хендри с соавторами (Hendry et al., 1975), наиболее полно сформулированной А. Скиркявичусом (1986). Для большинства бабочек нет хорошего биохимического подтверждения прямой связи между химическим составом кормовых растений и феромонов. В последние годы были получены результаты, как отвергающие (Miller et al., 1976; Carde, Taschenberg, 1984; McNeil, Delisle, 1989), так и подкрепляющие эту идею (Herrebout, van der Water, 1982; Raina, 1988).

Определенно установлено, что абсолютное большинство изученных феромонов бабочек синтезируется *de novo* (Bjostad et al., 1987; McNeil, Delisle, 1989), но наиболее распространенные в растительном мире соединения весьма близки к компонентам половых феромонов и их предшественникам и вызывают электрофизиологическую или этологическую реакцию одного или обоих полов. Обычно это растительные вещества фенольной и кислотной природы (Hansson et al., 1989), вызы-

вающие пищевую привлекательность кормовых растений (табл. 1.3).

По совокупности известных фактов мы можем утверждать, что компонентный состав феромонов чешуекрылых и, вероятно, других насекомых фитофагов в большой степени обусловлен химическим составом кормовых растений. У разных групп бабочек число биохимических преобразований в цепи биосинтеза может быть различным. Учитывая, что биосинтез феромонов часто идет по пути упрощения химической структуры предшественника (Bjostad et al., 1987; Blomquist, Vogt, 2003), здесь, вероятно, действует правило: чем проще химическая структура феромона, тем длиннее цепь биосинтеза феромона из растительного предшественника, тем шире распространение и богаче поведенческие функции феромонных компонентов. Второе правило мы можем сформулировать так: чем реже встречается растительный предшественник, тем короче цепь биосинтеза феромона, а его функция более специализирована.

Таблица 1.3. Некоторые аналогии в химическом составе растений (вторичные метаболиты) и насекомых (феромоны). [По Скирквявичу, 1988, Hannson et al., 1989; и др.]

Вторичные метаболиты растений-хозяев	Компоненты феромонов насекомых
Пентанол	2-пентанон, 2-пентадеканол
Е-2-гексеналь	Е-2-гексеналь, Е-2-гексенилацетат
Е-3-гексенол	3-гексенол, гексадеканол
Гераниол	Гераниол, гераниаль, геранилбутират
Бутаналь	Бутанон, n-бутилацетат, метилбутенон
Бензальдегид	бензальдегид
Бензилацетат	бензилацетат
Цитраль	цитраль
Буталацетат	n-бутилацетат, 1-бутил-2-октеналь
2-гендеканон	гендекан

Таким образом, в становлении феромонной системы чешуекрылых огромную роль сыграли химические связи между насекомыми и кормовыми растениями. Изначально предки высших насекомых обладали, видимо, только системой восприятия химических сигналов растений. Позже, когда насекомые стали использовать некоторые растительные компоненты и их

производные для межвидовой и внутривидовой коммуникации и для защиты от врагов, образовались специальные железы и органы для синтеза, накопления и передачи сигнальных веществ, сформировалось специфическое брачное поведение. У некоторых групп насекомых (короеды, данаиды, медведицы и другие) эволюция феромонной системы остановилась, вероятно, на ранней стадии развития; наблюдается тесная связь феромонного состава с химическим составом кормовых растений. Однако у многих других насекомых, в частности, у большинства чешуекрылых, эта система продолжала эволюционировать, достигнув в настоящее время независимости от трофики. Это положение можно считать доказанным по крайней мере в отношении половых аттрактантов самок листоверток и совок, для которых установлена достоверная связь между химической структурой феромонов и систематической принадлежностью видов и надвидовых таксонов.

1.5. Заключение

На большом фактическом материале, полученном в результате обобщения мировой литературы, нами показана пригодность использования химической структуры половых феромонов в таксономическом анализе чешуекрылых (Гричанов, 1991). С помощью вероятностного подхода к обработке данных установлено химико-структурное своеобразие половых феромонов в высших таксонах бабочек. Показано, что существует своего рода периодическая система в распространении разных соединений в тех или иных группах бабочек. Указанные признаки значительно варьируют в разных таксонах листоверток и совок, что, вероятно, является отражением генетически детерминированных закономерностей.

Установленные правила в значительной мере ускоряют полевой скрининг аттрактивных для бабочек веществ и повышают его результативность. В зависимости от таксономической принадлежности вида может меняться и тактика полевого скрининга феромонов.

Значение и тактика полевого скрининга половых феромонов

2.1. Место полевого скрининга в исследованиях половых феромонов

Полное знание о феромонной системе вида можно получить только с использованием всех лабораторных и полевых методов, но для практических нужд часто бывает выгодно начинать работу именно с полевого скрининга аттрактивных соединений, с большой долей вероятности входящих в половые феромоны самок.

В полевом скрининге мы различаем скрининг неизвестных половых аттрактантов и оптимизацию состава приманки из известных компонентов полового феромона.

Феромонные исследования проводятся во многих направлениях - этолого-биологическом, физиологическом, химическом, технологическом и т.д. Полевые испытания феромонов являются завершающей стадией многих лабораторных исследований и вместе с полевым скринингом обосновывают практическое использование феромонов в защите растений.

Первичные исследования половых аттрактантов и их аналогов включают следующие стадии:

1. Обнаружение, выделение и идентификация компонентов природных половых феромонов методами хроматографии и масс-спектрометрии.
2. Синтез этих соединений.
3. Лабораторные испытания синтетических веществ с помощью электроантеннографии и ольфактометрии с целью выявления аттрактивных, репеллентных, ингибирующих свойств.
4. Полевая оценка биологической активности выявленных компонентов.

Выделенные из самок чешуекрылых соединения не обязательно дают положительную реакцию на антеннографе или в поведенческих тестах.

Установлены случаи, когда присутствующие в феромонной железе в минимальном количестве вещества вызывают наибольший электрический импульс рецепторов и лучшую поведенческую реакцию самцов (Van der Pers, Lofstedt, 1983). С другой стороны, выявленные при широком антеннографическом скрининге активные вещества не всегда имеются в поло-

вом феромоне и воздействуют на поведение бабочек (Priesner et al., 1975). Часто минорные компоненты, участвующие в феромонной коммуникации имаго и выявленные при ольфактометрическом анализе, не требуется вводить в состав приманки, используемой в поле (Лефстедт, 1987). Вместе с тем, отдельные компоненты феромонов могут быть неаттрактивными и для вызова реакции необходим весь их набор, выделяемый феромонной железой (Лебедева и др., 1984).

Ниже приводятся примеры полевого скрининга половых аттрактантов ряда видов совок, полученные в результате многочисленных полевых опытов 1982 - 2002 гг.

2.2. Скрининг и оценка биологической активности неизвестных половых аттрактантов (на примере серой зерновой совки)

Для серой зерновой совки нами показан полный цикл исследований 1987-1990 гг., начиная от полевого скрининга полового аттрактанта до его сравнительных испытаний, биологической оценки и доказательства того, что выявленный компонент входит в половой феромон самки.

Род *Apamea* (= *Hadena* s. s.) относят к подсемейству совок Amphipyridinae, филогенетически близкому к подсемейству Hadeninae. Эти группы являются одними из наиболее изученных в отношении системы феромонной коммуникации бабочек. По последним обзорам литературы (Мытгус и др., 1980, 1983; Steck et al., 1982) мы определили набор веществ, наиболее часто встречающихся в составе половых феромонов, близких к серой зерновой совке видов подсемейств Amphipyridinae и Hadeninae (табл. 2.1); в Тартуском университете (Эстония) осуществили синтез этих и сходных по структуре соединений и нанесение их на капсулы в дозировке 1 мг действующего вещества (д. в.), стандартной для большинства видов совок. Кроме того, ряд соединений был нанесен на капсулы в дозах 0,2 и 0,1 мг д. в. Дозы 0,5 и 0,05 мг д. в. получали, разрезая готовые капсулы пополам.

Полевые испытания проводили в окрестностях Затобольска Кустанайской области (опытно-производственное хозяйство «Заречное») на поле яровой пшеницы в период массового лета бабочек зерновой совки с 9 по 25 июля 1987 г. В опытах применяли трехгранные феромонные ловушки Атракон АА площадью 400 см² с клеем «Пестификс» и установленные в ряд на шестах с интервалом 50 м друг от друга. Вкладыши с клеем заменяли по необходимости.

Таблица 2.1. Частота встречаемости наиболее обычных компонентов в половых аттрактантах совок подсемейства Amphipyridae и Hadeninae

Компоненты	Сокращенное название	Частота встречаемости, %
Цис-11-гексадецилацетат	Z11-16:Ac	25
Цис-9-тетрадецилацетат	Z9-14:Ac	21
Цис-11-гексадеценол	Z11-16:OH	10
Цис-11-гексадеценаль	Z11-16:Al	9
Цис-11-тетрадецилацетат	Z11-14:Ac	6
Цис-9-тетрадеценаль	Z9-14:Al	6
Цис-7-додецилацетат	Z7-12:Ac	4
Цис-7-тетрадецилацетат	Z7-11:Ac	3
Цис-11-тетрадеценаль	Z11-14:Al	1
Цис-11-тетрадеценол	Z11-14:OH	1
Транс-9-тетрадецилацетат	E9-14:Ac	1

Индивидуальные соединения испытывали в виде однокомпонентных приманок в ловушках в местах и во время наиболее вероятного лета имаго, численность которых учитывали с помощью стандартных ловушек с бродящим раствором сахара. После выявления активности Z11-16:Al (список сокращенных названий помещен в табл. 2.1 и следует Arn et al., 1997-2003) испытывали двухкомпонентные смеси с целью обнаружения синергистов и ингибиторов аттрактанта. В качестве контроля использовали цис-11-гексадеценаль.

Тактика скрининга включала два этапа. На первом этапе выясняли привлекательность соединений для зерновой совки. Для этого от 10 до 20 вариантов предполагаемых аттрактантов устанавливали в ловушки в 3–5 повторностях. Через 1–3 дня после этого проводили учет отловленных бабочек. По его результатам выделяли от 3 до 10 лучших вариантов. На втором этапе испытаний лучшие образцы аттрактантов размещали в 10–15 повторностях. Учеты отловленных бабочек проводили обычно через каждые три дня. Для определения специфичности действия полового аттрактанта учитывали, собирали и идентифицировали всех совок, попавших в феромонные ловушки.

В результате исследований проведен широкий полевой скрининг аттрактивных веществ для самцов серой зерновой совки среди ацетатов, спиртов и альдегидов с длиной углеродной цепи от 10 до 16 атомов, входящих в состав феромонов различных видов совок. Из 28 индивидуальных соединений синтеза ТГУ только Z11-16:Al (препаративная форма ХС-1) оказался аттрактивным для самцов этого вредителя (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Аттрактивность индивидуальных соединений в ловушках для бабочек серой зерновой и других совок

Соединение	Доза, мг	Аттрактивность для бабочек*		
		серой зерновой совки		других видов совок
		самцы	самки	
Z5-10:Ac	0,001	–	–	–
Z7-10:Ac	1,0	–	+	–
12:OAc	1,0	+	–	–
Z7-12:Ac	1,0	–	–	+++ (<i>Autographa gamma</i> L.)
Z8-12:Ac	1,0	–	–	–
Z8-12:OH	1,0	–	–	–
E8-12:Ac	1,0	–	+	+
E8-12:OH	1,0	–	–	–
Z9-12:Ac	1,0	–	–	+
E9-12:Ac	1,0	–	+	(<i>Euxoa</i> sp.)
E9-12:OH	0,3	–	–	–
E8,E10-12:OH	3,0	–	–	–
14:OAc	1,0	–	–	–
Z5-14:Ac	1,0	–	–	–
Z7-14:Ac	1,0	–	+	–
Z9-14:Ac	1,0	–	+	+
Z9-14:Ac	0,05	–	+	–
E9-14:Ac	1,0	+	–	–
E9-14:OH	1,0	–	+	–
Z11-14:OH	1,0	–	–	–
Z11-14:Ac	0,1	–	–	–
Z11-14:Ac	1,0	–	–	–
E11-14:OH	1,0	–	–	–
16:OAl	2,0	+	–	–
16:OH	1,0	–	–	–
Z9-16:Al	1,0	–	–	+
Гексадеценол	2,0	–	–	–
Z11-16:Ac	1,0	–	–	+
Z11-16:Ac	0,1	–	–	–
Z11-16:OH	1,0	–	+	–
Z11-16:Al	2,0	+++	–	+
Z11-16:Al	1,0	+++	–	–
Z11-16:Al	1,0	+++	–	+
Z11-16:Al	0,5	+++	–	+
Z11-16:Al	0,2	++	–	–
1 девственная самка	?	+++	–	–

* – активность не отмечена, + – единичное попадание в ловушки, ++ – слабая (ниже контроля), +++ – хорошая (на уровне контроля) аттрактивность

Единичное, очевидно, случайное попадание самцов зерновой совки было зарегистрировано в ловушках с препаратами 12:ОАс, Е9-14:Ас и 16:ОА1. В ловушки с некоторыми другими веществами отмечен недостоверный залет самок этого вредителя (табл. 2.2).

Начиная с 13 июля в ловушки с Z11-16:А1 изредка попадали бабочки *Leucania lithargyria* Ksp. (не более 0,5 в одну ловушку). Тем не менее, видоспецифичность этого аттрактанта для зерновой совки оказалась в итоге достаточно высокой (93–100%).

Примерно одинаковой активностью обладали различные партии ХС-1 синтеза ТГУ и препаративная форма ХС-92 с содержанием Z11-16:А1 и Z9-16:А1 (1,9:0,1 мг), выпускаемая ПОБХ «Флора» для хлопковой совки. Различия между ними были недостоверными (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Активность цис-11-гексадеценаля для самцов серой зерновой совки в препаративных формах разных партий

Препаративная форма	Дата изготовления партии	Отлов самцов в ловушку 10–11.VII
ХС-1	11.VI.1987	12,4±2,73
ХС-1	5.IV.1987	11,0±3,40
ХС-92	22.IV.1987	7,1±0,98

На втором этапе испытаний проверяли активность бинарных приманок, составленных из одной капсулы с Z11-16:А1 (1 мг) и половины капсулы с одним из соединений, перечисленных в табл. 2.2. Доза второго компонента составляла, как правило, 0,5 мг д. в. на ловушку. Большинство испытанных веществ не влияли на аттрактивность Z11-16:А1 для самцов зерновой совки. Вместе с тем, Z9-14:Ас, Z9-16:А1 и Z11-16:ОН проявляли статистически значимую ингибирующую активность, а Z11-16:Ас, Z11-14:ОН, Е11-14:ОН и Е9-14:ОН в некоторых опытах недостоверно повышали аттрактивность основного компонента (табл. 2.4). Видоспецифичность бинарных аттрактантов практически всегда оставалась на высоком уровне.

Активность трехкомпонентного аттрактанта (табл. 2.5), так же как и бинарных смесей (табл. 2.4), недостоверно отличалась от активности одного цис-11-гексадеценаля. В ловушках со сложными составами, также как и с одним компонентом, отмечали единичный, очевидно случайный залет бабочек других совков.

Таблица 2.4. Активность бинарных смесей аттрактантов для серой зерновой совки с цис-11-гексадеценалем в качестве основного компонента (1 мг)

Дата опыта	Второй компонент аттрактанта	Доза, мг	Отлов самцов в ловушку	
			на Z11-16:А1 (контроль)	на бинарный аттрактант
11–12.VII	Е9-14:ОН	0,5	14,4	33,0
13–15.VII	Е9-14:ОН	0,2	9,5	10,7
13–15.VII	Е9-14:ОН	1,0	9,5	14,5
16–20.VII	Е9-14:ОН	0,5	7,0	5,5
12–13.VII	Z11-14:ОН	0,5	5,6	17,0
15–16.VII	Z11-14:ОН	0,5	4,7	4,7
16–20.VII	Z11-14:ОН	0,5	7,0	5,6
12–13.VII	Е11-14:ОН	0,5	5,6	14,5
15–16.VII	Е11-14:ОН	0,5	4,7	6,0
16–20.VII	Е11-14:ОН	0,5	7,0	6,1
10–13.VII	Z11-14:А1	0,5	8,8	7,7
3–7.VII	Z11-14:А1	0,1	25,0	19,0
7–10.VII	Z11-14:А1	0,1	7,0	7,0
10–13.VII	Z11-14:А1	0,1	8,8	7,1
10–13.VII	Z11-14:А1	0,05	8,8	7,6
6–7.VII	Z11-14:А1	0,001	9,4	2,0
7–10.VII	Z11-14:А1	0,001	7,0	5,2
10–13.VII	Z11-14:А1	0,001	8,8	11,2
3–7.VII	Z9-16:ОН	0,1	25,0	16,4
7–10.VII	Z9-16:ОН	0,1	7,0	5,6
11–13.VII	Z9-16:ОН	0,1	6,1	6,2
6–7.VII	Z9-16:ОН	0,001	9,4	3,0
7–10.VII	Z9-16:ОН	0,001	7,0	3,8
13–14.VII	Z11-16:Ас	0,5	7,1	8,0
16–25.VII	Z11-16:Ас	0,2	6,2	7,4
16–25.VII	Z11-16:Ас	0,05	6,2	7,2
3–7.VII	Z11-16:ОН	0,1	25,0	13,4
7–10.VII	Z11-16:ОН	0,1	7,0	4,0
10–11.VII	Z11-16:ОН	0,1	2,7	2,8
7–10.VII	Z11-16:ОН	0,001	7,0	2,8
6–7.VII	Z11-16:ОН	0,001	9,4	2,4
10–11.VII	Z11-16:ОН	0,001	2,7	1,7

Специальное сравнение уловистости клеевых ловушек Атракон АА с 1 мг Z11-16:А1 и стандартной ловушки с бродящим раствором сахара, установленных на одном поле, дало следующие результаты: с 16 по 25 июля на пищевую приманку отловлено 7 самцов и 8 самок, на половой аттрактант – в среднем 10,9 самца в одну ловушку. Т.е., сравнительные полевые испытания половой и пищевой (бродящий сахар) приманок показали преимущество полового аттрактанта (Гричанов, Вахер, 1988; Гричанов и др., 1988).

Таблица 2.5. Аттрактивность трехкомпонентного состава для самцов серой зерновой совки

Состав	Число ловушек	Доза компонентов аттрактанта, мг	Отлов самцов в одну ловушку	
			серой зерновой совки	других совок
Цис-11-гексадеценаль + цис-11-гексадеценол + цис-11-тетрадеценаль	28	2,0+0,1+0,1	5,20	0,32
Цис-11-гексадеценаль (контроль)	30	2,0	4,77	0,23

Анализируя результаты наших испытаний, можно предположить, что наиболее вероятными минорными компонентами полового аттрактанта серой зерновой совки являются цис-11-тетрадеценаль, цис-11-гексадеценол и, возможно, цис-11-гексадеценилацетат в дозе 0.001-0.1 мг/капсулу. Однако, по нашему мнению, добавка других соединений к основному компоненту не приведет к значительному повышению его аттрактивности. Поэтому для практического использования в системе защиты пшеницы с целью надзора за популяцией и прогноза численности вредителя рекомендуется применять один цис-11-гексадеценаль (2 мг/капсулу) со степенью очистки 95-97%. Ряд полевых опытов позволяет предположить, что остаточные примеси (3-5%) содержат минорные компоненты, важные для эффективной работы основного соединения; по этой причине, а также по экономическим соображениям, не рекомендуется использовать цис-11-гексадеценаль с глубокой степенью очистки.

В результате, в течение одного сезона методом полевого скрининга удалось установить видоспецифичное в условиях Северного Казахстана аттрактивное вещество, вероятно, являющееся основным компонентом полового феромона самок серой зерновой совки. Продемонстрирована высокая эффективность Z11-16:Al как полового аттрактанта для самцов *A. anceps*. Z11-16:Al входит в половые аттрактанты многих видов совок подсемейств *Hadeninae*, *Amphipyridae* и *Heliothinae* (Steck et al., 1982). В последнем таксоне он является основным компонентом в феромонах самок всех изученных видов. Известны примеры половых аттрактантов для пяти видов из подсемейств *Amphipyridae* и *Hadeninae*, которые содержат Z11-16:Al в качестве основного компонента, В этих случаях в смеси присутствуют также Z11-16:Ac (от 5 до 30%), Z11-16:OH (от 1 до 10%), 1% Z9-14:Al или Z9-16:Al.

Обработав большое количество данных по североамери-

канским видам совок, Steck с соавторами (Steck et al., 1982) указали на закономерность, согласно которой все компоненты полового феромона самок конкретного вида отличаются друг от друга только на 1 позицию – по количеству углеродных атомов (у совок оно обычно четное), или по типу функциональной группы, или по цис-транс-изомерии, или же по наличию, количеству и положению двойных связей в молекуле (см. гл. 1). Основываясь на этих сведениях, мы предположили, что наиболее вероятными минорными компонентами полового аттрактанта зерновой совки могут быть алкенолы или их производные с длиной углеродной цепи 14 или 16 атомов. Сопоставляя материалы табл. 2.1 и результаты наших исследований, можно утверждать, что такими соединениями, скорее всего, окажутся цис-11-гексадеценил-ацетат, цис-11-тетрадеценол, цис-9-тетрадеценаль, цис-11-тетрадеценаль, цис-7-тетрадеценилацетат, а также, возможно, спирт, альдегид и ацетат цис-7-гексадеценола, спирт и ацетат цис-9-гексадеценола или цис-9-тетрадеценол. Нельзя полностью исключить, хотя это и маловероятно, что в состав полового аттрактанта входят транс-изомеры перечисленных веществ (в подсемействах *Hadeninae* и *Amphipyridae* частота их встречаемости в общей сложности составляет лишь 3%).

Полный состав феромона бабочек зерновой совки, несомненно, включает, по крайней мере, несколько компонентов. Однако феромонные ловушки с приманкой из одного аттрактивного компонента уже имеют ряд преимуществ перед рекомендуемыми для практики ловушками с бродящим раствором сахара. Они могут найти применение в интегрированной защите зерновых культур, так как являются более видоспецифичными, простыми и удобными в обращении, чем другие типы ловушек.

Таким образом, из 35 индивидуальных соединений только цис-11-гексадеценаль оказался аттрактивным для самцов этого вредителя. Дополнительные испытания 41 бинарного аттрактанта не выявили синергистов основного компонента (Гричанов, Вахер, 1988, 1989). В специальных исследованиях определили оптимальную дозу (1-2 мг), показали высокую видоспецифичность и эффективность цис-11-гексадеценала в сравнении с девственными самками и пищевыми приманками.

Впоследствии было доказано хроматографическими и электрофизиологическими методами, что это соединение вхо-

дит в половой феромон самок серой зерновой совки (Сорочинская и др., 1989; Гричанов и др., 1994).

Для изучения химического состава полового феромона самок зерновой совки в окрестностях Целинограда были отловлены в природе самки вредителя с помощью пищевой приманки (бродящий сахар) в марлевых живоловках, аналогичных «техасским» ловушкам; приготовлен гексановый экстракт из 163 отсеченных кончиков брюшек самок. Известно, что максимальные электроантеннографические ответы самцов были получены на некоторые моноеновые спирты, ацетаты и альдегиды C16 ряда. Поэтому при газохроматографическом изучении экстракта желез самок зерновой совки в качестве заведомых образцов использовали соединения, вызывавшие наибольшие ответы антенн самцов, – цис-11-гексадецен-1-ол, ацетат цис-9-гексадецена-1-ола.

Электрофизиологическую часть работы выполняли совместно с А.А. Ракитиным (ВИЗР) на электроантеннографе, изготовленном А.Н. Кравчуком (ВИЗР) и отвечающем метрологическим требованиям. Прибор представляет собой сочетание усилителя с полосой пропускания частот 10 Гц, внутреннего сопротивления 100 Мом, самописца со скоростью записи 5 мм/сек и пневмокоммуникационной системы для подачи изучаемых газовых смесей, очищаемых с помощью фильтра из активированного угля. В работе использовали хлор-серебряные электроды пипеточно-желобкового типа, заполняемые физиологическим раствором, соответствующим гемолимфе антенн насекомых.

С помощью электроантеннографа исследовали активность цис-11-гексадецена-1-ола, полового аттрактанта зерновой совки, и аналогичные ему по химической структуре соединения: спирты и ацетаты цис-11-гексадецена-1-ола, цис-9-гексадецена-1-ола, докозодиен-5,17 синтеза Тартуского государственного университета, цис-7-гексадецен-1-ол и его ацетат синтеза ВНИИ биологических методов защиты растений, а также естественный феромон – экстракт половых желез самок зерновой совки.

Электрическую активность хеморецепторов изолированных антенн самцов снимали при действии соединений на резиновых носителях с экспозицией 1000 мсек. В качестве эталона использовали разовые стимулы воздуха с тем же временем экспозиции. После ампутации антенну выдерживали во влажной среде в течение 10 мин, после чего фиксировали на электродах. Для сохранения антенны от высыхания зона объ-

екта окружалась влажным тампоном. Опыты проводились в суточный отрезок времени с 8 до 23 часов, причем на основании большого экспериментального материала показано отсутствие в этот период суточных пиков активности антенн зерновой совки.

Таблица 2.6. Время удерживания компонентов веществ экстракта половых желез самок серой зерновой совки и некоторых соединений известного строения

Вещества и компоненты	Время удерживания
Компонент I	17,366
Цис-11-гексадеценаль	17,313
Компонент II	18,824
Цис-11-гексадецен-1-ол	18,805
Компонент III	23,481
Ацетат цис-9-гексадецен-1-ола	23,488

В составе экстракта половых желез самок зерновой совки обнаружены компоненты веществ (I, II, III), совпадающие по времени удерживания с цис-11-гексадеценалем, цис-11-гексадеценолом и ацетатом цис-9-гексадецена-1-ола, соответственно (табл. 2.6). Таким образом, установлено, что эти соединения являются компонентами полового феромона самок этого вредителя.

Электрофизиологические опыты показали, что все испытанные вещества возбуждают хеморецепторы самцов (табл. 2.7). С большей степенью вероятности входят в состав полового феромона цис-11-гексадеценаль и его ацетат, вызывавшие максимальный ответ самцов зерновой совки при исследованиях на электроантеннографе.

Экспериментами установлена слабая электроантеннографическая активность других испытанных веществ. Получены данные о хорошей эффективности воздействия экстракта половых желез самок на хеморецепторы самцов.

Для оценки биологической активности цис-11-гексадецена-1-ола синтеза Тартуского государственного университета проводили его испытания на полях яровой пшеницы в совхозе-техникуме «Новоишимский» Целиноградского района Целиноградской области. Контролем служили самки серой зерновой совки, помещенные в сетчатые садочки в ловушках Атракон-АА с клеем «Пестификс» (производственное объединение «Флора», г. Тарту) и получавшие корм – сахарный сироп.

Таблица 2.7. Амплитуда и длительность волны возбуждения на электроантеннограммах при подаче на антенны самцов синтетических соединений и экстракта половых желез самок и их аттрактивность в ловушках для серой зерновой совки*

Соединение (вариант)	Доза мг/капсулу	Амплитуда ЭАГ (МВ)	Длительность волны, (м/сек)	Аттрактивность
Цис-7-гексадеценилацетат	0,1	0,23	1000	–
Цис-7-гексадеценол	1,0	0,28	1947	+
Цис-7-гексадеценилацетат	1,0	0,28	2050,0	+
Цис-9-гексадеценилацетат	0,5	0,57	2576	0
Цис-9-гексадеценол	0,5	0,39	1872,5	0
Цис-11-гексадеценилацетат	0,5	0,44	2149,8	–
Цис-11-гексадеценилацетат	1,0	0,49	2933	0
Цис-11-гексадеценол	0,5	0,23	1595	0
Докозодиен-5,17	1,0	0,36	2098,7	0
Цис-11-гексадеценаль	1,0	0,66	2450,2	+++
Цис-11-гексадеценаль	2,0	0,99	4147	+++
Эталон (воздух)	?	0,23	1487,9	–
Контроль (экстракт)	?	0,48	1996,7	–
Контроль (самки)	?	0,23	1252,5	+++

* – активность не отмечена, + – единичное попадание в ловушки, +++ – хорошая аттрактивность

В полевых испытаниях только цис-11-гексадеценаль проявил аттрактивность для самцов серой зерновой совки (см. табл. 2.7). Сравнительный анализ биологической активности этого синтетического аттрактанта (препаративная форма ХС-2) и самок зерновой совки показал преимущество первого. На каждую из 8 ловушек с синтетической приманкой с 12 по 18 июля было отловлено в среднем по 27,6 самцов, на каждую самку – в среднем по 9,0 самцов (в том числе на девственную – 25 самцов). Такие результаты объясняются, во-первых, пониженной призывной активностью осемененных самок зерновой совки. Кроме того, синтетический феромон действует в ловушках непрерывно, тогда как самки (по литературным данным) выделяют половой феромон с часовой и суточной периодичностью.

Итак, хроматографическими и электрофизиологическими методами показано, что основным компонентом полового феромона самок серой зерновой совки является цис-11-гексадеценаль. Наиболее вероятными минорными компонентами полового феромона могут быть цис-11-гексадеценол и его ацетат. Один цис-11-гексадеценаль не уступает по аттрактивности самкам зерновой совки. Тем самым подтверждены результаты полевого скрининга аттрактанта для этого вида.

2.3. Оптимизация состава и оценка биологической активности половых аттрактантов (на примере хлопковой и озимой совок)

Авторами проведено примерно 200 полевых экспериментов по полемому скринингу половых аттрактантов важнейших видов чешуекрылых – вредителей сельскохозяйственных культур, предложенных химиками-синтетиками. Путем многочисленных сравнительных испытаний 1981 – 2003 гг. доказана их высокая биологическая активность как в ловушках при сравнении с другими методами учета имаго, так и при насыщении воздуха с целью дезориентации самцов и снижении численности потомства при сравнении со стандартными обработками инсектицидами. Высокая активность выявленных аттрактантов подтверждена путем их сравнения с девственными самками, синтетическими эталонами, световыми и пищевыми приманками, путем сопоставления динамики отлова бабочек с численностью яиц и гусениц на растениях и другими способами. Эффективность выявленных путем полевого скрининга половых аттрактантов хлопковой и озимой совок показана также одним из авторов в экспериментах с насыщением приземного слоя воздуха активным веществом. Установлена возможность снижения численности хлопковой совки методом дезориентации самцов.

В данном разделе приведем способы оптимизации состава и оценки биологической активности половых аттрактантов на примере хлопковой и озимой совок, разработанные И.Я. Гричаковым. Точная идентификация экстрактов из брюшка самок хлопковой совки показала, что цис-11-гексадеценаль, цис-9-гексадеценаль, гексадеканаль и гексадеканол являются компонентами полового феромона (Dunkelblum et al., 1980; Nesbitt et al., 1979, 1980), причем в полевых опытах смесь двух основных компонентов (цис-11-гексадеценаль и цис-9-гексадеценаль) в соотношении 9: 1 оказалась наиболее аттрактивной (Kehat et al., 1980). Кроме того, установлено, что цис-9-тетрадеценилацетат, цис-9-тетрадеценилформиат и цис-11-гексадеценол уменьшают прилет самцов в ловушки с девственными самками более чем на 95% при помещении этих веществ в ловушки рядом с самками. В этом случае у них проявляется свойство ингибиторов (Gothilf et al., 1978; Nesbitt et al., 1980).

Рядом авторов было показано, что цис-5-деценилацетат входит в половой феромон самок озимой совок в качестве основного аттрактивного компонента (Иванченко и др., 1982; Arn et al., 1980; Bestmann et al., 1978; Wakamura, 1981), а цис-8-додеценилацетат является антиферомоном (Arn et al., 1980). В

состав феромона этого вида различные авторы включали также транс-5-деценилацетат, цис-7-деценилацетат, додецилацетат, транс-5-додеценилацетат, цис-7-додеценилацетат, цис-9-додеценилацетат и цис-9-тетрадеценилацетат. Активность соединений, найденных разными авторами, была неодинакова для озимой совки в различных географических зонах.

Цель нашей работы состояла в том, чтобы выявить наилучшие половые аттрактанты для хлопковой и озимой совок. Препараты феромонов (отрезки резиновой трубки длиной 1–2 см, пропитанные действующим веществом) были изготовлены в Тартуском государственном университете, производственном объединении «Флора» Эстонии и ВНИИ химических средств защиты растений (ВНИИХСЗР, г. Щелково).

В предварительных полевых испытаниях нами подтверждено, что смесь цис-11-гексадеценала и цис-9-гексадеценала в соотношении 9: 1 – эффективный аттрактант для самцов *хлопковой совки* (Гричанов, 1984). В пик лёта бабочек II и III поколений средние уловы достигали 6–9 самцов в ловушку за ночь, т.е., аттрактивность феромонов была не ниже, чем у девственных самок. Оказалось, что чистый цис-11-гексадеценаль и его смесь с цис-11-тетрадеценалем почти не привлекают самцов хлопковой: совки на низком фоне численности популяции (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Сравнительная аттрактивность образцов полового феромона хлопковой совки синтеза Тартуского университета (Самарканд, 15 ловушек в каждом варианте)

Аттрактант	Соотношение компонентов	Доза, мг	Число самцов хлопковой совки, экз./ловушку±m _x
Цис-11-гексадеценаль + цис-11-тетрадеценаль	1 : 2	3,0	0,3±0,15 а
Цис-11-гексадеценаль + цис-11-тетрадеценаль	2 : 1	3,0	0,5±0,29 а
Цис-11-гексадеценаль+цис-11-тетрадеценаль	1 : 1	3,0	0,1±0,07 а
Цис-11-гексадеценаль	-	2,0	0 а
Цис-11-гексадеценаль	-	5,0	0 а
Цис-11-гексадеценаль + цис-9-гексадеценаль	9 : 1	2,0	8,3±3,07 б

Примечание. Показатели, обозначенные буквой а, отличаются от таковых, обозначенных буквой б, при 5%-ном уровне значимости. То же в табл. 2.10, 2.11.

В обобщенном виде результаты ряда опытов по полевому скринингу второго компонента аттрактанта хлопковой совки представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9. Завершающий этап полевого скрининга второго компонента аттрактанта хлопковой совки (основной компонент - Z-11-гексадеценаль) [собственные эксперименты в Узбекистане и Таджикистане с дополнением из Булезы с соавторами, 1983]

Z-11-гексадеценаль + соединение	Аттрактивность для самцов хлопковой совки
Z-9-тетрадеценаль	+
Z-11-тетрадеценаль	+
гексадеканаль	+
Z-7-гексадеценаль	+
Z-9-гексадеценаль	+++
Z-11-гексадеценилацетат	+
Z-11-гексадеценол	-
Эталон (Z-11-гексадеценаль)	+
Контроль (девственные самки)	+++

Использование аттрактанта хлопковой совки в дозах от 2 до 40 мг в одной ловушке показало, что уловы самцов во всех вариантах достоверно не различаются (табл. 2.10).

Таблица 2.10. Результаты испытаний полового аттрактанта хлопковой совки производства ПО «Флора» в различной дозировке (Самарканд)

Дата	Доза, мг	Число ловушек	Число самцов, экз./ловушку±m _x
26.VIII-2.IX	2,0	12	6,0±2,03 а
26.VIII-2.IX	10,0	10	5,2±1,52 а
2-5.IX	4,0	5	11,4±4,70 а
2-5.IX	10,0	5	15,4±5,51 а
2-5.IX	20,0	5	11,6±4,95 а
2-5.IX	40,0	5	10,8±3,57 а

В предварительных испытаниях основной компонент феромона самок *озимой совки* (цис-5-деценилацетат) в дозе 1 мг был неаттрактивен для самцов этого вида. Испарители, содержавшие 0,0005 мг (0,5 мкг) аттрактанта, привлекали в среднем до 10–15 самцов в одну ловушку за ночь в пик лёта бабочек II поколения, достигая уровня аттрактивности девственных самок озимой совки. Кроме того, в дозе 1 мг самцы озимой совки в меньшей степени привлекались другими соединениями, такими как цис-9-гексадеценилацетат и цис-9-тетрадеценилацетат, а также транс-5-деценилацетат, транс-5-деценол, тетрадеканаль, цис-7-тетрадеценаль, цис-9-тетрадеценаль, цис-11-тетрадеценаль, цис-7-гексадеценилацетат, цис-7-гексадеценаль, цис-9-гексадеценаль и цис-9-гексадеценол (Гричанов, 1984).

Для проверки активности каждого из этих веществ в полевых условиях на привлечение озимой совки во ВНИИХСЗР

были синтезированы как вещества, ранее описанные в качестве компонентов ее феромона, так и обнаруженные хроматографическим методом у самок среднеазиатских популяций (Воронкова и др., 1987).

В результате многочисленных полевых опытов, проведенных рядом коллективов ученых, были предложены для фитосанитарного мониторинга оптимальные СПА для большинства агроэкологических зон б.СССР. В качестве иллюстрации приведем один из завершающих опытов нашего полевого скрининга аттрактанта озимой совки (табл. 2.11).

Таблица 2.11. Сравнительное испытание активности половых аттрактантов озимой совки на томатах (Самарканд)

Соединение	Доза, мг	Число самцов на 1 ловушку*			
		24-27.VI	5-8.VII	15-18.VII	24-27.VII
Цис-5-деценилацетат	0,0005	10,8 а	10,7 аб	5,8 а	1,3 а
Цис-5-деценилацетат	0,001	7,8 а	12,6 бв	11,9 абв	2,7 аб
Цис-5-деценилацетат + транс-5-деценилацетат	0,001+0,01	7,7 а	19,5 вг	20,5 г	4,8 аб
Цис-5-деценилацетат + транс-5-деценилацетат + транс-5-деценол	0,001+0,01+0,03	12,8 а	24,4 г	18,5 вг	6,2 б
Цис-5-деценилацетат + транс-5-деценол	0,001+0,03	10,0 а	17,7 бвг	13,6 бвг	6,4 б
Цис-5-деценилацетат + цис-7-додеценилацетат + цис-9-тетрадеценилацетат	0,0005+0,005+0,005	25,3 б	32,5 д	10,4 аб	2,9 аб
Цис-5-деценилацетат (контроль – заменяемый аттрактант)	0,005	-	4,8 а	10,2 аб	6,2 б

В обобщенном виде результаты ряда опытов по полемому скринингу аттрактанта озимой совки представлены в табл. 2.12.

Таблица 2.12. Завершающий этап полевого скрининга второго и третьего компонентов аттрактанта озимой совки в условиях Средней Азии*

Z-5-деценилацетат + соединение	Аттрактивность**	Z-5-деценилацетат + соединение	Аттрактивность**
Е-5-деценилацетат	++	Е-9-тетрадеценилацетат	–
Z-7-додеценилацетат	++	Z-9-гексадеценилацетат	++
Z-8-додеценилацетат	+	Z-11-гексадеценилацетат	+
Z-9-додеценилацетат	+	Z-7-додеценилацетат+Z-11-гексадеценилацетат	+++
Е-9-додеценилацетат	++	Эталон (Z-5-деценилацетат)	++
Z-9-тетрадеценилацетат	++	Контроль (девственные самки)	+++
* основной компонент - Z-5-деценилацетат			
** Аттрактивность для самцов озимой совки			

2.4. Тактика полевого скрининга половых аттрактантов

В данном разделе мы приводим научно-методические рекомендации по тактике проведения полевого скрининга новых половых аттрактантов.

Среди соединений, найденных в половых феромонах самок близких видов, нами в полевых условиях впервые выявлены половые аттрактанты для серой зерновой совки (*A. anceps*) - цис-11-гексадеценаль (2 мг), для темной пятнистой совки (*Acontia luctuosa*) - смесь цис-9-тетрадеценола, цис-9-гексадеценола, цис-9-гексадеценала и цис-11-гексадеценала (0,65: 0,35: 0,20: 1,80 мг), для пасленовой металлоидки (*Chrysodeixis chalcites*) - смесь цис-7-додеценилацетата, цис-9-додеценилацетата и цис-9-тетрадеценилацетата (Гричанов, 1984; Гричанов, Вахер, 1988; Гричанов, Кононенко, 1989), а также для *Xantia icteritia* и *Ipimorpha subtusa*, ряда чешуекрылых других семейств (Grichanov, Bulyginskaya, 1994; Гричанов и др., 1995; Булыгинская и др., 1999; см. также гл. 3).

Оптимизирован состав ряда уже известных половых аттрактантов. В результате испытаний сотен вариантов феромонных приманок впервые в стране предложены практике двухкомпонентный половой аттрактант хлопковой совки (*Helicoverpa armigera*) (цис-11-гексадеценаль и цис-9-гексадеценаль, 1,9: 0,1 мг) и трехкомпонентная аттрактивная смесь для самцов озимой совки (*A. segetum*) (цис-5-деценилацетат, цис-7-додеценилацетат и цис-9-тетрадеценилацетат, 0,5: 5,0: 5,0 мкг) (Гричанов, 1984; Воронкова, Гричанов, Иванченко и др., 1987). Высокая активность выявленных аттрактантов подтверждена путем их сравнения с девственными самками, синтетическими эталонами, световыми и пищевыми приманками и другими способами.

На основе нашего опыта мы предложили следующую схему полевого скрининга аттрактантов для целевого вида чешуекрылых (Гричанов, 1989а):

1. По последним обзорам (Steck et al., 1982; Мыттус и др., 1983; Скиржавичус, 1988; Arn et al., 1997-2003) и научным сообщениям определяют набор и дозу веществ, наиболее часто встречающихся в составе половых феромонов близких видов, как правило, из того же рода и подсемейства.

2. Осуществляют синтез этих и близких к ним по структуре соединений и нанесение их на капсулы в различных дозах, отличающихся на порядок друг от друга.

3. Испытывают их в виде однокомпонентных приманок

в стандартных феромонных ловушках в местах и во время наиболее вероятного лета имаго вида, численность которого учитывают и прогнозируют обычными методами.

4. Испытывают двухкомпонентные смеси, каждое соединение в дозе, составляющей 1/2 от наиболее часто встречающейся у других видов.

5. При отсутствии положительного результата испытывают трехкомпонентные смеси, каждое вещество в дозе, составляющей 1/3 от оптимальной для близкородственных видов.

6. При аттрактивности каких-либо вариантов дополнительно варьируются дозы и составы смесей. Ряд вариантов может быть исключен в связи с известными в литературе случаями ингибирования (Гричанов, 1991). Дальнейшие испытания зависят от результативности первых этапов полевого скрининга.

Тактика скрининга может включать два этапа. На первом этапе выясняется привлекательность аттрактанта для данного насекомого. Для этого от 10 до 20 и более вариантов предполагаемых аттрактантов устанавливают в ловушки в 3-5 повторностях с плотностью от 4 до 20 ловушек на 1 га по схеме полной рендомизации. Через 3 дня после установки ловушек проводят учет отловленных бабочек. По результатам учета выделяют от 3 до 10 лучших вариантов.

На втором этапе испытаний лучшие варианты размещаются в 15-25 повторностях с плотностью от 1 до 9 ловушек на 1 га по схемам полной рендомизации или рендомизированных блоков (Литтл, Хиллз, 1981). Учеты отловленных самцов проводятся через каждые три дня. Плотность размещения ловушек и продолжительность учетов должны обеспечивать такой отлов бабочек, при котором достоверно отличались бы средние по вариантам от нуля (на первом этапе испытаний) и между собой (на втором этапе). Выявленные лучшие половые аттрактанты желательно сравнить по уловистости с девственными самками, помещенными в стандартные ловушки. Все испытания проводят в период максимального лета бабочек, который регистрируется по учетам яиц на растениях, отлову бабочек на свет, пищевые приманки и другими методами.

2.5. Полевой скрининг антиферомонов

Среди биологически активных веществ, действующих на поведение насекомых, выделяется группа соединений –

аналогов компонентов природных половых феромонов, ингибирующих действие последних. Для насекомых считается перспективным поиск ингибиторов половых аттрактантов (половых антиферомонов). Практический интерес к этим веществам обусловлен возможностью их использования для нарушения ольфакторной ориентации вредных насекомых и, тем самым, снижения численности потомства вредителей.

В многочисленных полевых опытах нами изучено взаимодействие ингибирующих компонентов половых феромонов самок различных видов совок (Гричанов, 1984, 1986, 1988, 1989, 1991). В результате полевого скрининга выявлены следующие соединения, проявляющие ингибирующее действие: для хлопковой совки – цис-9-тетрадеценилацетат, цис-11-гексадеценон и п-докозодиен-5,17, для озимой совки – цис-5-деценилацетат (1 мг), цис-7-додеценилацетат (1 мг), транс-9-додеценилацетат, транс-9-додеценон, транс-9-тетрадеценон, цис-11-гексадеценилацетат, цис-11-гексадеценаль и цис-11-гексадеценон, для серой зерновой совки – цис-9-тетрадеценилацетат, цис-9-гексадеценаль и цис-11-гексадеценон, для совки гамма (*Autographa gamma*) – цис-9-додеценилацетат, транс-9-додеценилацетат, цис-7-тетрадеценилацетат, цис-9-тетрадеценилацетат, для совки ни (*Trichoplusia ni*) – цис-9-додеценилацетат, для пасленовой металловидки – цис-9-тетрадеценилацетат. Нами опубликован обзор соединений, упоминавшихся в мировой литературе как ингибиторы половых аттрактантов, ингибиторы спаривания, мимики феромонов, антиферомоны, параферомоны, дизруптанты, агонисты, антагонисты, гипергонисты и т.д. (Гричанов, 1991; Renou and Guerrero, 2000). В полевых условиях оценка их эффективности ведется по одному показателю – по снижению отлова самцов в ловушки по сравнению с контролем.

Так, например, при полевом скрининге аттрактанта серой зерновой совки установлено, что Z9-14:Ac, Z9-16:Al и Z11-16:OH проявляли статистически значимую ингибирующую активность в отношении основного компонента – Z11-16:Al (табл. 2.13).

Исследовалась ингибирующая активность ряда образцов феромонов для хлопковой и трех – для озимой совки. Для этого исследуемые вещества помещали в одну ловушку с синтетическим аттрактантом и регистрировали прилет самцов в сравнении с контролем. Таким же образом поступали при изучении совместимости половых аттрактантов хлопковой и озимой совок.

Таблица 2.13. Ингибирующее влияние некоторых соединений на аттрактивность цис-11-гексадеценаля (1 мг) для самцов серой зерновой совки

Дата опыта	Ингибитор	Доза ингибитора, мг	Отлов самцов в ловушку		Снижение отлова, %
			на аттрактант (контроль)	на аттрактант с ингибитором	
11-12.VII	Z9-14:Ac	0,5	14,4±2,38	1,5±1,19	90
13-16.VII	Z9-14:Ac	1,0	12,3±2,32	1,2±1,25	90
11-12.VII	Z11-16:OH	0,5	14,4±2,38	0,7±0,25	95
13-16.VII	Z11-16:OH	1,0	12,3±2,32	0,4±0,24	97
11-12.VII	Z9-16:Al	0,5	14,4±2,38	2,2±0,95	84
13-15.VII	Z9-16:Al	0,2	9,5±2,32	2,2±1,11	76

Для проверки ингибирующей активности цис-9-тетрадеценилацетата его препаративные формы помещали в ловушки вместе с источником полового аттрактанта хлопковой совки (смесь цис-11-гексадеценаля и цис-9-гексадеценаля). Судя по отлову самцов в контрольные ловушки, наблюдался полный эффект ингибирования (табл. 2.14). Насыщение воздуха этим ингибитором из расчета 100 мг/га д.в. вызвало снижение прилета самцов хлопковой совки на 56% при недостоверных различиях опыта и контроля.

Помещение цис-8-додеценилацетата в ловушки с половым аттрактантом озимой совки (цис-5-деценилацетат) привело к существенному снижению отлова самцов (эффект ингибирования 82%), однако это вещество не ингибировало аттрактивность цис-9-гексадеценилацетата и цис-9-тетрадеценилацетата (см. табл. 2.14).

Таблица 2.14. Ингибирование активности половых аттрактантов хлопковой и озимой совки (Самарканд)

Дата	Ингибитор и его доза, мг	Аттрактант и его доза, мг	Число ловушек	Число самцов, экз./ловушку $\pm m_k$	
				Хлопковая совка	Озимая совка
20-23.VII	Z9-14:Ac, 1,0	Z-11/Z-9:16Al, 2,0	11	0 а	—
	—	Z-11/Z-9:16Al, 2,0	11	1,9±0,61 б	—
5-8.IX	Z-11/Z-9:16Al, 2,0	Z5-10:Ac, 0,0005	6	4,2±1,74	0,2±0,20 а
	—	Z5-10:Ac, 0,0005	5	—	26,4±1,03 б
9-12. IX	Z8-12:Ac, 1,0	Z5-10:Ac, 0,0005	5	—	5,4±1,81 а
	—	Z5-10:Ac, 0,0005	15	—	20,1±5,34 б
6-9.VII	Z9-12:Ac, 1,0	Z9-14:Ac, 1,0	12	—	8,1±1,43 а
	—	Z9-14:Ac, 1,0	12	—	1,4±0,54 б
6-9.VII	Z8-12:Ac, 1,0	Z9-16:Ac, 1,0	7	—	12,4±5,67 а
	—	Z9-16:Ac, 1,0	2	—	26,5±6,50 а

Механизмы действия выявленных антиферомонов, скорее

всего, существенно отличаются. Ингибирующее действие высокой дозы основного компонента аттрактанта на привлечение самцов может заключаться в том, что в воздушном пространстве внутри ловушки создается дезориентирующая бабочек концентрация вещества, которая оказывает прямой нейробиологический эффект (сенсорную адаптацию феромонных рецепторов на антеннах и торможение в центральной нервной системе). Например, 1 мкг цис-5-деценилацетата является эффективным аттрактантом озимой совки, то же вещество в дозе 1 мг не привлекает самцов этого вида в ловушки (Гричанов, 1984).

Выделение в воздух большого количества одного из нескольких компонентов феромона изменяет естественное соотношение его составляющих и может приводить к несбалансированности сенсорной системы самца. Так, цис-7-додеценилацетат и цис-11-гексадеценилацетат обнаружены в составе полового феромона самок озимой совки в минорных количествах и являются синергистами цис-5-деценилацетата. Увеличение их дозы в приманке до 1 мг резко уменьшает отлов самцов в ловушки (Гричанов, 1984). Аналогичный эффект наблюдался многими авторами у совки *Autographa gamma*, *Panolis flammea*, *Mythimna unipuncta*, *Chrysodeixis chalcites*, *Euxoa auxiliaris*, *E. ochrogaster*, *Xestia baja* и др.

Компоненты, входящие в состав полового феромона самок, но не являющиеся аттрактантами или синергистами аттрактантов, иногда также проявляют ингибирующую активность. Они могут вступать в обратимое взаимодействие с сенсиллами, отвечающими за восприятие самцами аттрактивных компонентов, так как обладают сходной с ними структурой, и временно блокировать чувствительность рецепторов. Так, цис-11-гексадеценол, входящий в половые феромоны самок хлопковой совки и других видов рода *Helicoverpa*, является сильным антиферомоном для этих видов (Teal et al., 1981; Carpenter et al., 1984; Гричанов, 1984, 1986). Аналогичным действием обладают, вероятно, соединения, не выявленные в составе половых феромонов самок соответствующих видов, но незначительно отличающиеся по структуре от основных компонентов аттрактантов. Таковы, например, транс-изомерные антиферомоны *A. segetum*, *A. gamma*, *Xestia cnigrum* и т.д.

Ингибиторы аттрактантов, лишь отдаленно похожие по структуре на компоненты полового феромона самок, могут необратимо соединяться с липопротеидным комплексом рецепторов и вызывать стойкие нарушения в хеморецепции самцов.

Это показано для ацилфторидов, синтетических антиферомонов *Heliothis virescens*, не имеющих аналогов в природе (Prestwich et al., 1986).

2.6. Оценка биологической активности антиферомонов

В последнее время растет число изученных соединений, проявляющих ингибирующую активность по отношению к половым аттрактантам насекомых. Некоторые вещества этого класса удалось получить из экстрактов феромонных желез девственных самок. Другие обнаружены методом широкого лабораторного скрининга и зачастую оказываются лишь отдаленными аналогами природных соединений (Albans et al., 1984). При помещении этих веществ в небольшой дозе в одну ловушку с источником полового аттрактанта наблюдается резкое снижение привлекательности последнего.

Биологическая активность веществ из класса формиатов определена пока для небольшого числа видов чешуекрылых. Известно, что цис-9-тетрадеценилформиат (Z9-14:Fo) проявлял ингибирующую активность к половому аттрактанту хлопковой совки *H. armigera* (Gothilf et al., 1978; Nesbitt et al., 1980). Z11-14:Fo в низких дозах подавлял привлекательность полового аттрактанта листовертки *Argyrotaenia velutinana* (Walker) (Roelofs, Comeau, 1971). Аналогичные результаты были получены при использовании Z9-14:Fo в электрофизиологических и полевых опытах с бабочками *Heliothis virescens* (F.), *Helicoverpa zea* (Boddie), *Pseudaletia includens* (Walk.), *Earias insulana* (Boisd.), *Spodoptera littoralis* (Boisd.), *S. frugiperda* (J. E. Smith), *Chilo suppressalis* (Walk.) (Beevor et al., 1977; Mitchell et al., 1975), а также Z11-16:Fo в опытах с бабочками *Ch. suppressalis* (Beevor et al., 1977).

Вместе с тем, Z7-12:Fo оказался синергистом половых аттрактантов совок *Autographa falcifera* (Kirby) и *A. californica* (Speyer) (Hennebery et al., 1981). В других опытах это соединение проявило себя как аттрактант для совки *Cucullia argentea* (Hfn.), привлекая самцов этого вида как индивидуально, так и в смеси с Z7-12:Ac (Szocs et al., 1981).

Замещение Z11-16:Al на соответствующий ему формиат в бинарной приманке с Z11-16:Ac в качестве основного компонента не снижало активность полового аттрактанта капустной совки (*Mamestra brassicae* L.) (Subchev, Stoilov, 1984). Комбинация из Z9-14:Fo и Z9-14:Al привлекала самцов табачной совки

в такой же степени, что и синтетический аттрактант (вирелюр) или же три девственные самки (Mitchell et al., 1978).

Однако, не была изучена активность для хлопковой совки цис-11-гексадеценилформиата, являющегося аналогом основного компонента феромона самок этого вида — цис-11-гексадеценаля. Осталось невыясненным, может ли этот аналог выступать в роли «имитатора» («заменителя») основного компонента — Z11-16:Al и какова дальность его ингибирующего влияния на аттрактант.

В задачу нашего исследования входила электроантенно-графическая и полевая оценка ингибирующего действия ряда соединений на химическую коммуникацию хлопковой совки (Гричанов и др., 1989).

В электрофизиологических и полевых опытах использовались аттрактивная смесь двух компонентов полового феромона хлопковой совки — цис-9-гексадеценаля и цис-11-гексадеценаля, 0,1:1,9 мг (в дальнейшем СПА ХС), цис-11-гексадеценол (Z11-16:OH), цис-9-тетрадеценилацетат (Z9-14:Ac), цис-9-тетрадеценилформиат (Z9-14:Fo), цис-11-гексадеценилформиат (Z11-16:Fo) синтеза ПО «Флора» (г. Тарту) и Тартуского университета, нанесенные на куски красного резинового шланга длиной 2 см в дозе 1–2 мг/капсулу.

Методика электрофизиологической части работы описана выше (раздел 2.2). С помощью регистрации ЭАГ изучали индивидуальное действие синтетического полового аттрактанта хлопковой совки — СПА ХС, аналогов компонентов полового феромона — Z11-16:Fo и Z9-14:Fo, а также их совместное применение. Электрическую активность хеморецепторов изолированных антенн в виде ЭАГ двухдневных самцов снимали при дозе на носителях 2 мг действующего вещества с экспозицией 500 мсек.

В качестве оценочных использовались следующие характеристики электрической волны возбуждения: длительность фронта волны, его амплитуда, длительность его максимума, так называемого «плато», длительность возврата к норме. Эти параметры дают возможность определения длительности всей волны или полуволны возбуждения.

Характер усредненной кривой ЭАГ определялся замером динамики амплитуд девяти опытов через каждые 200 мсек. Среднестатистические данные из девяти показаний наносились в виде точек на оси ординат и через них вычерчивались кривые. Отсутствие точек каждому временному значению 200 мсек свидетельствует о расположении их точно на кривой.

При камеральном испытании СПА ХС получали четкие и устойчивые в течение длительного времени (90 мин) ответы. Амплитуда ЭАГ составляла 0,85 мВ (рис. 2.1). Скорость достижения максимума величины амплитуды (скорость реакции) составляла 200 мсек. Короткой по времени была также и фаза «плато» (100–200 мсек). Расслабление тонуса возбужденных хеморецепторов осуществлялось очень медленно и возврат их к состоянию покоя мог длиться в течение нескольких секунд и даже десятков секунд. Повторные стимулы раздражений проводились не более одного раза в две минуты. Более частые раздражения приводили к сильному утомлению хеморецепторов, что не позволяло вызвать максимального ответа ЭАГ.

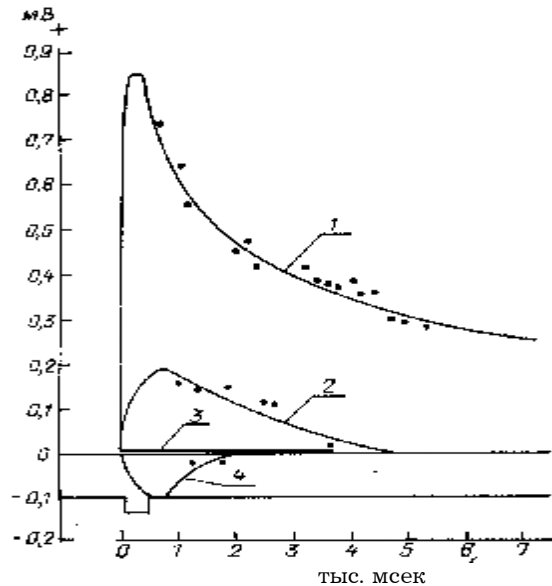


Рис. 2.1. Динамика электрической волны возбуждения антенн самцов бабочек при действии СПА ХС (1), 9-14:Fo (2), 11-16:Fo (3), эталона-воздуха (4)

При раздражении антенны эталонным стимулом воздуха, как правило, регистрировали низко амплитудные (0,1 мВ) быстротечные ЭАГ с противоположной, относительно феромона, отрицательной фазой. Длительность всей волны ЭАГ составляла 2 сек.

Формиаты в значительной степени влияли на ЭАГ. Так, например, Z11-16:Fo полностью нарушал механизм генерирования волны возбуждения, а Z9-14:Fo снижал эффект по сравнению СПА ХС на 90–95% (на графике эти показатели не приводятся).

Одновременное воздействие на хеморецепторы антенн

СПА ХС с Z9-14:Fo уменьшало амплитудный ответ первого на 75–77%. Амплитуда ЭАГ в данном случае достигала только 0,19 мВ, а скорость фронта волны при этом составляла 850–900 мсек с незначительной длительностью плато (около 100 мсек). Значительное удлинение по сравнению с действием аттрактанта развития фронта волны можно объяснить затруднением процесса генерирования электрической активности за счет оказания на рецепторы наряду с возбуждением и тормозящего эффекта. Длительность восстановления продолжалась 3,5 сек. В подобной ситуации Z11-16:Fo проявлял еще больший эффект и полностью маскировал вызываемый эффект СПА ХС — ЭАГ-реакция не возникала. Это свидетельствует, что испытываемые нами формиаты Z9-14:Fo и Z11-16:Fo обладают эффективными свойствами ингибиторов механизма генерирования волны возбуждения хеморецепторов, а Z11-16:Fo из них обладает наибольшим эффектом.

Полевые опыты проводились в 1986–1987 гг. в Южном Таджикистане (колхоз им. Ленина Кумсангирского района Курган-Тюбинской области) в период массового лёта бабочек хлопковой совки I–III поколений. Для испытания соединений и для контрольных учетов бабочек применялись трехгранные феромонные ловушки Атракон АА из ламинированной бумаги. Ловушки размещали и обслуживали по стандартной методике (Булыгинская и др., 1987).

Эффект ингибирования определяли по снижению отлова самцов в ловушки с аттрактантом и испытываемым веществом по сравнению с контрольными ловушками (только с аттрактантом).

В полевых опытах 1986 года в период лёта бабочек 1-го поколения были выставлены ловушки со следующими вариантами: 1) СПА ХС — контроль; 2) СПА ХС + Z9-14:Fo; 3) СПА ХС + Z11-16:Fo. В результате проведенных учетов оказалось, что в последнем варианте почти полностью прекращался лёт самцов в ловушки (эффект ингибирования — 98%), тогда как Z9-14:Fo не влиял на отлов самцов. Увеличение дозы этого вещества до 20 мг (по 10 капсул в каждой ловушке с одной капсулой аттрактанта) привело к снижению отлова самцов на 66% по сравнению с контролем (табл. 2.15). В дальнейших опытах данный препарат не использовался, так как показал низкую ингибирующую активность.

Близкие результаты получены в опытах, проведенных в окрестностях Кустаная, в которых установлено, что Z9-14:Fo (2 мг) уменьшает привлечение самцов серой зерновой совки А.

ансепс в ловушки с половым аттрактантом (цис-11-гексадеценаль, 1 мг) на 88%, а Z11-16:Fo – на 100%.

Таблица 2.15. Влияние формиатов на активность полового аттрактанта хлопковой совки в ловушках (Кумсангирский район, Таджикистан)

Дата опыта	Аттрактант (2 мг) + испытываемое вещество	Доза, мг	Отлов самцов, экз. /ловушку	Снижение отлова, %
16–30.VI	Z9-14:Fo	2,0	14,2	0
	Z11-16:Fo	2,0	0,2	98
	Контроль	2,0	11,8	–
20–29.VI	Z9-14:Fo	20,0	2,3	66
	Z11-16:Fo	2,0	0,1	99
	Контроль	2,0	6,8	–

В опытах 1987 года был проведен сравнительный анализ в ловушках ингибирующей активности Z11-16:Fo с другими известными ингибиторами, который не выявил достоверных отличий в ингибирующем эффекте этого соединения в сравнении с действием цис-11-гексадеценола и цис-9-тетрадеценилацетата (табл. 2.16).

Таблица 2.16. Влияние синтетических соединений на активность полового аттрактанта хлопковой совки в ловушках (Кумсангирский район, Таджикистан)

Дата опыта	Аттрактант (2 мг) + испытываемое вещество	Доза, мг	Отлов самцов, экз./ловушку		Снижение отлова, %
			контроль	опыт	
4–13.VI	Z11-16:OH	2,0	11,2	0,8	93
10–27.VI	Z11-16:OH	2,0	11,8	0,4	97
12–15.VI	Z9-14:Ac	1,0	8,8	0,2	98
13–17.VIII	Z11-16:Fo	2,0	33,3	0,3	99

Таким образом, в лабораторных и полевых экспериментах установлено, что Z11-16:Fo обладает более высокой эффективностью в подавлении реакции самцов на половой аттрактант, чем Z9-14:Fo. Это, вероятно, объясняется тем, что последнее вещество является менее близким по структуре аналогом основного компонента феромона самок хлопковой совки, чем Z11-16:Fo (Гричанов и др., 1989).

Для определения возможности использования Z11-16:Fo в защите растений от хлопковой совки для нарушения феромонной ориентации самцов необходимы были дальнейшие исследования.

В опытах использовали синтетическую аттрактивную

смесь двух компонентов полового феромона самок хлопковой совки – Z9-16:A1 и Z11-16:A1 (5:95), а также Z11-16:Fo синтеза Тартуского госуниверситета, нанесенные на куски красного резинового шланга длиной 2 см в дозе 2 мг/диспенсер.

Исследования проводили совместно с И.В. Шамшевым (ВИЗР) в юго-западном Таджикистане (колхоз им. Ленина Кумсангирского района) на полях хлопчатника в период лёта бабочек хлопковой совки I–III поколений.

Для определения аттрактивности бинарных препаратов их помещали в феромонные ловушки Атракон АА. Применяли также открытые полиэтиленовые ловушки с размером клеевой поверхности 140x140 см (Шамшев, Гричанов, 1987).

В опытах по определению дальности ингибирования испарители с Z11-16:Fo располагали на расстоянии 500, 250, 100, 50, 25 и 0 см от капсул с синтетическим аттрактантом. В первых трех вариантах препаративные формы антиферомона размещали по периметру квадратов со стороной 10, 5 и 2 м. На каждом участке выставлялось по 20 диспенсеров, на делянках 5x5 и 2x2 м они были сдвоены. Диспенсеры с Z11-16:Fo подвешивали на черешки верхушечных листьев растений хлопчатника. В центре каждого участка размещали ловушки Атракон АА с синтетическим аттрактантом на высоте около 20 см над верхушками растений. В открытых ловушках испарители ингибитора помещали на клеевой поверхности на расстоянии 50, 25 и 0 см от источника синтетического аттрактанта с учетом преобладающего ночью направления ветра. Во всех этих опытах предполагалось, что источник синтетического аттрактанта в ловушках моделирует выделяющую феромон самку хлопковой совки.

Нарушение ольфакторной ориентации самцов проводили на делянках площадью 100 м², на каждой развешивая по 100 диспенсеров с Z11-16:Fo (доза 20 г/га действующего вещества); в центре каждого участка устанавливали учетную ловушку Атракон АА с синтетическим аттрактантом.

Повторность всех вариантов – трехкратная. Учет отловленных самцов проводили ежедневно. Открытые ловушки ставили на закате и убирали на рассвете. Эффективность ингибирования определяли по снижению отлова бабочек в ловушки на опытных вариантах по сравнению с контролем. Достоверность отличий средних оценивали по критерию Фишера и многогранговому критерию Дункана (Литтл, Хиллз, 1981).

Опыт с замещением основного компонента полового аттрактанта хлопковой совки Z11-16:A1 на Z11-16:Fo показал,

что приманка с формиатом была не аттрактивна (табл. 2.17), т. е. это соединение не является «имитатором» («мимиком») Z11-16:A1. Антиферомонные или аттрактивные свойства формиатов, как известно, обнаружены путем широкого эмпирического скрининга. У самок каких-либо видов чешуекрылых эти соединения не найдены. Различия в проявлении активности одними и теми же веществами создают определенные трудности для понимания механизмов действия формиатов (Bartell, 1982). В опытах с табачной совкой объясняли аттрактивность смеси с участием формиата, замещающего один из альдегидов, близостью их химических структур (Mitchell et al., 1978). Позднее в аналогичных опытах с тем же видом был получен прямо противоположный результат, т.е. бинарная приманка не привлекала самцов (Klun et al., 1979). Мы попытались внести ясность в этот вопрос.

Таблица 2.17. Аттрактивность бинарных приманок для самцов хлопковой совки (Кумсангирский район, Таджикистан)

Дата опыта	Вариант	Отлов самцов*, экз./ловушку, ± ошибка
1-4.VII	Z11-16:Fo+Z9-16:A1	0 а
1-4. VII	Z11-16:A1+Z9-16:A1	6,2±2,08 б

* Одинаковыми буквами алфавита обозначены недостоверно отличающиеся показатели ($p = 0,05$). То же в табл. 2.18 и 2.19.

Для разработки технологии применения формиатов в целях нарушения химической коммуникации бабочек важно знать дальность их ингибирующего влияния. Совместно с И.В. Шамшевым (ВИЗР) мы изучали зависимость ингибирующего действия Z11-16:Fo от схемы его размещения в макроловушках относительно испарителей синтетического аттрактанта в период лёта бабочек второго поколения хлопковой совки. Результаты этих опытов представлены в таблице 2.18 и на рисунке 2.2.

Таблица 2.18. Отлов самцов хлопковой совки феромонными ловушками при окружении их источниками антиферомона (Таджикистан)

Дата опыта	Расстояние между источниками антиферомона и аттрактанта, см	Отлов самцов, экз./ловушку, ± ошибка
20-26.VII	250	27,4±6,58 а
	500	32,6±6,58 а
	Контроль	19,2±5,81 а
24-26.VII	100	12,2±5,99 а
	250	4,8±0,73 а
	Контроль	11,2±5,38 а

Оказалось, что Z11-16:Fo на расстоянии 500–100 см от источника полового аттрактанта не влияет на его привлекательность. Мы связываем это с характером пространственного взаимодействия феромонных облаков аттрактанта и Z11-16:Fo. Можно предположить, что если источник антиферомона находится на расстоянии 500–100 см от источника аттрактанта, их облака не взаимодействуют. Перекрытие облаков происходит при расположении капсул с антиферомоном и синтетическим аттрактантом рядом в центре ловушки или при расположении испарителя антиферомона с наветренной и подветренной стороны относительно источника синтетического аттрактанта (рис. 2.2). В последнем случае большое значение имеет точность помещения антиферомона и аттрактанта на условной оси основного направления ветра.

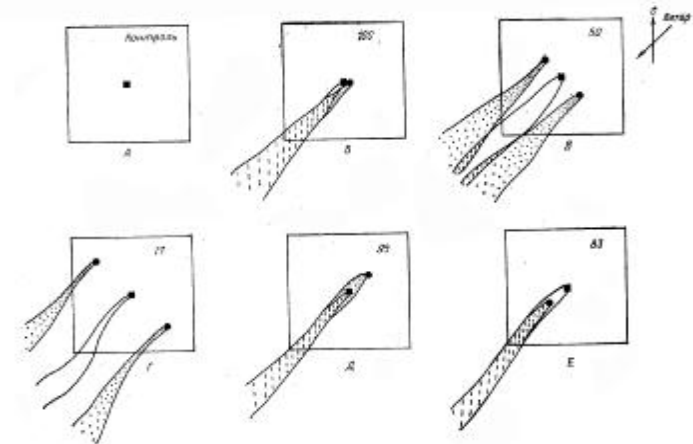


Рис. 2.2. Снижение отлова (% от контроля) самцов хлопковой совки в открытые феромонные ловушки в зависимости от схемы размещения 11-16:Fo и аттрактанта. В контроле 18 бабочек в среднем за одну ночь. А-Е – отдельные варианты: А – ловушки без 11-16:Fo (контроль); Б – 11-16:Fo рядом с аттрактантом; В, Д, Е – 11-16:Fo на расстоянии 25 см от аттрактанта; Г – 11-16:Fo на расстоянии 50 см от аттрактанта. На рисунках показаны гипотетические облака аттрактанта и 11-16:Fo

Так, при размещении 2 капсул с аттрактантом и 2 капсул с ингибитором в центре открытой клеевой ловушки не было отловлено ни одного самца хлопковой совки; в контрольной ловушке обнаружено 26 самцов. При установке 2 капсул Z11-16:Fo по диагонали ловушки, перпендикулярной преобладающему в ночные часы направлению (юго-восточному) ветра, на расстоянии 50 см от центра, было отловлено 13 самцов. Во втором опыте расположение 2 капсул с аттрактантом в центре и 2 капсул с ингибитором с подветренной стороны от центра

на расстоянии 25 см от него привело к отлову 3 самцов, а с наветренной стороны на том же расстоянии – только 1 самца; в контрольную ловушку в эту ночь прилетело 19 самцов. Наконец, в третьем опыте по одной капсуле с антиферомоном располагались по бокам от преобладающего направления ночного ветра на расстояниях 25 и 50 см от центра. В первом варианте было отловлено 9 самцов, во втором – 17, в контроле – 9. На рис. 2.2 указаны относительные усредненные результаты по всем опытам.

Таким образом, обнаружено, что Z11-16:Fo полностью ингибирует активность полового аттрактанта при помещении их испарителей вместе в центре ловушки. Антиферомон проявляет неполную (83–95%) ингибирующую активность на расстоянии 25 см от источника аттрактанта, если их феромонные облака перекрываются полностью в пределах ловушки, независимо от того, с подветренной или наветренной стороны находится ингибитор относительно источника аттрактанта. Z11-16:Fo не проявляет ингибирующей активности на расстояниях 25 и 50 см от источника полового аттрактанта, если их феромонные облака не перекрываются в пределах площади ловушки.

Анализ степени отклонения прилетающих бабочек от условной оси основного направления ветра показал, что большинство самцов хлопковой совки «приземляются» на клеевую поверхность с подветренной стороны. Более 80% отловленных бабочек находились в секторе с вершиной в центре ловушки, ограниченном углом $\pm 45^\circ$ относительно оси направления ветра. Направление ночного ветра в течение всех дней опыта оставалось практически неизменным. Различие между вариантами опыта было несущественным. Распределение прилетевших самцов по кольцевым зонам на разных расстояниях от центра было примерно одинаковым независимо от положения антиферомона.

Зависимость эффективности антиферомонов от схемы их размещения относительно источника аттрактанта установлена также для листовертки *Coleophora laricella* (Priesner, Witzgall, 1984). Учитывая эти данные, а также результаты наших исследований, можно предположить, что формиаты – ингибиторы аттрактантов – проявляют себя как биологически активные вещества только в непосредственной близости с источником полового феромона. Отсюда следует, что в опытах по нарушению феромонной ориентации должна быть использована такая тактика размещения испарителей, при которой расстоя-

ние между отдельными препаративными формами антиферомона невелико.

Для демонстрации принципиальной возможности нарушения феромонной ориентации самцов хлопковой совки с помощью Z11-16:Fo был поставлен следующий опыт. На каждой из трех делянок хлопчатника равномерно развешивали на растениях по 100 испарителей с антиферомоном в дозе 2 мг/диспенсер. Общая доза действующего вещества составила 20 г в пересчете на 1 га (1 капсула на 1 м²). Эффективность снижения отлова на опытных делянках по сравнению с контрольными по результатам вылова бабочек в учетные ловушки составила 97% (табл. 2.19). Для того, чтобы рекомендовать предложенный метод в практику, в дальнейшем необходимо провести оценку эффективности насыщения воздуха Z11-16:Fo по снижению потомства вредителя.

Таблица 2.19. Снижение отлова самцов хлопковой совки в ловушки при насыщении воздуха цис-11-гексадецилформиадом (Кумсангирский район, Таджикистан)

Дата опыта	Вариант	Отлов самцов, экз./лов. $\pm$ ошибка	Снижение отлова, %
23–28.VIII	Z11-16:Fo	1,0 $\pm$ 0,59 а	97
23–28.VIII	Контроль	34,7 $\pm$ 13,97 б	–

Аналогичные эксперименты по нарушению химической коммуникации с использованием Z9-14:Fo, проводившейся в США на площади 12 га, показали, что степень осемененности самок природной популяции кукурузной совки снизилась на 50% при расходе действующего вещества 213,3 г/га за сезон в шести обработках, повторявшихся каждые 7 дней. Такой же результат получен и в опытах с табачной совкой, но динамика откладки яиц и числа гусениц на обработанных участках отличалась высокой вариабельностью и достоверно не отличалась от ситуации на контрольных участках (Hennebery et al., 1981; McLaughlin et al., 1981; Mitchell, McLaughlin, 1982).

Таким образом, несмотря на близость химической структуры цис-11-гексадеценаля и Z11-16:Fo, последний не может рассматриваться в качестве «имитатора» аттрактанта, вызывающего аналогичную поведенческую реакцию. Z11-16:Fo является эффективным ингибитором привлекательности полового аттрактанта хлопковой совки. Его ингибирующее действие наблюдается при помещении рядом с источником синтетического аттрактанта или, по крайней мере, в 25 см от испарителя на условной оси основного направления ветра с подветрен-

ной или наветренной стороны. При расположении испарителей Z11-16:Fo на линии, перпендикулярной условной оси основного направления ветра на расстоянии 25 см и более от диспенсера феромона, ингибирующий эффект отсутствует. Z11-16:Fo нарушает ольфакторную ориентацию самцов хлопковой совки при насыщении им воздуха с нормой расхода 20 г/га д. в. (Шамшев, Гричанов, 1989).

В 1980-е годы были обнаружены ингибиторы аттрактивности (антиферомоны) для ряда чешуекрылых, не имеющие аналогов среди половых аттрактантов: цис-12-гептадецен-2-он для *Heliothis virescens* (Albans et al., 1984), цис-гептадиен-1,12 для *Helicoverpa zea*, цис, цис-гептатриен-1, 12, 14 для *Amyelois transitella* (Carlson, McLaughlin, 1985) и другие. Аналогичное вещество – докозадиен-5,17 было испытано в сочетании с половым аттрактантом хлопковой совки *H. armigera* (Булеза, 1989). В этой работе предполагается, что докозадиен является синергистом основных компонентов аттрактанта.

Цель нашего исследования заключалась во всесторонней оценке биологической активности докозадиена-5,17 в ловушках и изучении возможности его применения в защите растений, в частности, для нарушения химической коммуникации бабочек хлопковой совки.

Синтез докозадиена и его нанесение на отрезки трубки из красной резины длиной 2 см осуществлен в Тартуском государственном университете (Эстония). Микрокапсулирование вещества произведено в научно-производственном объединении «Государственный институт прикладной химии» (г. Санкт-Петербург). Полевые опыты проведены в юго-западном Таджикистане (Кумсангирский район) в 1986–1988 годах.

Для определения влияния докозадиена на активность полового аттрактанта хлопковой совки (смесь цис-11-гексадеценаля и цис-9-гексадеценаля в соотношении 1,9:0,1 мг на резиновых капсулах) испытывали резиновые препаративные формы, содержавшие двухкомпонентный аттрактант с примесью 0,1, 0,2, 0,4 и 0,6 мг докозадиена. Контролем служил чистый половой аттрактант. Каждый вариант приманки был выставлен во время лета бабочек в 5 трехгранных ловушках Атракон АА (площадь клеевой поверхности 400 см²) с клеем «Пестификс». В этом опыте наблюдалось слабое ингибирующее действие докозадиена, причем его ингибирующая активность увеличивалась пропорционально нанесенной па капсулу дозе соединения (табл. 2.20). Так, отлов в ловушки с приманкой, содержавшей 0,6 мг ингибитора, оказался почти в

два раза меньше, чем в ловушки с чистым половым аттрактантом.

Таблица 2.20. Влияние докозадиена-5,17 на активность полового аттрактанта хлопковой совки (цис-11-гексадеценаль + цис-9-гексадеценаль, 1,9:0,1 мг) (Кумсангирский район, Таджикистан)

Период опыта	Количество докозадиена в приманке, %	Отлов самцов/ловушку ± ошибка*	Снижение отлова, %
19–28. VI	0	9,4±1,99 а	
	5	7,8±1,35 аб	17
	9	7,6±2,40 аб	19
	17	5,4±0,87 б	43
	23	4,6±1,77 б	51
16–25.VII	0	7,7±1,72 а	–
	5	7,7±2,23 аб	0
	9	9,9±2,90 а	0
	17	3,8±0,89 б	51
	23	3,8±0,69 б	51

* Одинаковыми буквами алфавита обозначены недостоверно отличающиеся показатели (при 5%-ом уровне значимости). То же в табл. 2.21, 2.22

Опыт повторяли в период нарастания численности бабочек хлопковой совки II поколения (16–25 июля 1986 г.). Каждый вариант размещали в 15 повторностях. Приманки с примесью 0,6 и 0,4 мг ингибитора опять оказались наименее аттрактивными (табл. 2.20). При суммировании результатов двух опытов оказалось, что 5–9% докозадиена в приманке практически не изменяет отлов самцов, а примесь 17–23% ингибитора снижает его на 46–51%.

С целью установления дозы докозадиена, вызывающей полное ингибирование аттрактанта хлопковой совки в ловушках, провели серию опытов с повышенными дозировками антиферомона. Препараты устанавливали по аналогичной методике в 5 повторностях. В результате исследований показано, что помещение в одну ловушку капсул с 2 мг аттрактанта и 2 мг ингибитора приводит к снижению отлова самцов на 81% по отношению к контролю (с 9,2 до 1,7 бабочек в ловушку в опыте 11–27 июня 1987 г.), а добавление 10 мг докозадиена – на 100% (с 10,6 самцов в контроле до 0 в опыте 8–13 июня 1987 г.). В повторном эксперименте 21–27 августа 1988 г. также достигнут 100%-ный эффект ингибирования полового аттрактанта препаратом докозадиена (10 мг), хранившегося более года в прохладном месте. Контрольный отлов бабочек – 12,8 самцов каждой ловушкой. Отличия во всех опытах статистически достоверны (p = 0,05).

Интересны результаты опыта по пространственному разделению резиновых источников аттрактанта и ингибитора в пределах феромонной ловушки Атракон АА. В одном варианте опыта капсулу с докозадиеном поместили на клеевой поверхности, а капсулу с аттрактантом подвесили на проволоке в центре ловушки в 10 см над клеевой поверхностью. В другом варианте капсулы с аттрактантом и антиферомоном меняли местами. В эксперименте, проведенном 13–17 июня 1987г., показано, что докозадиен (10 мг/капсулу), помещенный в 10 см над аттрактантом, не влияет на активность последнего, тогда как обратное расположение капсул с действующими веществами снижает отлов самцов на 89%. В эталоне (капсулы с аттрактантом и ингибитором находились рядом на клеевой поверхности) наблюдали снижение отлова самцов на 94%. Отлов хлопковой совки в контроле – 3,1 самца в ловушку. На основании этого опыта можно предположить, что докозадиен проявляет ингибирующую активность только на близком расстоянии от источника полового аттрактанта.

На следующем этапе исследований изучали возможность нарушения химической коммуникации хлопковой совки путем опрыскивания растений хлопчатника микрокапсулированным докозадиеном. Эталон служили аналогичные обработки делянок микрокапсулированным половым аттрактантом этого вредителя (Шамшев и др., 1987).

Предварительно тестировали микрокапсулированный докозадиен в ловушках, помещая его вместе с микрокапсулированным аттрактантом. Количество действующего вещества в каждой ловушке было увеличено, так как по нашим данным уровень эмиссии феромона из микрокапсул в 10–15 раз ниже уровня его эмиссии из резиновых капсул. Результаты (табл. 2.21) свидетельствуют, что антиферомон в микрокапсулах также подавляет активность полового аттрактанта хлопковой совки.

Таблица 2.21. Влияние микрокапсулированного докозадиена-5,17 на активность полового аттрактанта хлопковой совки в микрокапсулах. Контроль – половой аттрактант на красной резине (Кумсангирский район, Таджикистан)

Состав приманки	Количество д.в., мг/ловушку	Отлов самцов/ловушку/неделю ± ошибка
Аттрактант	20	7,5±1,66 а
Аттрактант + ингибитор	20+20	0 б
Контроль	2	19,5±6,75 а

Для дезориентации самцов в полевом опыте делянки хлопчатника площадью 100 м² опрыскивали в период лета бабочек II поколения (1987 г.) суспензией следующего состава (Beroza et al., 1974):

Микрокапсулы с докозадиеном-5,17	– 20%
1%-ный раствор оксиэтилцеллюлозы	– 29%
1%-ный раствор КОН	– 1,7%
Латекс БАК (полимер бутилакрилата и акрилонитрила)	– 2,0%
Вода	– 47,3%

Микрокапсулы имели следующие характеристики: оболочка желатиновая, диаметр микрокапсул и дисперсность – 0,5–0,315 мм – 51%, 0,25–0,125 мм и 49%. Ядро – раствор докозадиена в ксилоле, содержащий 2,5% д. в., наполнение – 83,5%, содержание д.в. в капсулах – 2,08%, летучесть д.в. в комнатных условиях за сутки – 2,17%, за 30 суток – 2,91%.

Внесение суспензии проводили с помощью ручного опрыскивателя ОР-0,25. В центре каждой делянки на кольях на высоте 20–30 см над верхушками растений хлопчатника развешивали учетные феромонные ловушки Атракон АА с половым аттрактантом хлопковой совки. Опытные, эталонные и контрольные участки размещали рендомизированно. Повторность опыта – трехкратная. Расстояние между делянками – 50 м. Приманку в учетных ловушках заменяли через день. Дезориентивную активность микрокапсулированных препаратов оценивали по снижению отлова самцов феромонными ловушками и осемененности привязанных девственных самок в возрасте 3–4 суток.

Результаты этого опыта (табл. 2.22) показали, что микрокапсулированный докозадиен при расходе микрокапсул 23,3 г/делянку (48,5 г/га д. в.) снижает отлов самцов феромонными ловушками и степень осемененности самок, нарушая тем самым ориентацию самцов хлопковой совки к источникам как синтетического, так и природного феромона (Гричанов и др., 1991). Значительное и статистически достоверное ($p=0,05$) снижение отлова бабочек в этом варианте наблюдалось только в первые три дня опыта, тогда как в эталоне (делянки, обработанные микрокапсулированным СПА) высокий эффект дезориентации сохранялся до конца опыта, то есть 11 суток. В целом на участках, обработанных микрокапсулами как антиферомона, так и полового аттрактанта, снижение отлова самцов по отношению к контролю было достоверным ($p = 0,05$).

Таблица 2.22. Эффективность обработок хлопчатника микрокапсулированным докозадиеном-5,17 (опыт) и половым аттрактантом хлопковой совки (эталон). Контроль – без обработки (Кумсангирский район, Таджикистан)

Период учета	Вариант обработки	Отлов самцов/ловушку ± ошибка	Снижение отлова, %	Степень осемененности самок, %
15–18.VIII	Опыт	3,0±1,16 а	88	17
	Эталон	0 б	100	17
	Контроль	25,7±13,5 в	–	100
18–22.VIII	Опыт	11,0±4,94 а	55	–
	Эталон	0,7±0,67 б	97	–
	Контроль	24,7±10,35 а	–	–
22–26.VIII	Опыт	7,3±5,85 а	59	–
	Эталон	2,0±2,00 б	89	–
	Контроль	17,7±8,68 а	–	–
15–26.VIII (всего)	Опыт	21,3±3,29 а	69	17
	Эталон	2,7±2,67 б	96	17
	Контроль	68,0±12,76 в	–	100

Таким образом, эффективность внесения на поле докозадиена-5,17 относительно невысока по сравнению с эффективностью синтетического полового аттрактанта, но она значительно превышает эффективность действия других известных ингибиторов аттрактивности хлопковой совки – цис-9-тетрадеценилацетата и цис-11-гексадецениола (Гричанов, 1986). Докозадиен имеет преимущество также перед стандартными инсектицидами, так как относится к типу аналогов феромонов, которые являются малотоксичными для человека, полезных животных и растений, и может применяться в сравнительно низких дозах действующего вещества. Изученный антиферомон, гораздо более дешевый, чем половой аттрактант, целесообразно в дальнейшем испытать на больших площадях хлопчатника (не менее 20 га), оценивая его эффективность по снижению численности и вредоносности гусениц хлопковой совки (Гричанов и др., 1991).

Итак, приведены подробные результаты полевых и лабораторных экспериментов 1985 – 1990 гг. с наиболее эффективными антиферомонами для хлопковой совки. Из десятков испытанных нами в полевых условиях антиферомонов выявлены наиболее активные – цис-11-гексадеценилформиат и п-докозадиен-5,17 (Гричанов и др., 1989, 1991). Эти вещества применяли в мелкоделяночных опытах для нарушения химической коммуникации бабочек хлопковой совки. Формиат ис-

пользовали в резиновых капсулах с нормой расхода 20 г/га д.в., докозадиен – в микрокапсулах (50 г/га д.в.). Эффективность применения антиферомонов оказалась сравнимой с эффектом от синтетического аттрактанта. Проведенные затем совместно с А.А. Ракитиным (ВИЗР) лабораторные электрофизиологические исследования формиатов подтвердили результаты полевого скрининга.

2.7. Статистический анализ сходства и различия аттрактантов и их ингибиторов

Как видно из предыдущих разделов, тактика полевого скрининга антиферомонов имеет свои особенности (Гричанов, 1989). Результаты следующего теоретического анализа, проведенного автором по оригинальной методике, позволяют, как нам кажется, облегчить поиск еще не известных половых антиферомонов для бабочек.

Нами проанализированы вещества, которые указаны как ингибиторы аттрактантов для чешуекрылых 10 семейств. Оценка их эффективности ведется исследователями по одному показателю – по снижению отлова самцов в ловушки по сравнению с отловом бабочек в контрольные ловушки со стандартной приманкой (синтетический половой аттрактант или девственные самки), поэтому в полевых экспериментах невозможно установить разницу между половыми репеллентами и собственно антиферомонами. Всего нами по литературным данным учтено 63 таких соединения для 95 видов бабочек – листоверток (34 вида) и совок (39 видов), а также для представителей семейств Gracillariidae (1 вид), Plutellidae (2), Acrolepiidae (1), Oecophoridae (1), Gelechiidae (5), Sesiidae (2), Zygaenidae (2), Pyralidae (8), Notodontidae (1), и Lasiocampidae (1).

Из списка ингибиторов исключены компоненты половых аттрактантов тех же видов (около 20), механизм ингибирующего действия которых заключается, по-видимому, в создании в воздушном пространстве внутри ловушки дезориентирующей бабочек высокой концентрации вещества. Механизм действия остальных соединений, скорее всего, состоит в обратимом или необратимом взаимодействии ингибиторов с сенсиллами, отвечающими за восприятие самцами аттрактивных компонентов, и блокаде чувствительности рецепторов (Гричанов, 1989).

На основе списка ингибиторов половых аттрактантов составлены пары «основной компонент полового аттрактанта –

ингибитор полового аттрактанта», которых оказалось около 200 (для каждого вида бабочек указано, в среднем, два антиферомона). При статистическом анализе структурного сходства половых аттрактантов и их ингибиторов все соединения были распределены по химическим классам, включающим абсолютное большинство феромонов.

Из химических классов соединений, к которым относятся половые аттрактанты, проанализированы наиболее распространенные: соединения с цис-изомерией; ацетаты; 12, 14 и 16-атомные (по числу атомов углерода) компоненты. Распределение ингибиторов осуществлено по классам соединений трех групп, охватывающих подавляющее большинство их. В I-й группе выделены цис- и транс-изомеры, а также диолефины; не учтены алканы и триены. Во II-й группе ингибиторы распределены на спирты, ацетаты и альдегиды; не учтены кетоны и формиаты. III-я группа подразделена на соединения с 10, 12, 14 и 16-ю атомами углерода; не учтены некоторые ингибиторы с 18-ю и с нечетным числом атомов углерода.

В результате сравнения классов половых аттрактантов и соответствующих им ингибиторов по каждому виду оказалось, что большая часть цис-изомерных аттрактантов ингибируется цис-изомерными соединениями, большинство ацетатов – ацетатами, а 12, 14 и 16-атомные аттрактанты – преимущественно 12, 14 и 16-атомными ингибиторами соответственно (табл. 2.23). Эти результаты показывают, что известные антиферомоны весьма близки по химической структуре к половым аттрактантам. На следующем этапе расчетов мы выяснили, насколько велики различия между ними.

Для анализа различий аттрактантов и их ингибиторов мы использовали принцип «одного шага» («*one-change*») (Steck et al., 1982), который гласит, что все компоненты полового феромона самок конкретного вида отличаются друг от друга только на одну позицию: по типу функциональной группы, или по числу (четному) углеродных атомов, или же по наличию, количеству и положению двойных связей в молекуле. В соответствии с этим правилом мы считали различающимися по одной позиции, например, следующие пары «аттрактант – ингибитор»:

а) по цис/транс-изомерии: цис-11-тетрадеценаль – транс-11-тетрадеценаль;

б) по положению двойной связи в молекуле: цис-11-тетрадеценаль – цис-9-тетрадеценаль;

в) по числу двойных связей: цис-9, транс-11-тетрадекадиенилацетат – цис-9-тетрадеценилацетат;

г) по числу (четному) углеродных атомов: цис-11-гексадеценилацетат – цис-11-тетрадеценилацетат;

д) по типу функциональной группы: цис-11-гексадеценаль – цис-11-гексадеценол;

е) по числу биохимических преобразований в цепи биосинтеза (Bjostadt et al., 1984; Schwarz et al., 1983): цис-11-гексадеценилацетат – цис-9-тетрадеценилацетат.

Таблица 2.23. Структурное сходство половых аттрактантов чешуекрылых с их ингибиторами

Химический класс основных компонентов аттрактантов	Распределение ингибиторов по классам соединений (% от числа пар «аттрактант – ингибитор»)				Количество учтенных пар «аттрактант – ингибитор»
	цис-изомеры	транс-изомеры	диолефины		
Цис-изомеры	76	22	2		160
	спирты	ацетаты	альдегиды		
Ацетаты	27	69	4		173
	C ₁₀ -атомные	C ₁₂ -атомные	C ₁₄ -атомные	C ₁₆ -атомные	
C ₁₂ -атомные	6	58	34	2	48
C ₁₄ -атомны	0	14	82	4	93
C ₁₆ -атомные	4	16	34	46	56

Все другие сочетания аттрактантов и их ингибиторов почитали различающимися по двум и более позициям.

Анализ пар половых аттрактантов и их ингибиторов для каждого вида показал, что наиболее часто встречается различие по одной позиции (табл. 2.24). Это преобладание наблюдается как в целом для феромонов изученных чешуекрылых, так и для отдельных семейств. Наиболее типичным различием аттрактантов и соответствующих им ингибиторов всех чешуекрылых является различие по типу функциональной группы (I-й тип). Относительно часто встречаются также отличия по цис/транс-изомерии (II), по положению двойной связи (III) и по числу биохимических преобразований в биосинтезе (IV). Сравнивая частоту встречаемости этих типов различий у листоверток и совок, можно заметить, что ингибиторы аттрактантов листоверток отличаются от аттрактантов совок – по I и IV типам различий (см. табл. 2.24).

Таблица 2.24. Частота встречаемости типов различий половых аттрактантов и их ингибиторов (в % от общего числа пар)

Группа чешуекрылых	Типы различий аттрактантов и их ингибиторов по 1 позиции (частота встречаемости, %)							Различие по 2 и более позициям (%)	Количество пар «аттрактант – ингибитор»
	по цис-транс-изомерии	по положению двойной связи	по числу двойных связей	по типу функциональной группы	по числу углеродных атомов	по цепи биосинтеза	Всего		
Листовертки	22	20	1	26	1	3	73	27	74
Совки	2	9	5	29	2	20	67	33	80
Другие чешуе-	21	10	2	31	5	14	83	17	42
Все чешуекрылые	14	13	3	28	2	12	72	28	196

Таким образом, половые аттрактанты и их ингибиторы (антиферомоны) очень близки по своей химической структуре. Многие из антиферомонов обнаружены в половых феромонах родственных видов бабочек и, скорее всего, участвуют в репродуктивной изоляции близких видов. Благодаря своему сходству с половыми аттрактантами они могут восприниматься сенсиллами антенн конспецифичных видов чешуекрылых, не разрушая их систему хеморецепции, и в то же время быстро разлагаясь под влиянием соответствующих ферментов.

Синтетические антиферомоны, отсутствующие в живой природе (формиааты, некоторые кетоны, фтор- и хлорсодержащие вещества), отличаются от натуральных, как правило, лишь замещенной функциональной группой. Из-за своего сходства с аттрактантами они, вероятно, также могут соединяться с липопротеидным комплексом рецепторов, но вызывают стойкие или даже необратимые нарушения в хеморецепции самцов (Prestwich et al., 1986).

Во многих работах доказано, что ингибиторы входят в состав полового феромона, обеспечивая репродуктивную изоляцию вида. В наших опытах не удалось подобрать пару видов совок с полностью совместимыми в одной ловушке половыми аттрактантами (Гричанов, 1988, 1989, 1991). При этом эмпирически установлено важное для дальнейшего скрининга правило: привлечение самцов разных видов ингибируется одним и тем же соединением в тех случаях, когда конспецифичные самки имеют идентичный основной компонент полового феромона. Полным или неполным взаимным ингибированием обладали половые аттрактанты *A. anseps*, *A. gatta* и *A.*

exclamationis, чьи бабочки в Северном Казахстане летают одновременно, а также аттрактанты *A. segetum*, *H. armigera* и *Ch. chalcites* для условий Южного Таджикистана. Ингибирующий эффект проявляется на небольших расстояниях (25 - 50 см) от источника аттрактанта, что установлено в специально поставленных опытах с макроловушками (Шамшев, Гричанов, 1987).

Проведенное нами сопоставление половых аттрактантов и соответствующих ингибиторов для 96 видов чешуекрылых показало, что известные антиферомоны в большинстве случаев очень близки по химической структуре к половым аттрактантам.

Полученные нами результаты могут быть использованы в скрининге новых антиферомонов, перспективных для применения в защите растений

2.8. Заключение

Выявленные нами хемотаксономические закономерности в структуре феромонов чешуекрылых позволили провести ускоренный полевой скрининг половых аттрактантов для ряда важнейших вредных видов совок. Отсутствие или незавершенность лабораторных исследований не помешали выявить ранее неизвестный аттрактант серой зерновой совки, оптимизировать аттрактанты хлопковой, озимой и других совок. Мы показали, что в наиболее изученных таксонах чешуекрылых полевой скрининг половых аттрактантов вышел на первое место в первичных исследованиях феромонов. Метод полевого скрининга является одним из лучших для выявления антиферомонов (ингибиторов аттрактантов). Для доказательства высокой эффективности ингибиторов необходимы дополнительные электрофизиологические и этологические исследования, а также полевые опыты по нарушению химической коммуникации бабочек. Полный цикл такого рода работ был проведен нами с формиатом и докозациеном - антиферомонами хлопковой совки.

Проведены многолетние эксперименты по совместному использованию в ловушках половых аттрактантов разных видов совок. Исследованы в полевых условиях механизмы взаимного ингибирования половых аттрактантов. На основе списка антиферомонов (Гричанов, 1991) установлено структурное сходство большинства пар "главный компонент полового аттрактанта - ингибитор полового аттрактанта".

Лишь имея надежные стандартные половые феромоны с малой вариабельностью активности можно разрабатывать пути их практического применения. Результаты наших исследований по полевому скринингу дали возможность научно обосновать и конкретизировать общие подходы к применению феромонов, в первую очередь для надзора и прогноза серой зерновой и хлопковой совки, а также других чешуекрылых.

Аттрактивность и видоспецифичность препаративных форм синтетических половых аттрактантов (на примере вредителей плодового сада)

3.1. Введение

Плодовый сад, как многолетний агробиоценоз, характеризуется большим разнообразием населяющих его членистоногих и насчитывает в Европейской части бывшего СССР свыше 400 видов фитофагов, повреждающих почки, листья, соцветия и плоды деревьев (Васильев, Лившиц, 1984). Среди них, наряду с клещами, во всех зонах плодового мира наиболее опасными вредителями являются листоевтки (включая плодожорок), при массовом размножении которых потери валового урожая яблок могут достигать 60-90%, при этом снижается товарная ценность и лежкость плодов (Громова, 1964; Галетенко, 1966; Vanwetswinkel, Paternotte, 1970; Ольховская-Буркова, 1972; Караджов, 1974; Minks, 1975; Sereni, Manereni, 1983; Емельяненко, 1986; Славгородская-Курпиева, 1986; Шапарь, 1987; Дусманов, 1995 и др.).

Последние три десятилетия в садах, помимо листоевток, стали хозяйственно значимыми вредителями представители семейства молей - как нижнесторонняя минирующая моль-пестрянка *Phyllonorycter pyrifoliella* Grsm. и моль-малютка *Stigmella malinella* Schrank. (Мормылева, 1972; Холченков, 1973). В Северо-Западном регионе России потери урожая яблони от рябиновой моли *Argyresthia conjugella* Z. в отдельные годы превышали потери, вызываемые яблонной плодожоркой (Кузнецов, 1994). В некоторых регионах наблюдается также увеличение численности представителей семейства Noctuidae (Рябчинская, 2002).

Многолетнее и интенсивное применение препаратов разных химических классов в борьбе с вредными чешуекрылыми приводит к серьезным нарушениям в садовом агробиоценозе. Это проявляется в обеднении его видового состава, массовом размножении отдельных видов и смене доминантных вредителей в результате уничтожения их естественных врагов и развития резистентности к применяемым пестицидам (Lord, 1968; Franz, 1977; Turpin, York, 1981; Madsen, Madsen, 1982; Толстова, Атанов, 1982; Толстова, Атанов, 1985).

Дестабилизация фитосанитарной обстановки в садах под влиянием пестицидов требует максимального снижения токсич-

ческой нагрузки при сохранении высокой эффективности защитных мероприятий за счет их экологизации, повышенной оперативности и целенаправленности. Частично решение этой проблемы стало возможным благодаря появлению в ассортименте современных средств защиты растений синтетических половых аттрактантов (СПА) – аналогов природных феромонов чешуекрылых, которые широко применяют для надзора за их популяциями. Известны положительные результаты использования половых аттрактантов в качестве активных средств борьбы методами дезориентации и самцового вакуума (Сундукова и др., 1986; Буров, Сазонов, 1987; Емельянов, Булыгинская, 1999) или их сочетания с инсектицидами (Madsen et al., 1979; Hagley, 1977) и стерилиантами (Булыгинская, 1981, Анисимов, Булыгинская, 1999), а также для выявления очагов карантинных вредителей (Сметник, Шумаков, 1991).

Феромонный мониторинг численности вредных чешуекрылых является важным элементом современной интегрированной защиты плодовых садов от комплекса вредителей (Riedl, 1980; Touzeau, 1981; Burghardt, Knauf, 1983; Буров, Сазонов, 1987; Приставко, 1989; Емельянов и др., 2002). Использование синтетических половых аттрактантов (СПА) в качестве средств мониторинга позволяет, в сравнении с другими методами учета, своевременно и с высокой степенью точности фиксировать момент появления вредных чешуекрылых на значительных площадях и оценивать уровни их численности для прогноза оптимальных сроков защитных мероприятий.

С помощью феромонного мониторинга можно объективно оценить видовой состав вредных чешуекрылых, что способствует более целенаправленному использованию инсектицидов против конкретных вредителей в различных агроклиматических зонах. Это повышает эффективность защитных мероприятий и ведет к сокращению объемов применения средств борьбы. Кроме того, феромонный мониторинг позволяет уточнить состав второстепенных вредных чешуекрылых и обнаружить виды, напрямую не связанные с яблоней, как кормовой культурой, но обитающие в садах на травянистой растительности и обогащающих видовое разнообразие агробиоценоза. Не исключено, что эти виды чешуекрылых способствуют сохранению энтомофагов на достаточно высоком уровне, необходимым для регулирования численности фитофагов, развивающихся на яблоне.

За более чем 45-летний период, с момента расшифровки феромона тутового шелкопряда (Butenand, 1959), в мире

синтезированы сотни СПА чешуекрылых, включая практически все экономически значимые виды листоверток, огневков, совков, молей, волнянок, пядениц и представителей других семейств этого отряда (Arn et al., 1997-2003). Среди них имеются как отдельные вещества определенной структуры и стереохимии, так и многокомпонентные составы, имитирующие активность естественных феромонов.

Сложность расшифровки состава компонентов и химической структуры половых феромонов связаны с их ничтожно малыми (10-14 мкг) количествами, выделяемыми самками насекомых. Однако достижения 80-90 гг. XX века в области инструментальной техники способствовали выделению и раскрытию химического состава этих сложных органических веществ, продуцируемых в малых дозах. Если к 1976 г. было изучено строение половых феромонов и отдельных их компонентов у 40 видов чешуекрылых насекомых (Carde, 1976), к 1984 г. – у 670 видов (Campion, 1984), то в 2000 году – 1716 видов (по данным электронного справочника Arn et al., 1997-2003). К настоящему моменту по нашей оценке установлено около 1800 синтетических аналогов феромонов.

Однако, несмотря на достигнутые успехи в области изучения феромонов чешуекрылых и создания их синтетических аналогов, в мире не известен ни один вид насекомого, у которого был бы до конца расшифрован состав полового феромона (Скиркявичус, 1975; Скиркявичус 1986; Arn et al., 1997-2003). Важен также факт наличия у одного и того же вида, например, кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn., «феромонных рас», которые продуцируют феромоны, отличающиеся составом и соотношением компонентов в разных точках его ареала (Klun, Maini, 1979; Фролов, 1987). Именно поэтому уровень селективности и эффективности СПА зависит от того, с какой полнотой они соответствуют естественным феромонам самок. С другой стороны, биологический эффект феромонных препаратов в значительной степени обусловлен равномерностью и длительностью эмиссии аттрактивных веществ из диспенсеров в разных климатических условиях, то есть их свойствами (Буров, Сазонов, 1987).

В целях повышения эффективности СПА в качестве средств мониторинга вредных чешуекрылых плодовых культур и разработки их новых препаративных форм (Arn et al., 1997-2003) в мире проводятся интенсивные исследования по более полной идентификации компонентов феромонов чешуекрылых и синтезу их аналогов. К сожалению, в России в по-

следнее десятилетие научные исследования и практические разработки в этой области ограничены. В связи с этим, ассортимент препаративных форм СПА невелик, а ряд из них не обладает достаточной степенью специфичности и продолжительностью срока действия (требуют неоднократной замены диспенсера с препаратом в течение сезона) для получения объективных результатов. Это препятствует совершенствованию метода феромонного мониторинга численности вредных чешуекрылых плодового сада и его более широкому применению. Такие исследования актуальны и современны.

Изучение химической структуры природных феромонов чешуекрылых выявило, что они относятся к ненасыщенным спиртам, эфирам и ацетатам с длиной углеродной цепи от 10 до 21 атома с двойными связями (чаще всего) в 5, 7, 9 и 11 положениях (Inscoc, Beroza, 1976; Steck et al., 1982; Мыттус и др., 1983). Как правило, феромоны являются смесями, содержащими от 4 до 20 компонентов в определенных соотношениях. После расшифровки состава и строения компонентов феромонов ряда вредных чешуекрылых были синтезированы их функциональные аналоги, которые, благодаря наработке в достаточно больших количествах, стали широко применяться в практике плодового сада.

Однако необходимо отметить, что СПА не идентичны природным феромонам, состав компонентов которых для большинства видов полностью не расшифрован (Plimmer et al., 1982; Буров, Сазонов, 1987). Поэтому их видоспецифичность и длительность действия не всегда отвечают требованиям задач мониторинга вредителей в разных зонах. При этом важными моментами являются химическая чистота используемых веществ, отсутствие примесей геометрических изомеров, которые могут выступать в качестве ингибиторов, а также постоянство соотношения компонентов смесей и их концентрации. Соблюдение этих условий обеспечивает высокую аттрактивность и специфичность СПА, несмотря на то, что многие из этих веществ могут быть общими для ряда видов чешуекрылых (Мыттус и др., 1980; Arn et al., 1997-2003).

На биологическую эффективность СПА большое влияние оказывают также факторы внешней среды, прежде всего, температура воздуха. Так, установлено, что оптимальной среднесуточной температурой, при которой отлавливается максимальное количество бабочек, является +21°C (Приставко, Черный, 1974; Богданова и др., 1980), при среднесуточных температурах, превышающих +24°C, наступает угнетение лёта бабо-

чек. При этом в меньшей степени высокая температура угнетает лёт яблонной плодовой и ивовой кривоусой листовертки, в большей - плодовой и смородинной листоверток (Приставко и др., 1976). Реальные скорости испарения аттрактантов из препаратов в вечерние и ночные часы гораздо ниже, чем при расчетах в среднем за сутки (Кейсер и др., 1981; Завелишко, Вылегжанина, 1988).

Поскольку биологическая активность аттрактанта определяется скоростью его испарения в атмосфере, большое значение имеет препаративная форма, в которой применяются эти высоколетучие вещества. СПА относятся к группе препаратов с медленным и регулируемым освобождением действующих веществ (controlled release formulations), к которым предъявляются следующие требования: (Marrs, Seaman, 1978; Plimmer, 1983; Черный, 1990):

- медленное освобождение аттрактанта из испарителя с постоянной скоростью;
- поддержание его концентрации в полевых условиях на необходимом уровне;
- защита от химического разложения;
- совпадение ритма испарения с циклом активности вредителя и др.

Обеспечение этих требований в значительной степени зависит от качества применяемого испарителя (диспенсера), так как физико-механические свойства используемых субстратов влияют на интенсивность выделения феромона и, соответственно, на активность привлечения насекомых к его источникам.

Как показали исследования, из всех испытываемых типов диспенсеров (микрокапсул, полых волокон, полимерных пластин, картона, смазывающих порошков), наиболее равномерное и длительное испарение полового аттрактанта в широком диапазоне температур (15-29°C) обеспечивают полые волокна (Rotschild, 1979; Caro et al., 1977). При этом большое значение имеют размеры и толщина диспенсера, так как аттрактант освобождается медленнее из более крупных испарителей с более толстыми оболочками, а также молекулярная масса действующего вещества, поскольку низкомолекулярные соединения легче проникают через оболочки мембран, чем высокомолекулярные (Bierl-Leonhardt et al., 1979; Campion et al., 1983).

Исследования по оценке скорости испарения феромона яблонной плодовой в зависимости от диаметра отверстия диспенсера и конструкции ловушки показали, что уменьшение отверстия капсулы, через которое испаряется феромон, с 5 до

0,15 мм замедляет скорость эмиссии в первый месяц на 24-27%, а в более закрытых конструкциях ловушек скорость улетучивания аттрактанта из диспенсера также снижается. В результате полевых испытаний было установлено, что наибольшее количество действующего вещества (в среднем 75%) выделяется в течение первых двух недель (Колесова и др., 1984).

Именно поэтому в мире, наряду с исследованиями в области расшифровки природных феромонов насекомых и синтеза их аналогов, ведется интенсивная работа по созданию различных препаративных форм половых аттрактантов, способных эффективно конкурировать с их природными источниками.

Ниже приводятся результаты наших исследований по совершенствованию ассортимента СПА чешуекрылых, путем его пополнения новыми препаративными формами этих биологически активных веществ, созданных кафедрой органической химии Эстонского аграрного университета.

3.2. Методические особенности работы в садах

В полевом скрининге было испытано более 50 препаративных форм синтетических половых аттрактантов для 27 видов чешуекрылых синтеза АО "Флора" и кафедры органической химии Эстонского аграрного университета (г. Тарту).

В качестве носителя препаративных форм испытали новый тип диспенсера - миникет-таблетку. Эталонном служил широко используемый в сельском хозяйстве диспенсер типа ферофлор производства АО "Флора". Ферофлор диспенсер представляет собой резиновую трубку (технический каучук – ГОСТ 5496-78) цилиндрической формы, длиной $18 \pm 0,5$ мм, внешний и внутренний диаметры которой равняются 8,6 и 5 мм, соответственно; весом 800 ± 50 мг и площадью испарения – 900 мм^2 (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Характеристика использованных в опытах диспенсеров

Тип и форма диспенсера	Вес, мг	Площадь испарения, мм^2	Поверхностный фактор, мм^{-1}
Ферофлор (резиновая трубка)	800 ± 50	$900 \pm 10\%$	$1,1 \pm 10\%$
Миникет (таблетка)	150 ± 20	133	1,3

Миникет-диспенсер имеет форму плоскоцилиндрической таблетки весом 150 мг, с площадью испарения в 6,7 раза

меньшей, чем эталон (133 мм^2). Для миникет-таблетки был использован специальный субстрат, состоящий из полиэтерного бутенового полимера из натурального каучука, антиоксиданта с черным карбоном и силикогелем в качестве наполнителя, а также полимер красного цвета, маркированный Must Kumm (фирма Nevea). В экспериментах использовали преимущественно тип диспенсера в виде таблетки.

В качестве средств мониторинга численности яблонной плодовой гнили за годы исследований испытано 5 новых препаративных форм (табл. 3.2), для которых эталоном являлся ферофлор СРМК, содержащий один компонент Е8,Е10-додекадиенол (кодлемон).

Таблица 3.2. Характеристика препаративных форм СПА яблонной плодовой гнили и их действующих веществ

Препаративная форма СПА, тип диспенсера	Компоненты	Соотношение компонентов (мг)	Доза действующего вещества (мг)
СР (эталон) резиновая трубка	Е8,Е10-додекадиенол	0,8	0,8
UMD миникет-таблетка	Е8,Е10-додекадиенол Додеканол	0,8 0,2	1,0
UMV миникет-таблетка	Е8,Е10-додекадиенол Додеканол	0,4 0,05	0,45
UMK миникет-таблетка	Е8,Е10-додекадиенол Додеканол	0,4 0,2	0,6
UMM1 миникет-таблетка	Е8,Е10-додекадиенол додеканол Е10-додеценол Е9-додеценол Е8-додеценол	0,4 0,05 0,05 0,05 0,05	0,6
UMM2 минифер-таблетка	Е8,Е10-додекадиенол додеканол Е10-додеценол Е9-додеценол Е8-додеценол	0,4 0,02 0,02 0,02 0,02	0,48

Новые препаративные формы СПА яблонной плодовой гнили были представлены двух- и пятикомпонентными смесями кодлемона и его гомологов. При этом следует подчеркнуть, что содержание кодлемона было равным 0,8 мг/таблетку только в эталоне и одной из смесей (UMD). В остальных случаях оно было снижено в 2 раза. Содержание додеканола и его гомологов было неодинаковым: в двухкомпонентных смесях UMD и UMV додеканол был представлен в количестве 0,2 и 0,05 мг, в пятикомпонентных смесях количественные составы аттрактивных веществ были представлены наряду с додеканолом его тремя

гомологами в равных соотношениях – по 0,002 мг (общее количество 0,08 мг) и по 0,005 (общее количество 0,02 мг).

Для плодовой изменчивой листовертки испытывали 6 препаративных форм СПА, причем эталонами служили двухкомпонентные смеси ХН-61 и ХН-411 с разным соотношением ацетата кодлемона и цис-8-додеценилацетата (табл. 3.3). Трехкомпонентные смеси ЕРF1, ЕРF2 и ННМ4 в качестве добавки к указанным выше двум компонентам содержали транс-8-додеценилацетат в разных количествах и соотношениях. В трехкомпонентную смесь ННМ3 вместо цис-8-додеценилацетата дополнительно был введен спирт додеканол в дозе 0,5 мг.

Таблица 3.3. Характеристика препаративных форм СПА плодовой изменчивой листовертки и их действующих веществ

Препаративная форма аттрактанта, тип диспенсера	Компоненты	Соотношение компонентов
ХН-61(эталон) резиновая трубка	Е8,Е10-додеценилацетат Z8-додеценилацетат	0,6 0,4
ХН-411 (эталон) резиновая трубка	Е8,Е10-додеценилацетат Z8-додеценилацетат	0,7 0,3
ЕРF1 миникет-таблетка	Е8,Е10-додеценилацетат Z8-додеценилацетат Е8-додеценилацетат	0,4 0,5 0,1
ЕРF2 миникет-таблетка	Е8,Е10-додеценилацетат Z8-додеценилацетат Е8-додеценилацетат	0,2 0,1 0,7
ННМ4 миникет-таблетка	Е8,Е10-додеценилацетат Z8-додеценилацетат Е8-додеценилацетат	0,6 0,3 0,1
ННМ3 миникет-таблетка	Е8,Е10-додеценилацетат Е8-додеценилацетат додеканол	0,35 0,15 0,5

Для мониторинга численности всеядной листовертки в 1999-2001 гг. в разных зонах исследований было испытано в сравнении с эталоном 27 новых препаративных форм половых аттрактантов всеядной листовертки на основе цис- и транс-изомеров тетрадеценилацетатов в разных соотношениях в зависимости от года исследований, из них 16 композиций были с добавкой цис- и транс-гомологов тетрадецена в разных соотношениях (табл. 3.4).

За годы исследований в полевых опытах было испытано 11 препаративных форм синтетических половых аттрактантов рябиновой моли, из которых в качестве эталона была взята двухкомпонентная смесь Z13-октадеценилацетата и Z11-гексадеценилацетата. Десять остальных двухкомпонентных феромонных смесей содержали различные сочетания указан-

ных выше компонентов (табл. 3.5).

Таблица 3.4. Характеристика препаративных форм СПА всеядной листовертки

Препаративная форма аттрактанта, тип диспенсера	Основные компоненты	Соотношение основных компонентов	Доза, мг
1999 год			
АР (эталон) резиновая трубка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,65 0,35	1
АР -5 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,60 0,40	1
АР-6 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,50 0,50	1
АР-7 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,40 0,60	1
АР-8 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,20 0,80	1
АР-10 миникет-таблетка	Е11-тетрадеценилацетат	-	1
2000 год			
Р-5V миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,60 0,40	0,3
Р-5 (эталон) миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,60 0,40	1
Р-5S миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат	0,60 0,40	3
Р-6 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Z11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,05	1,05
Р-7 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Z11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,1	1,1
Р-8 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Z11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,2	1,2
Р-9 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Z11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,5	1,5
Р11 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,05	1,05
Р12 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,1	1,1
Р13 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,2	1,2
Р14 миникет-таблетка	Z11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценилацетат Е11-тетрадеценон	0,60 0,40 0,5	1,5

Таблица 3.5. Характеристика препаративных форм СПА рябиновой моли

Препаративная форма аттрактанта, тип диспенсера	Основные компоненты	Соотношение основных компонентов	Доза, мг
АС (эталон) резиновая трубка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,3 0,7	1
АСG миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,5 0,95	1
АСF миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,1 0,9	1
АСЕ миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,3 0,7	1
АСD миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,5 0,5	1
АСС миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,8 0,2	1
РК-5 миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,05 0,125	0,2
РК-4 миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,1 0,25	0,35
РК-3 (=АСЕ) миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,3 0,7	1
РК-2 миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	0,5 0,5	1
РК-1 миникет-таблетка	Z13-октадеценилацетат Z11-гексадеценилацетат	1,5 1,5	3

Для розанной, ивовой кривоусой, сетчатой и почковой листоверток были использованы две препаративные формы на разных типах диспенсеров (табл. 3.6). В этой же таблице охарактеризованы СПА других видов чешуекрылых, использованных в экспериментах по мониторингу (см. главу 4).

Таблица 3.6. Препаративные формы СПА вредных чешуекрылых

Виды чешуекрылых	Синтетический половой аттрактант		
	препаративная форма аттрактанта	компоненты	соотношение компонентов
1	2	3	4
Краснокрылая плодожорка	МТТ**	Z8-E10-додеценол	100
Сливовая плодожорка	GF*	Z11-додеценилацетат	100
		E11-додеценилацетат	3
	GF-2*	Z11-додеценилацетат	100
		E11-додеценилацетат	3
Розанная листовертка	AR (эталон)*	додеценилацетат	30
		Z11-тетрадеценилацетат	90
		Z11-тетрадеценол	10

1	2	3	4
	ARO3**	Z11-тетрадеценилацетат	90
		Z11-тетрадеценол	10
Свинцовополосая листовертка	LEC**	Z11-тетрадеценилацетат	20
		Z11-тетрадеценол	80
Белопятнистая листовертка	CRH1**	E11-тетрадеценилацетат	100
Подкоровая листовертка	EP*	Z9-додеценилацетат	50
		E9-додеценилацетат	50
	EP**	Z9-додеценилацетат	50
		E9-додеценилацетат	50
Ивовая кривоусая листовертка`	PH-91*	Z11-тетрадеценилацетат	90
		Z9-тетрадеценилацетат	10
	PH-111*	Z11-тетрадеценилацетат	90
		Z9-тетрадеценилацетат	10
		Z11-тетрадеценол	10
	HEP1**	Z11-тетрадеценилацетат	90
		Z9-тетрадеценилацетат	10
		Z11-тетрадеценол	10
Сетчатая листовертка	AO*	Z11-тетрадеценилацетат	10
		Z9-тетрадеценилацетат	90
	ADO**	E11-тетрадеценилацетат	20
		Z9-тетрадеценилацетат	80
Почковая листовертка	SO (эталон)*	Z8-тетрадеценилацетат	99
		Z8-тетрадеценол	1
	SOC**	Z8-тетрадеценилацетат	100
Пёстрозолотистая листовертка	AX*	Z11-тетрадеценилацетат	90
		E11-тетрадеценилацетат	10
Темножилковая листовертка	CLS**	E11-тетрадеценилацетат	75
		Z9-тетрадеценилацетат	25
Соевая листовертка	LAF1**	Z11-тетрадеценол	100
Дубовая листовертка	TB**	Z11-тетрадеценилацетат	100
Яблонная стеклянница	SM*	Z3,Z13-октадеценилацетат	50
		E3,Z13-октадеценилацетат	2,5
Яблонная нижнесторонняя моль-пестрянка	MM*	E10-додеценилацетат	100
Горностаевая яблонная моль	YP*	Z11-тетрадеценилацетат	20
		Z11-пентадеценилацетат	80
		E11-тетрадеценилацетат	7
		Z9-пентадеценилацетат	1
Восклицательная совка	CE*	Z5-тетрадеценилацетат	90
		Z9-тетрадеценилацетат	10
Совка-гамма	AG*	Z7-додеценилацетат	100
Совка ипсилон	AY-860*	Z9-тетрадеценилацетат	6
		Z7-тетрадеценилацетат	4
		Z11-пентадеценилацетат	4
		16Ac	1

* Половой аттрактант на резиновой трубке

** Половой аттрактант на миникет-таблетке

Отлов бабочек производили на промышленные образцы дельта - ловушек типа «Атракон» производства фирмы «Флора» (рис. 3.1) Комплект этой феромонной ловушки содержит одну картонную или пластиковую заготовку ловушки Атракон, 1-3 резиновые капсулы с синтетическим аттрактантом и 10 клеевых вкладышей с клеем "Пестификс" (АО «Флора») или аналогичным ему по качеству энтомологическим клеем.

Для отлова применяли дельта-ловушки «Атракон А» для листоверток и молей с размером донца 18 x 10 см и «Атракон АА» для совок с площадью донца 29 x 13 см. Лист ламинированного картона или пластика складывался в виде трехгранной призмы, торцы шириной 2,5 см загибались во внутрь. С 1997 до 1999 г. работу проводили с ловушками из ламинированной бумаги, но с 1999 г. перешли на употребление гофропластовых ловушек, преимуществом которых была их долговечность.

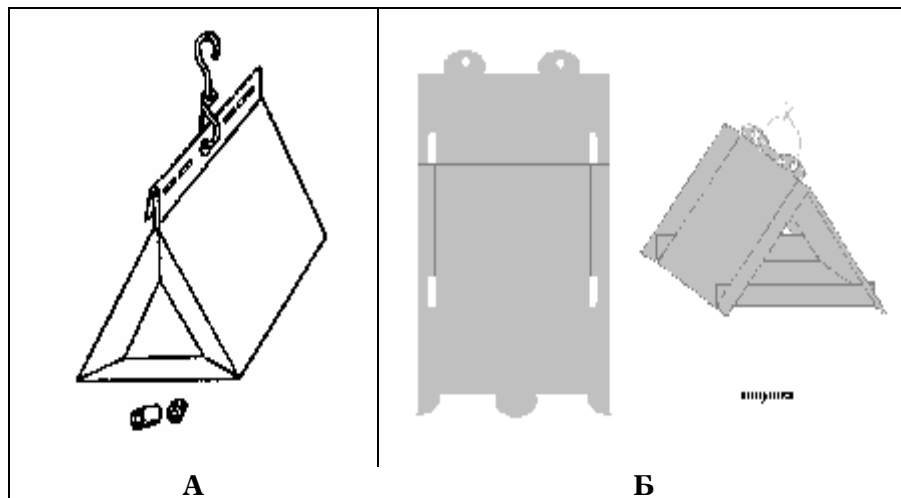


Рис. 3.1. Феромонные ловушки типа Атракон. А – из ламинированной бумаги. Б – из гофропласта

Исследования проводили в садовом и лесном биотопах по общепринятой методике испытания новых аттрактантов (Шумаков и др., 1980). Согласно этой методике, в саду сразу после окончания цветения яблони ловушки развешивали на высоте 1,5-2 м над уровнем почвы с западной или юго-западной (теневой) стороны дерева, не допуская попадания на ловушки прямых солнечных лучей, в параллельных рядах, с промежутками между ними – 2 ряда деревьев. В больших садах в

целях мониторинга вредителей ловушки вывешивали из расчета 1 лов. на 5 га с расстоянием между ними не менее 50 м.

Число размещаемых ловушек варьировало в зависимости от наличия феромонных композиций. Во всех зонах исследований феромонные ловушки с различными вариантами аттрактантов располагали на деревьях яблони или лесных породах рендомизированно, не менее, чем в пяти повторностях. Расстояние между вариантами СПА для одного и того же вида бабочек было не менее 30 м. Учет отловленных насекомых проводили 1-2 раза в неделю. При обработке результатов отлова величину уловов выражали в количестве пойманных бабочек в среднем на 1 ловушку за сутки.

При установке ловушки на дно помещали вкладыш с клеем «Пестификс», в центре ловушки на проволоке или скрепке подвешивали резиновую трубку с аттрактантом или на пластиковом креплении миникет-таблетку. Клеевые вкладыши заменялись по мере загрязнения, как правило, при каждом учете. На юге диспенсеры заменялись один раз в течение сезона, в Северо-западном регионе – испытывались варианты с заменой и без замены диспенсеров.

Видовую принадлежность бабочек, отловленных в ловушки, определяли по морфологическим признакам гениталий по методике В.И.Кузнецова (1978). Согласно этой методике отчлененное брюшко самца бабочки помещали в 10%-ный раствор едкой щелочи (КОН или NAOH), кипятили над спиртовкой несколько минут для просветления, затем промывали его в дистиллированной воде. Под биноклем осматривали структуры гениталий, которые просматривали в 20%-ном растворе глицерина и идентифицировали их по определителю В.И.Кузнецова (1978). Видовая принадлежность отработанных таким методом чешуекрылых дополнительно подтверждалась сотрудниками ЗИН РАН (В.И.Кузнецов, И.Л.Сухарева, А. Матов, С.Ю.Синев, А.Л. Львовский) за что авторы выражают им глубокую благодарность.

Сведения о составе половых феромонов (аттрактантов) отловленных нами видов и его научную новизну проверяли по ежегодно обновляемой глобальной базе данных Arn H. et al., 1997-2003 [<http://pherolist/phlist>; <http://pheronet/phlist> (Швейцария)].

При обработке результатов исследований использовали стандартные статистические методы анализа (Доспехов, 1973). Математические расчеты производили с использованием стандартных пакетов статистических программ Microsoft Excel и Statgraphics для современных персональных компьютеров.

3.3. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА яблонной плодоярки *Cydia pomonella* L.

Первые сведения о половом аттрактанте яблонной плодоярки относятся к началу 70-х годов. В ряде работ американских исследований (Roelofs et al., 1971; Beroza, 1974) установлено, что основным компонентом природного феромона плодоярки является транс-8, транс-10-додекадиен-1-ол. Это соединение, названное кодлемоном, обладает высокой биологической активностью в отношении яблонной плодоярки, так как нижний порог его восприятия самцами составляет 10 мкг (Буда, 1981).

В дальнейшем, по мере совершенствования методов исследования, было обнаружено 8 (Einhorn et al., 1984), а позднее – 13 соединений (Arn et al., 1985), входящих в состав феромона яблонной плодоярки. Эти компоненты были представлены кодлемоном и его изомерами, 6 из которых являются диеноловыми спиртами, 5 являются моноэтиловыми спиртами с длинной углеродной цепочки 10, 12, 14, 16 и 18 атомов (Causse, 1988) и 2 соединения являются ацетатами. При этом было установлено содержание кодлемона в феромонной железе самок, которое составляет 56-65% от всей смеси, спирта 1-додеканола содержится 18-20%, спирта 1-гексадеканола – 4-8%, а содержание остальных соединений колеблется в пределах от 0,4 до 2-3% (Einhorn et al., 1988). Следует отметить также, что реакция самцов на то или иное соотношение компонентов феромона яблонной плодоярки в естественных условиях существенно меняется в зависимости от региона исследований (Bartell et al., 1988).

В связи с этим для повышения эффективности феромонных препаратов яблонной плодоярки синтетики делают попытки добавлять к кодлемону минорные компоненты в разных соотношениях. В качестве испарителя применяют резиновую трубку с содержанием кодлемона 1 мг, активность которой поддерживается на одном уровне в течении месяца. Снижение содержания действующего вещества с 1,0 до 0,05 мг снижает эффективность отлова из-за высокой скорости испарения и непродолжительного срока действия (Кейсер и др., 1980; McDonough et al., 1995), в то же время увеличение содержания действующего вещества в два раза не повышает аттрактивность препарата (Павлов, 2002).

В нашей работе мы изучали аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА яблонной пло-

доярки на миникет-таблетке в виде двухкомпонентных и пятикомпонентных смесей кодлемона с додеканолом и его гомологами в разных соотношениях и дозах. В качестве эталона использовали широко применяемый в практике аттрактант ферофлор СРМК на резиновой трубке с содержанием кодлемона 0,8 мг.

Исследования, проведенные в 2000 г. в зоне двух полных поколений яблонной плодоярки на фоне ее высокой численности (Краснодарский край) показали, что наилучшие результаты по отлову самцов вредителя были получены при использовании препаративной формы UMV (табл. 3.7).

Таблица 3.7. Сравнительная аттрактивность различных препаративных форм СПА яблонной плодоярки

Препаративная форма аттрактанта	Состав и содержание (мг) компонентов в препаративной форме						Улов самцов целевого вида, экз./лов./ сезон	Видоспецифичность, %	
	Кодлемон	Додеканол	E10-додекадиен-1-ол	E9-додекадиен-1-ол	E8-додекадиен-1-ол	Доля минорных компонентов по отношению к кодлемону		целевой вид	нецелевые виды
Краснодарский край (Центральная зона, 2000 г.)									
UMM 1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	1/2	130,5±1,2	99,1	0,9
UMM 2	0,4	0,05	0,02	0,02	0,02	1/4	97,5±0,3	91,0	9,0
UMV	0,4	0,05	—	—	—	1/8	152,2±0,9	99,5	0,5
UMK	0,4	0,2	—	—	—	1/2	110,0±0,6	93,8	7,2
Ферофлор СРМК (эталон)	0,8	—	—	—	—	0	115,9±1,3	88,4	11,6
Ленинградская область (г.Пушкин, 2001 г.)									
UMD	0,8	0,2	—	—	—	1/4	37,6 ± 11,3	99,4	0,6
UMK	0,4	0,2	—	—	—	1/2	10,5 ± 4,0	50,7	49,3*
Ферофлор СРМК (эталон)	0,8	—	—	—	—	0	38,8 ± 14,8	95,5	0,5

**Hedya dimidiata* Cl.

В этом препарате действующее вещество представлено смесью кодлемона со спиртом додеканолом, в которой содержание первого компонента снижено в 2 раза по сравнению с эталоном, а минорный компонент (додеканол), составляет 1/8 часть от количества кодлемона. Эта смесь обладала наибольшей аттрактивностью для самцов вредителя и значительно превосходила эталон СРМК по результатам отлова. Увеличение доли додеканола до 50% в двухкомпонентной смеси снижало уловистость самцов как в зоне с высокой численностью,

так и на фоне низкой численности в Ленинградской области (2001 г.), что видно на примере препарата УМК (табл. 3.7). Полевая оценка видоспецифичности другой двухкомпонентной препаративной формы яблонной плодовой UMD в зоне с одним поколением вредителя показала, что добавка к полной норме содержания кодлемона (0,8 мг) додеканолола в количестве 0,2 мг не повышала аттрактивности препарата UMD в сравнении с эталоном СРМК, но увеличила видоспецифичность до 99% (табл. 3.7).

При использовании пятикомпонентных смесей, содержащих половинную дозу кодлемона и, помимо додеканолола, еще 3 спирта (Е8-, Е9- и 10-додекадиенолы) в качестве минорных компонентов, лучшие результаты были получены с препаратом UMM1, в котором количество всех спиртов составляло 50% от количества кодлемона. Если указанные спирты составляли только 25% от дозы основного компонента (препарат UMM2), аттрактивность наоборот снижалась (табл. 3.7). Однако препарат UMM1 по эффективности отлова уступал препарату UMV.

Видоспецифичность испытанных пяти препаративных форм СПА яблонной плодовой в Краснодарском крае была высокой и составляла 91-99,5%, превосходя по этому показателю эталон. Среди нецелевых видов отмечена плодовая изменчивая листовертка *Hedya nubiferana* и нижнесторонняя минирующая моль-пестрянка *Phyllonorycter pyrifoliella*, которая больше всего привлекалась на препарат УМК. В Ленинградской обл. на новые препараты из нецелевых видов летела листовертка *Hedya dimidiata*, при этом отмечено резкое снижение видоспецифичности препарата УМК до 49,3%. Аналогичные результаты при использовании препаратов UMD и UMV получены в Эстонии (Mottus et al., 2001).

Таким образом, двухлетняя оценка пяти новых препаративных форм СПА яблонной плодовой выявила препарат UMV, представляющий собой миникет-таблетку с действующим веществом в виде двухкомпонентной смеси кодлемона с додеканололом в количестве 0,4 мг и 0,05 мг, соответственно. Этот препарат при сохранении высокой степени специфичности для яблонной плодовой, по эффективности отлова самцов превосходит применяемый в практике аттрактант ферофлор СРМК.

Установлено, что на эффективность препаратов большое значение оказывает соотношение кодлемона и спирта. Так, 12,5%-ная, относительно кодлемона, добавка минорного компо-

нента вызывает синергический эффект, что приводит к увеличению отлова вредителя, как наблюдалось при использовании препарата UMV. В том случае, когда содержание минорного компонента достигает 50% по отношению к кодлемону, видоспецифичность снижается и повышается аттрактивность СПА для нецелевых видов. Добавка к полной норме минорного компонента не давала преимуществ в отлове целевого вида перед применяемым в практике аттрактантом. В полевых исследованиях обнаружено также, что наиболее эффективная препаративная форма СПА на миникет-таблетке UMV значительно превосходит по продолжительности действия эталонный препарат ферофлор СРМК на резиновой трубке. Так, в 2000 г. в Краснодарском крае за период наблюдений со второй декады мая до первой декады сентября, то есть за период от начала цветения яблони и до уборки урожая, в саду, где преобладал сорт Симиренко, отлов самцов препаратом UMV проводили без замены диспенсера (миникет-таблетки). В то же время как при использовании эталона, возникала необходимость в замене диспенсера (резиновой трубки) дважды за сезон (рис. 3.2).

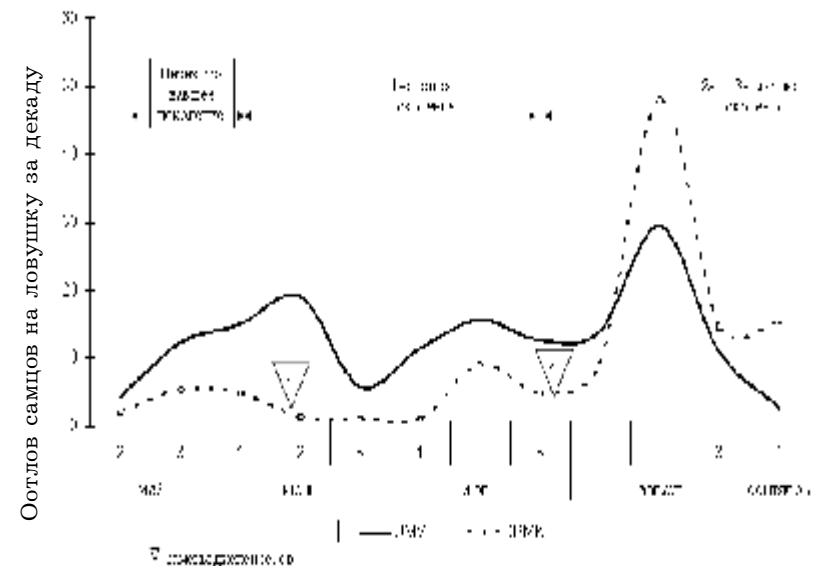


Рис. 3.2. Сравнительная длительность действия препаратов UMV на миникет-таблетке и ферофлор СРМК на резиновой трубке (Краснодарский край, 2000 г.)

В специальных исследованиях (Mottus et al., 2000), показано, что у миникет-таблетки поверхность испарения невелика по отношению к ее объему, вследствие чего испарение аттрак-

тивной смеси происходит медленно и равномерно. Именно постоянство скорости эмиссии позволяет снизить количество действующего вещества почти вдвое в новой препаративной форме СПА на миникет-таблетке при сохранении высокой уловистости вредителя и достоверности самих учетов. В отличие у ферофлор-диспенсера (резиновая трубка) скорость испарения резко (примерно в 6 раз) уменьшается по гиперболической кривой на протяжении сезона (рис. 3.3). Это затрудняет получение сопоставимых данных о численности вредителя в различные периоды экспозиции аттрактанта и требует замены диспенсера.

В целом, результаты проведенных исследований позволяют считать перспективной для применения в качестве аттрактанта яблонной плодоярки новую препаративную форму UMV на миникет-таблетке с содержанием действующего вещества 0,45 мг, которая превосходит применяемый в практике аттрактант ферофлор СРМК на резиновой трубке, как по эффективности отлова самцов, так и по экономическому эффекту, за счет сниженного в ней действующего вещества, а также более продолжительного и стабильного срока действия.

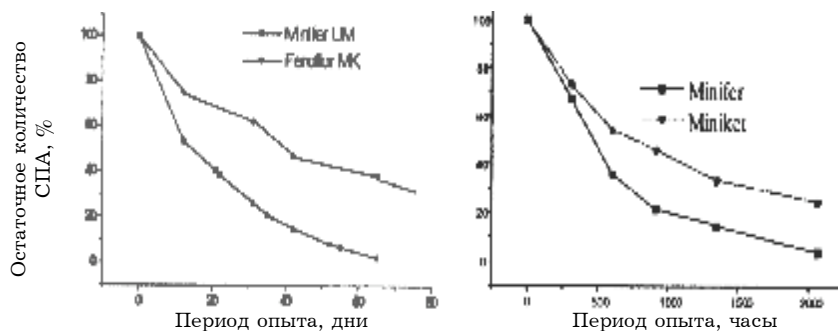


Рис. 3.3. Испарение кодлемона из диспенсеров Minifer UM, Miniket UM и Feroflor MK в феромонных ловушках (по Mottus et al., 2000)

3.4. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА всеядной листовёртки *Archips podana* Sz.

Одним из доминирующих видов в садовых агробиоценозах, особенно в южных регионах России, является всеядная листовёртка. Половой феромон самки был идентифицирован впервые в 1974 г. (Persoons et al., 1974). Использование СПА всеядной листовёртки с прогностической целью в системе фитосанитарного мониторинга оказалось весьма проблематичным после выявления внутривидовой морфологической изменчивости в популяции данного вида. Полиморфизм проявляется в количестве зубцов и их распределении на эдеагусе самцов. Установлено, что самцы, относящиеся к разным фенотипам, различаются также по их реакции на синтетический половой аттрактант (Иванова, Мыттус, 1986; Гричанов и др., 2001). Следовательно, не все препаративные формы СПА, синтезированные для этого вида, дают объективное представление о его численности в садовых агробиоценозах разных природно-географических зон. Таким образом, большое значение имеют исследования, связанные с поиском препаратов, обладающих высокой степенью аттрактивности для данного вида чешуекрылых.

Поиск наиболее эффективных препаративных форм СПА всеядной листовёртки вели в следующих направлениях:

- изучали активность новых препаративных форм СПА всеядной листовёртки, представленных двухкомпонентными смесями цис- транс - 11-тетрадецениацетатов на миникет-таблетках в разных соотношениях;

- определяли зависимость активности новой препаративной формы СПА с оптимальным соотношением компонентов от изменения дозы действующего вещества;

- оценивали аттрактивность и видоспецифичность новых трехкомпонентных препаративных форм СПА всеядной листовёртки, содержащих добавку к основным компонентам действующего вещества цис- транс - 11- тетрадеценола в разных соотношениях и дозах.

Известно, что оптимальное соотношение двух главных компонентов (цис- и транс- изомеров 11-тетрадеценилацетатов) действующего вещества СПА всеядной листовёртки находится в пределах от 55:45 до 65:35 (Frerot et al., 1979; Иванова, Мыттус, 1986; и др.). Мы изучали новые препаративные формы аттрактантов вредителя, состав главных компо-

нентов действующего вещества которых колебался в более широком диапазоне. Для того, чтобы оценить активность изучаемых СПА вредителя на разных уровнях его численности исследования проводили в двух биотопах Северо-Западного региона: в плодовом саду и прилегающем к нему лесном массиве, поскольку в работах ряда авторов (Сафонкин, 1987; Гричанов и др., 1994) отмечается более высокий лёт всеядной листовертки в лесах Карпат и Северного Кавказа по сравнению с яблоневыми садами.

В результате полевого скрининга пяти новых препаративных форм всеядной листовертки выделился препарат АР-5 с соотношением цис- и транс-ацетатов 60:40. По результатам отлова, как в плодовом саду, так и в лесном биотопе он превосходил широко используемый в практике аттрактант АР с соотношением компонентов 65:35 (табл. 3.8). Обнаружено также, что при равном соотношении цис и транс-изомеров наблюдается резкое снижение активности аттрактанта для вредителя в обоих биотопах (препарат АР-6). Дальнейшее снижение дозы цис-изомера ацетата с 40 до 0% и увеличение дозы транс-изомера с 60 до 100% привело к полной утрате активности аттрактантов для данного вида листовертки (препараты АР-7, АР-8, АР-10).

Таблица 3.8. Сравнительная аттрактивность различных препаративных форм СПА всеядной листовертки (Великие Луки, 1999 г.)

Препаративная форма СПА	Состав компонентов	Соотношение компонентов, %	Биотоп	Отлов самцов, экз./лов./ сезон (целевой вид)
Ферофлор АР (эталон)	Z11-тетрадеценилацетат + E11-тетрадеценилацетат	65:35	сад	23,6
			лес	22,7
АР-5	Z11-тетрадеценилацетат + E11-тетрадеценилацетат	60:40	сад	30,4
			лес	94,4
АР-6	Z11-тетрадеценилацетат + E11-тетрадеценилацетат	50:50	сад	2,0
			лес	25,9
АР-7	Z11-тетрадеценилацетат + E11-тетрадеценилацетат	40:60	сад	0,9
			лес	0
АР-8	Z11-тетрадеценилацетат + E11-тетрадеценилацетат	20:80	сад	0
			лес	0
АР-10	Z11-тетрадеценилацетат + E11-тетрадеценилацетат	0:100	сад	0
			лес	0

Препарат АР-5 сохранял видоспецифичность на уровне эталона, в то время как препарат АР-10, содержащий в качестве действующего вещества только один компонент (транс-

изомер тетрадеценилацетата) выявил высокую аттрактивность для других видов листоверток, в частности, для белопятнистой листовертки (*Croesia holmiana* L.). Поскольку это соединение является одним из компонентов СПА белопятнистой листовертки, встречающейся на юге, он стал улавливать ее в массе и в зоне умеренного климата. На этот же препарат летели также другие виды листоверток (табл. 3.9): *Dichrorampha petiverella* (L.), *Cochylis dubitana* (Hbn.) и *Syndemis musculana* (Hbn.), которые относятся к потенциальным вредителям яблони. Таким образом, препарат АР-10 представляет интерес для мониторинга видового разнообразия листоверток в садах разных климатических зон страны.

Кроме того, в наших опытах установлена более высокая (в 3-12 раз) уловистость самцов всеядной листовертки в лесном биотопе по сравнению с плодовым садом препаратами АР-5 и АР-6. Аналогичные данные, как отмечалось выше, были получены разными исследователями в других зонах плодородия, в частности в Карпатах (Сафонкин, 1987) и в Северо-Кавказском регионе (Гричанов и др., 1994). Это позволяет рассматривать лесные насаждения как природные резервации вредителя в Северо-Западном регионе и источники его возможной миграции в сады в годы высокой численности (Николаева, Овсянникова, 1999).

Таблица 3.9. Сравнительная аттрактивность новых СПА всеядной листовертки для нецелевых видов чешуекрылых (Великие Луки, 1999 г.)

Препаративная форма СПА	Отлов самцов (лов./сезон)					
	<i>Croesia holmiana</i>	<i>Dichrorampha petiverella</i>	<i>Cochylis dubitana</i>	<i>Syndemis musculana</i>	Прочие виды	Всего
АР	–	–	–	–	0,6	0,6
АР-5	–	–	–	0,7	0	0,7
АР-6	–	–	–	0	0	0
АР-7	–	–	–	0	0	0
АР-8	4,0	–	–	15,7	3,6	23,3
АР-10	44,3	28,0	18,1	5,6	0	96,0

Для определения влияния количества действующего вещества на уловистость самцов вредителя была проведена оценка аттрактивности трех новых препаративных форм СПА вредителя на миникет-таблетках с установленным нами соот-

ношением компонентов 60:40. Это препарат Р5V с содержанием действующего вещества 0,3 мг, препарат Р5 (аналог АР-5) с содержанием действующего вещества 1,0 мг и препарат Р5S с содержанием действующего вещества 3,0 мг. В результате полевого скрининга было выявлено возрастание уловистости (от $8,1 \pm 3,6$ до $19,4 \pm 8,2$ самцов на ловушку) при увеличении дозы действующего вещества от 0,3 до 1 мг. Однако при дальнейшем возрастании дозы действующего вещества с 1 до 3 мг существенной разницы в аттрактивности между препаратами Р5 и Р5S не наблюдалось ($19,4 \pm 4,1$ и $20,5 \pm 6,9$ экз./самцов на ловушку, соответственно). В связи с этим мы считаем, что можно рекомендовать для применения препарат с дозой действующего вещества 1 мг, то есть Р-5, являющийся аналогом АР-5.

С целью усиления аттрактивности и видоспецифичности новых препаративных форм СПА всеядной листовертки в их состав вводились минорные компоненты в виде цис- и -транс-11-тетрадеценолов в разных соотношениях и дозах. Были испытаны препараты Р-6, Р-7, Р-8, Р9, содержащие в качестве третьего компонента цис-11-тетрадеценол, а также препараты Р-11, Р-12, Р-13, Р14 – с добавкой транс-изомера 11-тетрадеценола, при этом во всех препаратах дозы добавленного спирта колебались от 0,05 до 0,5 мг.

В результате испытания этих препаративных форм СПА в Краснодарском крае установлено, что добавление к главным компонентам спирта цис-11-тетрадеценола заметно увеличивает уловистость самцов (рис. 3.4).

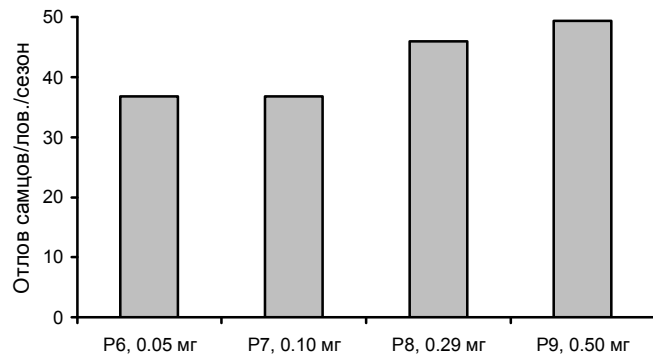


Рис. 3.4. Зависимость активности СПА всеядной листовертки от дозы цис-изомеров 11-тетрадеценилацетата (Краснодар, 2000 г.)

При этом наилучшие результаты показали препараты Р8 ($45,7 \pm 9,6$ самцов/лов./сезон), в котором добавка цис-1-тетрадеценола составляла 0,2 мг и общая доза действующего

вещества увеличивалась до 1,2 мг и Р9 ($49,4 \pm 14,3$ самцов/лов./сезон) с максимальной добавкой цис-11-тетрадеценола 0,5 мг и общей дозой действующего вещества 1,5 мг. Поскольку разница в аттрактивности этих препаратов была незначительной, мы рекомендуем использовать в качестве средств мониторинга численности всеядной листовертки препарат Р-8 с меньшей добавкой алкоголя (0,2 мг) и меньшей общей дозой действующего вещества (1,2 мг).

Добавление транс-1-тетрадеценола в тех же дозах незначительно увеличивало аттрактивность препаратов, причем, не отмечено корреляции между увеличением дозы спирта и аттрактивностью (рис. 3.5).

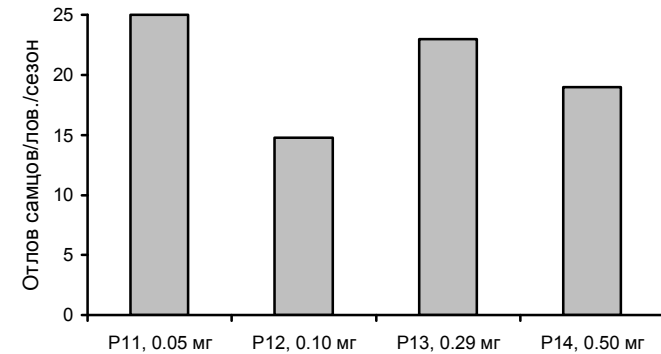


Рис. 3.5. Зависимость активности СПА всеядной листовертки от дозы транс-изомеров 11-тетрадеценилацетата (Краснодар, 2000 г.)

В целом, результаты испытаний шестнадцати новых препаратов СПА всеядной листовертки позволяют рекомендовать для производственных целей двухкомпонентный препарат Р5 (АР-5) на миникет-таблетке, включающий цис- и транс-тетрадеценилацетаты в соотношении 60:40 и с дозой действующего вещества аттрактанта 1 мг, или трехкомпонентную смесь Р8, содержащую кроме двух основных также минорный компонент цис-изомер тетрадеценола в количестве 0,2 мг и с общей дозой действующего вещества 1,2 мг.

3.5. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА плодовой изменчивой листовёртки *Hedya nubiferana* Hw.

Плодовая изменчивая листовёртка впервые была отловлена на Е8,Е10-додекадиенол в 1974 г. (Arn et al., 1974). Позднее В. Frerot et al. (1979) выделили три компонента природного феромона самки вредителя, являющиеся ацетатами: Е8,Е10-додеценилацетат, Z8- додеценилацетат и додеценилацетат. Через три года после этого V.L. Roelofs (1982) удалось идентифицировать дополнительно четвертый компонент феромона, относящийся также к ацетатам - Е8-додеценилацетат.

Плодовая изменчивая листовёртка в Северо-Западной зоне плодового хозяйства России может наносить существенный вред яблоне. Так, в конце 80-х годов в садах Псковской обл. наблюдался значительный подъем ее численности, где без защитных мероприятий против вредителя повреждение цветочных розеток доходило до 64% (Николаева З.В., 1992). В этой связи одним из элементов системы защиты яблони в данном регионе является мониторинг численности этого объекта.

В целях совершенствования существующего ассортимента аттрактантов плодовой изменчивой листовёртки мы изучали аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА, действующим веществом которых являлись трехкомпонентные смеси кодлемона (транс-8, транс-10-додеценилацетат), цис-8-додеценилацетата и его гомолога или додеканола в разных соотношениях с общей дозой действующего вещества 1 мг на миникет-таблетке. В качестве эталонов использовали применяемые в практике препараты: ферофлор ХН-61, у которого действующим веществом является двухкомпонентная смесь транс-8, транс-10-додеценилацетата (0,6 мг) и цис-8-додеценилацетата (0,4 мг) и ферофлор ХН-411 с действующим веществом в виде смеси (транс-8, транс-10-додеценилацетата (0,7 мг) и цис-8-додеценилацетат (0,3 мг) на резиновой трубке с общей дозой смеси также 1 мг.

В результате оценки эффективности четырех новых СПА плодовой изменчивой листовёртки на миникет-таблетке в двух зонах плодового хозяйства (Краснодарский край и Ленинградская область) наилучшая аттрактивность была выявлена у двух препаратов. Это препарат ЕРФ2, содержащий в качестве действующего вещества смесь транс-8, транс-10-додеценилацетата

(0,2 мг), цис-8-додеценилацетата (0,1 мг) и транс-8-додеценилацетата (0,7 мг) и препарат ННМ4, содержащий в качестве действующего вещества смесь транс-8, транс-10-додеценилацетата (0,6 мг), цис-8-додеценилацетата (0,3 мг) и транс-8-додеценилацетата (0,1 мг). Оба препарата, как в Краснодарском крае, так и Ленинградской области по уловистости значительно превосходили два другие препарата ЕРФ1 и ННМ3, а также эталоны.

Как следует из данных, представленных на рисунке 3.6, у выделившихся препаратов отмечено значительное увеличение аттрактивности при добавлении к двум главным компонентам действующего вещества в соотношении 2:1 транс- изомера 8-додеценилацетата в количестве 0,1 мг (препарат ННМ4) или 0,7 мг (препарат ЕРФ2). Добавка спирта додеканола вместо ацетата не увеличивала привлекательности препарата ННМ3.

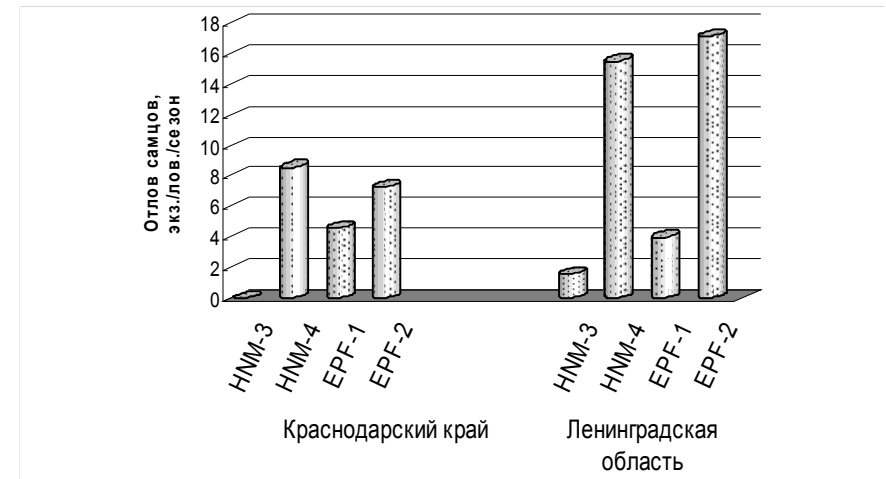


Рис. 3.6. Сравнительная аттрактивность препаративных форм СПА плодовой изменчивой листовёртки в двух зонах плодового хозяйства (2000 г.)

Изучение видоспецифичности выделившейся в наших опытах препаративной формы СПА плодовой изменчивой листовёртки ННМ4 на фоне как низкой (2001 г.), так и высокой (2002 г.) численности вредителя в Северо-западном регионе подтвердила ее высокую аттрактивность для целевого вида. Однако этот препарат обладает также конфамильной видоспецифичностью, так как привлекает и другие виды листовёрток, в частности *Eucosma cana* Hw. и *Epiblema foenella* L. (табл. 3.10).

Таблица 3.10. Аттрактивность и видоспецифичность новой препаративной формы СПА плодовой изменчивой листовертки в Ленинградской области в разные годы

Препаративная форма	Отлов самцов/ловушка/сезон/		Видоспецифичность, %		Нецелевые виды (%)	
	2001 г.	2002 г.	2001 г.	2002 г.	2001 г.	2002 г.
HNM-4	8,0±1,2	157,6±7,8	7,2±2,2	52,6±6,2	<i>Eucosma cana</i> (91.3)	<i>Eucosma cana</i> (45,8)
					<i>Eulia ministrana</i> (0.4)	<i>Epiblema foenella</i> (1.2)
					Прочие (1.1)	Прочие (1.4)

Полученные результаты позволяют рекомендовать данный аттрактант плодовой изменчивой листовертки (HNM-4) для мониторинга ее численности или для изучения видового состава листоверток в Северо-Западном регионе.

3.6. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА рябиновой моли *Argyresthia conjugella* Z.

Для мониторинга рябиновой моли в 1984 г. был предложен двухкомпонентный синтетический аттрактант, состоящий из смеси 2 ацетатов: Z11-гексадеценилацетата и Z13-октадеценилацетата (Booij, Voerman, 1984).

В Северо-Западной зоне плодоводства нашей страны этот вредитель в отдельные годы дает массовые вспышки, и потери урожая от повреждений плодов могут превысить даже потери, причиняемые яблонной плодовой жоркой (Кузнецов, 1994). В настоящее время в России и Финляндии этот вредитель считается серьезным объектом, за которым следует проводить постоянные наблюдения и дальнейшее изучение его биоэкологических особенностей.

В 1999 г. в Псковской области нами был проведен полевой скрининг 5-ти новых препаративных форм аттрактанта рябиновой моли на миникет-таблетках: ACC, ACD, ACE ACF и ACG с дозой действующего вещества 1 мг. Эти препараты сравнивали с эталоном на резиновой трубке с той же дозой действующего вещества. Полученные результаты представлены в таблице 3.11.

Анализ данных показывает, что снижение в двухкомпонентных смесях дозы Z13-октадеценил-ацетата и увеличение дозы

Z11-гексадеценилацетата приводит к увеличению отлова целевого вида. Абсолютной специфичности у феромонных препаратов не было обнаружено, так как на изучаемые аттрактанты привлекались и другие виды чешуекрылых, в том числе молей. Из испытанных препаратов наиболее высокой аттрактивностью обладали образцы ACE и ACG. Однако не было получено устойчивых результатов отлова, в связи с чем потребовалось проведение дальнейших экспериментов.

Таблица 3.11. Сравнительная аттрактивность и видоспецифичность различных препаративных форм СПА рябиновой моли (Псковская область, 1999 г.)

Препаративная форма феромона	Соотношение компонентов		Биотоп	Средняя численность отловленных самцов за сезон/ловушку				
				Целевой вид	Нецелевые виды		Видоспецифичность, %	
	Z13-октадеценилацетат, %	Z11-гексадеценилацетат, %			Всего	Того же сем-ва	Абсолютная	Конфамильная
АС Феро-флор	30	70	Сад лес	14.2 53.3	18.3 5.5	0 0	43.8 90.6	100 100
ACC	80	20	Сад	0	4.0	0	0	100
ACD	50	50	Сад	3.4	18.9	0.3	15.0	92
ACE	30	70	Сад	5.6	13.1	0	30	100
ACF	10	90	Сад	3.6	29.1	0	11.0	100
ACG	5	95	Сад	8.3	10.2	0	45	100

Последующая полевая оценка 5-ти усовершенствованных СПА рябиновой моли в зоне ее высокой вредоносности в Ленинградской области показала (табл. 3.12), что наиболее оптимальным соотношением компонентов, входящих в состав их действующего вещества является 30:70 у препарата РК-3 (аналог образца ACE). Его видоспецифичность составила 81%. Помимо рябиновой моли данным аттрактантом привлекались также нецелевые виды: белокрайняя совка *Ochropleura plecta* L. (6.8%), огневка *Udea lutealis* Hbn. (6.8%) и моль *Agonopterix multiplicella* Ersch. (5.4%).

В целом полученные результаты подтверждают вывод о том, что соотношение компонентов 30:70 с общей дозой действующего вещества 1 мг (препарат РК-3) являются оптимальными для мониторинга рябиновой моли. Увеличение дозы действующего вещества в препарате до 3 мг или ее снижение до 0,2 мг приводит к резкому падению уловистости ловушек с СПА для целевого вида (табл. 3.12).

Таблица 3.12. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм рябиновой моли в плодовом саду (Ленинградская область, 2001 г.)

Препаративная форма	Компоненты и их соотношение, %		Доза, мг	Отловленные виды, экз./лов./сезон			
	Z13-октадецил-ацетат	Z11-гексадецил-ацетат		Целевой вид	<i>A. multiplicella</i>	<i>O. plecta</i>	<i>U. lutealis</i>
РК-1	50	50	3	4.2±2.7	1.8	1.4	8.4
РК-2	50	50	1	7.8±6.0	0.4	0.6	0
РК-3 (эталон)	30	70	1	12.0±4.5	0.8	1	1
РК-4	30	70	0.35	6.6±3.3	0	0.2	0
РК-5	30	70	0.2	3.4±1.2	0	0.2	0

Анализ литературных источников показывает, что лес с посадками рябины является постоянной резервацией вредителя и в годы высокой численности он заселяет яблоневые сады в результате нехватки корма на рябине (Мирзоян, Григорян, 1990; Tuovinen, 1997). Данные наших опытов, представленные в таблице 3.11. подтвердили мнение последнего исследователя, так как уловистость самцов рябиновой моли препаратом ферофлор АС в лесном биотопе была значительно (почти в 4 раза) выше, чем в плодовом саду. Однако необходимо отметить, что привлекательность СПА рябиновой моли для нецелевых видов в лесу отмечена на более низком, чем в плодовом саду, уровне. Полевой скрининг этих же синтетических половых аттрактантов рябиновой моли, проведенный нами в Краснодарском крае в 2001 г., не выявил данного вредителя в этой зоне, но и другие виды чешуекрылых ими не привлекались.

3.7. Заключение

Существующие и особенно новые препаративные формы на новом типе диспенсера - миникет-таблетке с длительным сроком действия, позволяют более точно оценивать видовое разнообразие чешуекрылых не только в плодовом саду, но и выявлять их очаги в близлежащих естественных стациях. Кроме того, феромонный мониторинг позволяет улавливать новые виды вредных чешуекрылых, которые невозможно учитывать традиционными методами наблюдений. Так, с его помощью в энтомофауне плодового сада выявлен новый вредитель яблони в Ленинградской области – микроплодожорка *P.*

rhediella, нарастание численности которой не исключено в связи с увеличением ее численности в соседней Финляндии. Это говорит о перспективности изучения новых аттрактантов чешуекрылых.

Феромонный мониторинг позволяет прогнозировать не только сроки, но и тип защитных мероприятий в зависимости от плотности имаго вредителя (при средней численности – малоопасными микробиологическими препаратами и БАВ; при высокой – химическими). Сигнализацию сроков защитных мероприятий феромонный мониторинг многих вредных чешуекрылых сада можно проводить, используя двух- и трехкомпонентные смеси действующих веществ половых аттрактантов. При этом возможно совмещение сроков обработок одновременно против нескольких видов чешуекрылых в результате установления синхронности лёта яблонной плодожорки и некоторых видов, в частности, нижнеминирующей моли-пестрянки, либо совпадения сроков лёта ряда листоверток (например, розанной, всеядной и подкоровой) с расчетными сроками появления гусениц яблонной плодожорки

Предлагается использование новых СПА на модифицированном диспенсере в системе фитосанитарного мониторинга яблонной плодожорки (*Cydia pomonella*), всеядной (*Archips podana*) и плодовой изменчивой (*Hedya nubiferana*) и рябиновой моли (*Argyrestia conjugella*) в различных природно-климатических зонах. Несмотря на существенное уменьшение площади испаряющей поверхности у миникет-таблетки, СПА на ее основе показали достаточно высокую уловистость и видоспецифичность. Кроме того, эти аттрактанты не требуют замены в течение сезона не только в условиях Северо-западного, но и Северо-Кавказского регионов, превосходя по продолжительности и стабильности действия, существующие формы СПА. более экономичны при производстве, достаточно эффективны и удобны при использовании. Это позволяет уменьшить стоимость комплектов феромонных ловушек и повысить экономический эффект от их применения.

Экологическое обоснование использования синтетических половых аттрактантов в фитосанитарном мониторинге

4.1. Цели применения феромонов в защите растений

Наши исследования были направлены главным образом на научное обоснование применения феромонов для надзора за популяциями, сигнализации защитных мероприятий и прогноза вредителей, как наиболее перспективное направление в целях внедрения в сельскохозяйственную практику. В целом цели применения феромонов в защите растений могут быть систематизированы в следующей таблице 4.1.

Таблица 4.1. Цели применения феромонов в защите растений от вредных насекомых

Выявление вредителей	Надзор за популяциями	Определение сроков	Сезонный прогноз	Массовый вылов и уничтожение
регистрация мигрантов	наблюдение за динамикой лета	сигнализация обследований	прогноз численности	массовый вылов
выявление карантинных видов	надзор за расселением популяции	сигнализация обработок химическими и биологическими препаратами	прогноз вредоносности	дезориентация самцов
раннее обнаружение первых особей	расчет плотности имаго	сигнализация выпуска энтомофагов	определение ЭПВ	стерилизация в ловушках
выявление очагов заселения			определение необходимости и кратности обработок	привлечение и инфицирование
картирование полей				привлечение и уничтожение

Фитосанитарный мониторинг вредных чешуекрылых является важным элементом интегрированной защиты садов от комплекса вредителей. Появление СПА расширило функции и возможности фитосанитарного мониторинга и благодаря им его можно рассматривать как целостную систему наблюдений за составом популяций вредных чешуекрылых в плодовых садах.

Применение СПА в качестве средств мониторинга позволяет быстро и с высокой степенью точности определять на больших площадях раннее появление вредных чешуекрылых и устанавливать критические уровни их численности для прогнозирования оптимальных сроков обработок, но мы рассматриваем фитосанитарный мониторинг как систему наблюдений, позволяющих оценивать видовое разнообразие агроценозов, как характеристики степени его устойчивости, прогнозирования многолетней динамики численности ключевых вредителей, выявления карантинных объектов и ареала распространения уже выявленных вредителей.

В практике растениеводства СПА используются:

- 1) для обнаружения очагов вредных видов и выявления их ареалов;
- 2) для надзора за популяциями вредителей, включая определение уровня плотности и сигнализации сроков проведения истребительных мероприятий;
- 3) для определения уровня численности вредителя и порога вредоносности и на этой основе установления целесообразности проведения защитных мероприятий;
- 4) для непосредственной борьбы с вредными видами насекомых путем массового отлова самцов или нарушения феромонной коммуникации между полами; для совместного применения с инсектицидами.

В научных целях СПА применяются для:

- 1) оценки и мониторинга уровня загрязнения окружающей среды производственными и с.-х. поллютантами;
- 2) обнаружения очагов массового размножения вредных чешуекрылых и мониторинга границ ареалов наиболее опасных фитофагов.
- 3) анализа аномальных явлений динамики численности вредных чешуекрылых (депрессии, миграции и т.д.);
- 4) определения роли погодных и экологических факторов в динамике численности ночных чешуекрылых с преобладанием феромонного типа коммуникации.

Известно, что видовой состав насекомых не является стабильным даже в одном и том же садовом агроценозе. На структуру популяций вредителей ежегодно оказывают влияние различные микроклиматические факторы, под воздействием которых она подвергается существенным изменениям в количественных и качественных отношениях. С помощью фе-

ромониторинга можно объективно оценить видовой состав вредных чешуекрылых, уточнить состав второстепенных вредных чешуекрылых и обнаружить виды, напрямую не связанные с теми или иными культурами, но обитающие на сорной растительности и обогащающих видовое разнообразие агробиоценоза.

Для оптимизации приемов использования СПА в системе фитосанитарного мониторинга, наши исследования предполагали уточнение видового состава, выявление основных и потенциальных вредных чешуекрылых ряда культур в разных природно-климатических зонах, мониторинг структуры популяций и комплексов видов по годам, определение сезонной динамики лёта вредных видов для определения сроков и сигнализации проведения защитных мероприятий с использованием как широко используемых, так и новых СПА. Существующий их ассортимент (см. главу 3) позволил поэтапно провести работы по всем указанным направлениям.

4.2. Сравнительная оценка видоспецифичности СПА чешуекрылых в разных эколого-географических условиях

Известно, что бабочки листоверток и совок используют для химической коммуникации около 170 соединений (по Arn et al., 1986), причем основную массу компонентов составляет довольно ограниченный набор веществ. Анализ частоты встречаемости аттрактивных компонентов, проведенный И.Я. Гричановым (1993), показал, что по частоте встречаемости большинство (62%) аттрактивных компонентов относится к производным шести спиртов: 7-додеценола, 9-тетрадеценола, и 11-гексадеценола у совок и 8-додеценола, 9-додеценола и 11-тетрадеценола у листоверток. Поэтому в научной литературе уже давно обсуждался вопрос о внутривидовой и межвидовой специфичности феромонов (Roelofs, 1977; David, Birch, 1989). Вместе с тем, существует более широкий спектр соединений, их комбинаций и соотношений, чем обнаруженные в составе феромонов самок, на который реагируют самцы (Lofstedt, 1991). Этим часто пользуются на практике, применяя одноили двухкомпонентные синтетические приманки в ловушках, видоспецифичные лишь в конкретных эколого-географических условиях (Гричанов и др., 1998).

Экологические механизмы репродуктивной изоляции за-

ключаются в том, что популяции видов с идентичным составом аттрактивных компонентов обычно разделены в пространстве или во времени. В тех случаях, когда особи таких видов летают одновременно, репродуктивная изоляция осуществляется минорными компонентами феромонов (синергистами и ингибиторами), отсутствующими в синтетических аттрактантах, а затем с помощью этологических и физиологических барьеров (Гричанов и др., 2001). Это молекулярно-таксономическое направление в химической экологии считается весьма перспективным для науки и сельскохозяйственной практики.

Ниже обобщены результаты изучения видоспецифичности как рекомендованных к применению, так и новых СПА чешуекрылых в различных биотопах (яблоневый сад, пойменный лес и овоще-картофельный севооборот) Северо-западного региона. В течение каждого полевого сезона была испытана 31 препаративная форма аттрактантов для 21 вида чешуекрылых, в том числе для совок (озимой, восклицательной, капустной, ипсилон, совки-гаммы и хлопковой), листоверток (розанной, ивовой кривоусой, плодовой изменчивой, боярышниковой, сетчатой, почковой, всеядной, зеленой дубовой листоверток, яблонной, гороховой и сливовой плодоязор), молей (капустной, рябиновой, яблонной) и смородинной стеклянницы в неспецифичных экологических условиях в сравнении с типичными местообитаниями этих видов (компонентный состав использованных СПА приведен в главе 3 и в табл. 4.3-4.7).

Видоспецифичность каждого из СПА оценивали по доле отловленных особей целевого вида от общего количества особей всех видов чешуекрылых, привлеченных на данный аттрактант.

Рассчитанные средние (за 3 года по трем биотопам) значения видоспецифичности аттрактантов чешуекрылых, использованных на Северо-Западе, представлены в таблице 4.2. Анализ этих материалов позволил выделить группы видов по степени изменения видоспецифичности СПА в садовом, лесном и овощекртофельном биотопах. На примерах нескольких конкретных видов чешуекрылых по нашим наблюдениям и литературным данным показано изменение видовой специфичности в зависимости от степени эколого-географической изоляции видов с близкой феромонной системой.

Таблица 4.2. Сравнительная видоспецифичность СПА чешуекрылых в разных биотопах (1997-1999 гг.)

Целевой вид, половой аттрактант	Доля особей целевого вида в общем отлове особей всех видов, %			Характеристика видоспецифичности	
	Великие Луки, сад	Великие Луки, лес	Пушкин, овощи и картофель	Степень видоспецифичности, % (среднее)	Коэффициент вариации, %
1	2	3	4	5	6
СОВКИ					
Восклищательная совка, СЕ	95	96	100	*97±1,5	*3
Совка-гамма, АГ	100	81	91	**91±5,5	**10
Капустная совка, МВ-2	–	–	87	**87±3,0	–
Капустная совка, МВ-3	–	–	89	**89±3,0	–
Озимая совка, СО	58	89	52	***66±11,5	***30
Совка-ипсилон, АУ-860	59	58	–	***59±0,5	*1
Капустная совка, МВ	74	47	51	***57±8,4	***25
Хлопковая совка, ХС	54	50	50	***51±1,3	*4
ЛИСТОВЕРТКИ					
Розанная листовертка, АР	99	98	89	*95±3,1	*6
Сливовая плодожорка, GF	86	94	81	**87±3,8	*7
Сетчатая листовертка, АО	96	93	83	**91±3,9	*8
Сетчатая листовертка, АО-01	100	87	–	–	–
Ивовая кривоусая листовертка, РН-91	96	70	91	**86±7,9	***16
Ивовая кривоусая листовертка, РН-111	93	88	52	***78±12,9	***29
Боярышниковая листовертка, РН-171	95	91	89	**92±1,7	*3
Боярышниковая листовертка, РН-561	98	94	91	**94±2,0	*4
Подкоровая листовертка, ЕР	100	95	93	*96±2,1	*4

1	2	3	4	5	6
Зеленая дубовая листовертка, ТВ	98	90	85	**91±3,8	*7
Яблонная плодожорка, СР	99	100	100	*100±0,3	*1
Яблонная плодожорка, УМ	100	100	–	*100	*1
Всеядная листовертка, АР	100	98	99	*99±0,6	*1
Всеядная листовертка, АР-5	100	98	–	*99±1,0	*1
Всеядная листовертка, АР-6	100	92	–	*96±4	*6
Всеядная листовертка АР-7	98	100	–	*99±1,0	*1
Всеядная листовертка, АР-8	94	100	–	*97±3,0	*4
Всеядная листовертка, АР-10	100	84	–	*97±8,0	***12
Гороховая плодожорка, НМ	92	75	–	***84±8,5	***14
МОЛИ					
Капустная моль, РМ	75	95	96	**89± 6,8	**13
Рябиновая моль, АС	100	100	98	*99±0,7	*1
Нижнесторонняя минирующая моль, ММ	65	97	69	***77±10,0	***23
Смородинная стеклянница, ST	97	100	98	*99±0,6	*1

Градация степени видоспецифичности:

* высокая (более 95%) с низким коэффициентом вариации (1-9%)

** средняя (85-95%) со средним коэффициентом вариации (10-15%)

*** низкая (меньше 85%) с высоким коэффициентом вариации (больше 15%)

Как показывает рис. 4.1, из восьми анализируемых СПА совок самым устойчиво-стабильным по специфичности является двухкомпонентный аттрактант восклицательной совки (цис-5-тетрадеценилацетат и цис-9-тетрадеценилацетат; СЕ). Очевидно, такой набор компонентов и их соотношение не являлось аттрактивным для самцов других видов чешуекрылых в зоне исследований. К средне-специфичным и вариабельным относятся аттрактанты капустной совки (МВ-2) и (МВ-3), а также совки-гаммы (АГ), причем последний имел наиболее высокую активность для нецелевых видов. Один компонент этого аттрактанта (цис-7-додеценилацетат) стабильно привлекал в овоощекартофельном биотопе (кроме целевого вида) многоядного вредителя злаков – листовертку серебристую зану *Eana*

argentana Clerck, отсутствовавшую в плодовом саду и пойменном лесу. По литературным данным (Гричанов, Кононенко, 1989), в условиях Южного Таджикистана этот аттрактант отлавливал в массе совку ни (*Trichoplusia ni* Hbn.) и в небольших количествах – совку гамму.

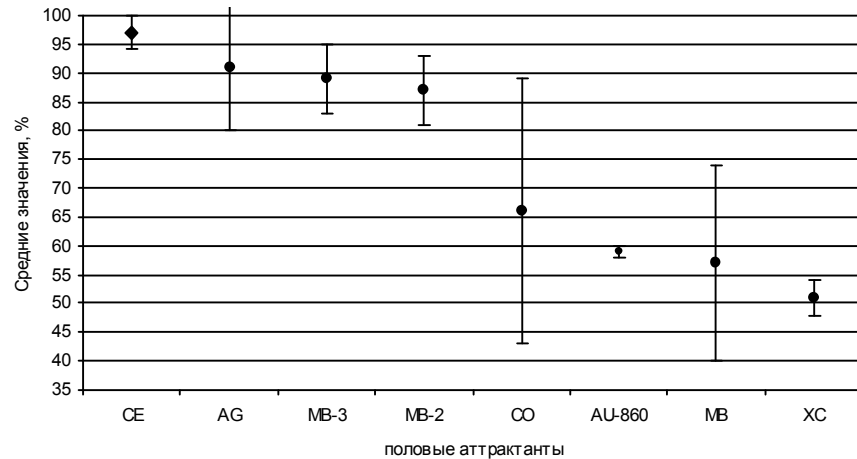


Рис. 4.1. Видоспецифичность аттрактантов совок и их 95% доверительный интервал (доля особей целевого вида от общего количества бабочек отловленных видов)

Градации степени видоспецифичности: высокая (более 95%) – с низким коэффициентом вариации ψ ($\psi = 1-9\%$); средняя (85-95%) – со средним коэффициентом вариации ($\psi = 10-15\%$); низкая (меньше 85%) – с высоким коэффициентом вариации ($\psi > 15\%$)

Трехкомпонентный аттрактант озимой совки (CO) обладает слабой степенью видоспецифичности и самым высоким уровнем вариабельности среди анализируемых аттрактантов сем. Noctuidae. На фоне низкой привлекательности для самцов своего вида во всех биотопах, отмечена высокая активность ацетатных компонентов [цис-9-тетрадеценилацетата, цис-7-додеценилацетата, цис-5-деценилацетата и цис-5-тетрадеценилацетата (4: 2: 1: 1)] для ширококрылых молей *Agonopterix multiplicella* Ersch. и *Agonopterix ocellana* F. (Oecophoridae). Ранее для этих видов молей половые аттрактанты не были установлены (табл. 4.3). Кроме того, отмечена довольно высокая аттрактивность препарата CO для совки *Xestia baja* Dat. в овощекартофельном биотопе, в меньшей степени – в плодовом саду, а также для совки *Lacanobia suasa* Denet. в том же биотопе.

Таблица 4.3. Активность СПА для ширококрылых молей *Agonopterix multiplicella* Ersch. и *A. ocellana* F. (Пушкин, овощекартофельный биотоп, 1997 г.)

Половой аттрактант	Компоненты аттрактанта	Соотношение компонентов	Доминирующий вид, самцов/лов.	Видоспецифичность, %	Нецелевые виды, экз./лов.
CO	Z9-гексадеценилацетат	40	6.3	100	0.0
	Z7-додеценилацетат	20			
	Z5-деценилацетат	10			
	Z5-тетрадеценилацетат	10			
AR	Z11-тетрадеценилацетат	90	0.6	66.7	0.3
	Z11-тетрадеценон	10			
AG	Z7-додеценилацетат	50	0.0	–	8.3
EP	Z9-додеценилацетат	50	0.0	–	0.6
	E9-додеценилацетат	50			

Однокомпонентный аттрактант МВ капустной совки (цис-11-гексадеценилацетат) имеет низкую видоспецифичность с высокой вариабельностью. Нами установлена аттрактивность этого компонента для многоядных вредителей – белокрылки (*Ochroleptura plecta*) и клеверной (*Discestra trifolii* H.) совок, а также рябиновой (*Argyresthia conjugella* Zell.) и капустной молей (*Plutella xylostella* L.) в овощекартофельном биотопе Ленинградской области. По литературным данным (Золотова, 1982; Шермана и др., 1983; Гричанов и др., 1995), в окрестностях Хабаровска и в Еврейской автономной области этот аттрактант привлекал восточную луговую совку (*Mythimna separata* Walk.), в условиях Новосибирской области и предгорий Кавказа – только капустную совку (*Mamestra brassicae* L.). Вместе с тем, в лесостепной зоне Украины и Европейской России это соединение было одинаково аттрактивным как для капустной, так и для клеверной совки. Таким образом, однокомпонентный аттрактант капустной совки является примером эколого-географической изменчивости видовой специфичности.

Половые аттрактанты совки-ипсилон (AU-860) и хлопковой совки (XC) характеризуются устойчиво-низкой активностью во всех биотопах. Так, для ширококрылой моли *Agonopterix propinquella* нами отмечена высокая аттрактивность ацетатных компонентов (цис-9-тетрадеценилацетат, цис-7-додеценилацетат, цис-11-гексадеценилацетат и гексадеценилацетат), входящих в СПА совки-ипсилон. Ранее для этого

вида моли половой аттрактант не был установлен. Выявлена также привлекательность двух компонентов (цис-9-тетрадеценилацетата и цис-7-додеценилацетата) для совки *Hoplodrina alsines* Br. По данным наших исследований 2000 г., *Agonopterix propinquella* привлекалась СПА совки-ипсилон не только в Псковской и Ленинградской областях, но также и в Краснодарском крае. Из совок на юге был отловлен вид *Hoplodrina superstes* Ochs.

На половой аттрактант хлопковой совки (ХС), состоящий из двух альдегидных компонентов: основного, цис-11-гексадеценаля (95-97%), и минорного, цис-9-гексадеценаля (3-5%), в овощекартофельном биотопе (Ленинградская область) активно привлекались два вида совок: *Xanthia icteritia* Hfn. и *Ipimorpha subtusa* Sch. (табл. 4.4 и 4.5).

Таблица 4.4. Активность СПА для совки *Xantia icteritia* Hufn. (овощекартофельный биотоп, Пушкин, 1993 г.).

Половой аттрактант	Компоненты аттрактанта	Соотношение компонентов	Доминирующий вид, самцов/лов.	Видоспецифичность, %	Нецелевые виды, экз./лов.
ХС-92	Z11-гексадеценаль Z9-гексадеценаль	95 5	14.3	67.1	7.0
РМ	Z11-гексадеценаль Z11-гексадеценилацетат Z11-гексадеценол	50 50 1	0.6	5.4	10.6
СО	Z9-гексадеценилацетат Z7-додеценилацетат Z5-деценилацетат Z5-тетрадеценилацетат	40 20 10 10	1.0	8.9	10.3
СЕ	Z5-тетрадеценилацетат Z9-тетрадеценилацетат	40 10	1.0	22.7	3.4
МВ	Z11-гексадеценилацетат	100	0.0	—	32.0

Для этих видов аттрактанты не были известны, однако для близких к ним видов в литературе отмечены альдегидные компоненты половых приманок (Arn et al., 1997-2003). Целевой вид в регионе исследования отсутствовал. Кроме совок, альдегидные компоненты привлекали огневку *Scoparia incratella* Z., причем не только в овощекартофельном биотопе, но и в плодовом саду (табл. 4.6). Аттрактант для *S. incratella* нами установлен также впервые.

Таблица 4.5. Активность СПА различных видов чешуекрылых для совки *Ipimorpha subtusa* Den. et Schiff. (Пушкин, овощекартофельный биотоп, 1994 г.)

Половой аттрактант	Компоненты аттрактанта	Соотношение компонентов	Доминирующий вид, самцов/лов.	Видоспецифичность, %	Нецелевые виды, экз./лов.
ХС-92	Z11-гексадеценаль Z9-гексадеценаль	95 5	2.0	30.0	4.6
РН	Z11-тетрадеценилацетат E11-гексадеценилацетат	130 70	0.3	3.0	9.6
GF	Z8-додеценилацетат E8-додеценилацетат	100 3	0.3	15.8	1.6
МВ-2	Z11-гексадеценилацетат	—	0.0	—	15.0
АО	Z9-тетрадеценилацетат Z11-тетрадеценилацетат	90 10	0.0	—	13.0

Таблица 4.6. Активность СПА различных видов чешуекрылых для огневки *Scoparia incratella* Z. (Пушкин, овощекартофельный биотоп, 1997 г.)

Половой аттрактант	Компоненты аттрактанта	Соотношение компонентов	Доминирующий вид, самцов/лов.	Видоспецифичность, %	Нецелевые виды, экз./лов.
ХС-92	Z11-гексадеценаль Z9-гексадеценаль	95 5	7.4	66.1	3.8
РР	Z11-тетрадеценилацетат E11-тетрадеценилацетат	130 70	0.0	—	29.0

Такой состав компонентов аттрактанта является ярким примером географической и биотопической изменчивости видоспецифичности. Так, по литературным данным (Гричанов, 1984; Булыгинская и др., 1987), в Средней Азии и Закавказье он является высокоспецифичным для хлопковой совки *Helicoverpa armigera* Hbn. В условиях Южной Сибири и Северного Казахстана он отлавливает почти исключительно серую зерновую совку *A. anceps* Schiff. (Гричанов, Вахер, 1988). В пределах Азиатской части Палеарктики ареалы хлопковой и серой зерновой совок не перекрываются. В степной же зоне европейской части России встречаются оба вида, причем бабочки могут летать одновременно, несмотря на то, что массовый лет серой зерновой совки обычно наблюдается в первой половине июля, а хлопковой совки — со второй половины июля. Однако различие между видами в избирательности кормовых растений (серая зерновая совка предпочитает только злаки, а хлопковая совка — многие другие культуры) приводит к тому, что в условиях агробиоценозов СПА и того и другого вида об-

ладает высокой специфичностью. Так, ловушки, установленные в Воронежской области на пшенице, отлавливали только серую зерновую совку (Гричанов и др., 1995), а в Ростовской области ловушки эффективно ловили бабочек хлопковой совки на томатах (Елецкий, 1988). Интересно, что в Литве половой аттрактант хлопковой совки, установленный в различных (включая садовый) агробиоценозах, привлекал в разной степени более 75 видов совок, листоверток, молей и других чешуекрылых (Ostrauskas et al., 2002).

Из анализируемых 19 аттрактантов листоверток (рис. 4.2) самая высокая видоспецифичность установлена для препаратов яблонной плодовой (CP и UM) и всеядной листовертки (AP, AP-7, AP-5), что, возможно, объясняется редкостью их феромонных компонентов. К высокоспецифичным с низкой вариабельностью относятся аттрактанты подкоровой (EP) и розанной листовертки (AR); устойчиво-стабильными аттрактантами могут считаться препараты всеядной (AP-8, AP-6) и боярышниковой (PH-561 и PH-171) листоверток. На фоне отсутствия целевого вида в годы исследований компоненты цис-11-тетрадеценилацетат и транс-11-тетрадеценилацетат боярышниковой листовертки привлекали в лесном биотопе моль *Limnaecia phagmitella* (Cosmopterigidae).

Средней степенью специфичности с высоким коэффициентом вариабельности характеризуются препараты гороховой плодовой (HM). Так, компонент цис-10-додеценилацетат гороховой плодовой был аттрактивным для яблонной нижнесторонней минирующей моли. К средне-стабильным отнесены препараты зеленой дубовой (ТВ), сетчатой (АО), листоверток и сливовой плодовой (GF). Ловушки с двухкомпонентным препаратом (цис-8-додеценилацетат и транс-8-додеценилацетат) сливовой плодовой отлавливали в плодовом саду и овощекартофельном биотопе большое количество не только целевого вида, но и два вида листоверток – *Cnephasia stephensiana* Dbld. и *Apotomis infida* Heinr., причем, для последнего вида половые аттрактанты ранее не были известны. Смесь компонентов цис-9-тетрадеценилацетата и цис-11-тетрадеценилацетата СПА сетчатой листовертки привлекала в овощекартофельном биотопе совок *Amphipoea ocullea* L. и *Agrochola lota* Cl. Аттрактивность транс-11-тетрадеценилацетата (AP-10) отмечена для белопятнистой листовертки *Croesia holmiana* L. Среднеспецифичным с низкой стабильностью является препарат ивовой кривоусой (PH-91).

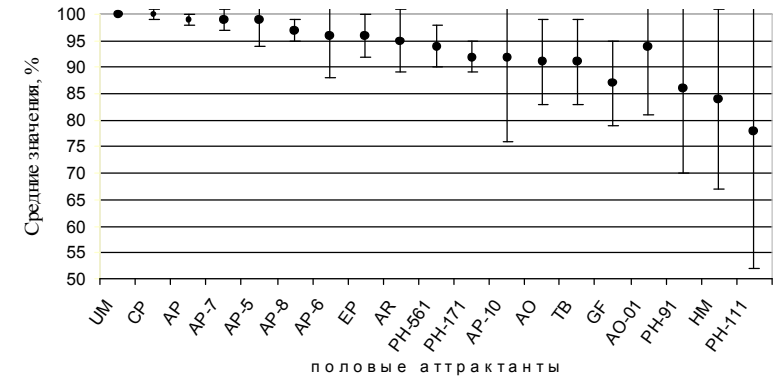


Рис. 4.2. Видоспецифичность аттрактантов листоверток и их 95% доверительный интервал (доля особей целевого вида от общего количества бабочек отловленных видов)

Градации степени видоспецифичности: высокая (более 95%) – с низким коэффициентом вариации ($\sigma = 1-9\%$); средняя (85-95%) – со средним коэффициентом вариации ($\sigma = 10-15\%$); низкая (меньше 85%) – с высоким коэффициентом вариации ($\sigma > 15\%$).

Низкой видоспецифичностью и высокой вариабельностью характеризуется препаративная форма ивовой кривоусой листовертки (PH-111). Трехкомпонентный состав (цис-11-тетрадеценилацетат, цис-9-тетрадеценилацетат, цис-11-тетрадеценон) привлекал в плодовом саду в течение вегетационного сезона, кроме целевого вида, двух вредителей: дымчатую листовертку *Choristoneura diversana* Hbn. и *Eulia ministrana* L.

Из трех препаратов молей и смородинной стеклянницы к высокоспецифичным нами отнесены аттрактанты рябиновой моли (AC) и смородинной стеклянницы (ST). Среднеспецифичным с высокой вариабельностью является препарат капустной моли (PM). Рекомендованный ранее аттрактант капустной моли (цис-11-гексадеценилацетат, цис-11-гексадеценаль, цис-11-гексадеценон, 0,5:0,5:0,5) привлекал в овощекартофельном биотопе преимущественно совок *Oligia latruncula* Sch. и *Lacanobia suasa* Den et Schiff. Аттрактант яблонной нижнесторонней минирующей моли (MM) характеризуется низкой видоспецифичностью и стабильностью.

В результате полевого скрининга феромонных препаратов чешуекрылых, выявлены неизвестные ранее аттрактанты для 13 видов чешуекрылых, из них 5 – относятся к семейству листоверток (*Ancylis badiana* Den. et Schiff, *Apotomis infida* H.,

Cochylis dubitana Hbn., *Gypsonoma oppressana* Tr., *Olethreutes arcuella* L.), 3 – молей (*Agonopterix multiplicella* Ersch., *A. ocellana* F., *A. propinquella* Treit.), 2 – совок (*Xanthia icteritia* Hubn. и *Ipimorpha subtusa* Den et Schiff.), 3 – огневок (*Agriphila straminella* Den. et Schiff., *Chrysoteuchia culmella* L., *Scoparia incratella* L.) и 1 вид пяденицы – *Eupithecia subfuscata* Haw.) (табл. 4.7).

Таблица 4.7. Неизвестные ранее половые аттрактанты для некоторых видов чешуекрылых

Группы чешуекрылых	Вид	Компоненты аттрактанта	Соотношение компонентов, %
Моли	<i>Agonopterix multiplicella</i> Ersch.	Z5-деценилацетат	6
		E7-додеценилацетат	100
		Z9-тетрадеценилацетат	49
Моли	<i>Agonopterix propinquella</i> Treit.	Z9-тетрадеценилацетат	6
		E7-додеценилацетат	4
		Z11-гексадеценилацетат	4
		гексадеканалацетат	1
Пяденицы	<i>Eupithecia subfuscata</i> Haw.	E8, E10-додекадиенол	–
Огневки	<i>Agriphila straminella</i> Den. et Schiff.	Z11-гексадеценаль	95
		Z9-гексадеценаль	5
Огневки	<i>Chrysoteuchia culmella</i> L.	Z11-гексадеценаль	95
		Z9-гексадеценаль	5
Огневки	<i>Scoparia incratella</i> Z.	Z11-гексадеценаль	95
		Z9-гексадеценаль	5
Совки	<i>Ipimorpha subtusa</i> Den. et Schiff.	Z11-гексадеценилацетат	95
		Z9-гексадеценаль	5
Совки	<i>Xanthia icteritia</i> Hubn.	Z11-гексадеценаль	95
		Z9-гексадеценаль	5
Листовертки	<i>Ancylis badiana</i> Den. et Schiff. -	E8-додеценилацетат	95
		Z8-додеценилацетат	100
		тетрадеканол	30
Листовертки	<i>Apotomis infida</i> Heinrich	Z8-додеценилацетат	100
		E8-додеценилацетат	3
Листовертки	<i>Cochylis dubitana</i> Hbn.	Z11-тетрадеценилацетат	0
		E11-тетрадеценилацетат	100
Листовертки	<i>Gypsonoma oppressana</i> Tr.	Z11-тетрадеценилацетат	0
		E11-тетрадеценилацетат	100
Листовертки	<i>Olethreutes arcuella</i> L.	Z8-тетрадеценилацетат	100

Эти виды развиваются на сорняках и не являются вредителями сада, но могут служить промежуточными хозяевами для представителей хищных и паразитических членистоногих (наездников, пауков, мух и др.), которые пополняют видовое разнообразие сада и способствуют сохранению его стабильности.

Таким образом, в результате пятилетних полевых испы-

таний 52-х СПА для мониторинга численности основных видов вредных чешуекрылых в плодовых садах можно рекомендовать, наряду с применяемыми в практике аттрактантами, следующие пять новых препаративных форм. Это аттрактант яблонной плодовой жоржки UMV на миникет-таблетке со сниженным в 2 раза содержанием кодлемона (0,4 мг) и додеканолом (0,05 мг), составляющим 12,5% от состава кодлемона. Добавка минорного компонента в таком количестве вызывает синергический эффект, что приводит к увеличению отлова вредителя. В том случае, когда содержание минорного компонента достигает 25-50% от количества кодлемона наблюдается эффект ингибирования, видоспецифичность при этом снижается и повышается аттрактивность СПА для нецелевых видов. Добавка минорного компонента к полной норме кодлемона не дает преимуществ в отлове целевого вида перед применяемым в практике аттрактантом. Препарат UMV при сохранении высокой степени специфичности, по эффективности отлова самцов превосходит применяемый в практике аттрактант ферофлор СРМК и более экономичен за счет сниженного содержания действующего вещества и более продолжительного и стабильного срока действия в сравнении с кодлемоном за счет равномерной эмиссии в течение сезона.

Для мониторинга всеядной листовертки СПА перспективен двухкомпонентный препарат Р5 (АР-5) на миникет-таблетке, включающий цис/транс-тетрадеценилацетат в соотношении 60:40 и с дозой действующего вещества аттрактанта 1 мг, или трехкомпонентный препарат Р8, содержащий кроме двух основных, минорный компонент Z11-тетрадеценон в количестве 0,2 мг и с общей дозой действующего вещества 1,2 мг. Увеличение дозы действующего вещества до 1,5 мг не ведет к существенному увеличению отлова в ловушках по сравнению с более низкой дозой действующего вещества 1,2 мг.

Лучшим для мониторинга плодовой изменчивой листовертки является препарат HNM4, содержащий в качестве действующего вещества трехкомпонентную смесь транс-8, транс-10-додеценилацетата (0,6 мг) с цис-8-додеценилацетатом (0,3 мг) и транс-8-додеценилацетатом (0,1 мг) и обоснованно рекомендован для использования как в Ленинградской области, так и в Краснодарском крае.

Для мониторинга рябиновой моли в зоне высокой ее вредоносности (в Ленинградской области) наиболее эффективным является препарат – РК-3 на миникет таблетке, действующим веществом которого является смесь 2 ацетатов:

Z11-гексадеценилацетата и Z13-октадеценилацетата с соотношением 30:70 и общей дозой 1 мг. Увеличение дозы действующего вещества в препарате до 3 мг или ее снижение до 0,2 мг приводит к резкому уменьшению уловистости для целевого вида.

Установлены также новые аттрактивные вещества для совков *Xanthia icteritia* и *Ipimorpha subtusa*, ширококрылых молей *Agonopterix multiplicella* Ersch. и *Agonopterix ocellana* F., огневки *Scoparia incratella* Z. и некоторых других видов чешуекрылых.

На примере огневок *Scoparia incratella* и *Crambus nemorellus* обоснована преобладающая роль минорных компонентов феромонов в репродуктивной изоляции морфологически похожих, но генетически отдаленных видов ночных чешуекрылых с одинаковыми основными аттрактивными компонентами.

Оценка видоспецифичности феромонных препаратов позволила разделить их на 3 основные группы: 1) **высокоспецифичные**, на которые летят целевые виды и до 5% нецелевых видов в пределах зоны их вредоносности, и имеющие, как правило, низкий коэффициент вариации независимо от биотопа и сезона. К ним отнесены препараты восклицательной совки (СЕ), яблонной плодовой (УМ, СР), всеядной листовертки (АР), смородиновой стеклянницы (СТ), рябиновой моли (АС) и др.; 2) **среднеспецифичные**, привлекающие кроме целевого, 5-15% нецелевых видов, у которых высокий коэффициент вариации при смене биотопа. Средней степенью специфичности с высокой вариабельностью характеризуются препараты ивовой кривоусой (РН-91), боярышниковой (РН-171) листоверток, гороховой плодовой (НМ), совки гаммы (АГ) и др.; 3) **низкоспецифичные**, с отловом свыше 15% нецелевых видов и высоким коэффициентом вариации: препараты ивовой кривоусой листовертки (РН-111), хлопковой (ХС), озимой (СО) совков и др.

Предлагаемое деление феромонных препаратов на 3 группы позволяет применять их избирательно, в зависимости от целей мониторинга. Так, для прогнозирования сроков и необходимости защитных мероприятий и для наблюдения за многолетней динамикой численности вредителей следует использовать высокоспецифичные половые аттрактанты. Для оценки фитосанитарного состояния популяций отдельных групп рекомендуется применять среднеспецифичные, а для определения видового разнообразия лепидоптероценоза можно

использовать слабоспецифичные препараты.

Показано изменение видоспецифичности при установке источников половых аттрактантов в нетипичных экологических условиях. С другой стороны, для репродуктивной изоляции не имеет значения степень различия феромонов генетически отдаленных видов, так как взаимное привлечение, например совков и листоверток или молей, не ведет к спариванию и обычно не служит помехой для копуляции самцов с конспецифичными самками. В условиях агроэкосистем фауна чешуекрылых весьма обеднена, причем массово размножаются один или несколько обычно генетически далеких видов вредных бабочек, для которых применяют феромонные ловушки. По этой причине мы считаем вполне оправданным использование упрощенных составов синтетических половых аттрактантов. На примере ряда видов листоверток, совков и молей нами подтверждена высокая степень видоспецифичности (90-100%) общепринятых аттрактантов. Небольшое снижение этого показателя возможно за счет единичного залета в ловушки тех хорошо отличимых видов, которые имеют близкий состав феромона самок.

В то же время, нами показано, что видоспецифичность половых аттрактантов чешуекрылых зависит от степени географической, биотопической или сезонной изоляции популяций генетически отдаленных видов с близкой феромонной системой.

Размещение стандартных половых аттрактантов в неспецифичных экологических или географических условиях зачастую ведет к смене доминантных видов в уловах. Для количественного мониторинга вредителей стандартные ловушки надо использовать только для рекомендованных целей, объектов и культур и при строго определенных эколого-географических условиях.

4.3. Мониторинг видового состава и численного соотношения доминирующих вредных чешуекрылых плодового сада в условиях Северо-Запада России

Феромонный мониторинг численности вредных чешуекрылых является важным элементом современной интегрированной защиты плодовых садов от комплекса вредителей. (Riedl, 1980; Touzeau, 1981; Burghardt, Krauf, 1983; Буров, Сазонов, 1987; Приставко, Жуков, 1991; Емельянов и др., 2002)). Использование синтетических половых аттрактантов (СПА) в качестве средств мониторинга позволяет, в сравнении с другими методами учета, своевременно и с высокой степенью точности фиксировать момент появления вредных чешуекрылых на значительных площадях и оценивать уровни их численности для прогноза оптимальных сроков защитных мероприятий.

С помощью феромонного мониторинга можно объективно оценить видовой состав вредных чешуекрылых, что способствует более целенаправленному использованию инсектицидов против конкретных вредителей яблони в различных агроклиматических зонах. Кроме того, он позволяет выявить виды чешуекрылых, напрямую не связанные с яблоней, как кормовой культурой, но обитающие в садах на травянистой растительности и обогащающие видовое разнообразие чешуекрылых. Не вызывает сомнения, что такие виды чешуекрылых способствуют сохранению энтомофагов, регулирующих численность фитофагов, развивающихся на яблоне.

Исследования в Псковской области проводили в окрестностях г. Великие Луки на базе промышленного сада ТОО "Ущицы" площадью около 30 га и схемой посадки деревьев 3 x 4 м. Возраст сада – около 15 лет. Сортосов состав разнообразный. Из них ранними являются Белый налив, Мелба, средними – Антоновка обыкновенная, Антоновка новая, Осеннее полосатое, поздними – Симиренко, Уэлси, Теллисааре. С 1997 г. в экспериментальном саду не проводились какие-либо обработки пестицидами. По своему периметру сад окружен посадками тополей. Одновременно наблюдения проводились в лесном биотопе, расположенном на расстоянии 1 км от опытного сада. Помимо лесобразующих пород (тополь, ясень, ольха, бересклет и черемуха) в нем имеются розоцветные культуры, представленные дикой яблоней, грушей, вишней, рябиной, калиной, шиповником и другими породами, которые являются резерватами ряда вредных чешуекрылых плодового сада. В травянистом покрове доминируют злаки, зонтичные, крапива,

сныть и др. Лес расположен на обрывистом склоне правого берега р. Ловать.

Исследования в Ленинградской области проводились в окрестностях г. Пушкина в учебно-опытном плодовом саду Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (СПбГАУ) площадью 34,6 га, на расстоянии 100 метров от которого расположены индивидуальные садовые и дачные участки, где выращиваются различные плодовые культуры. Сад заложен в 1952 г., его территория разделена на 25 кварталов, каждый из которых представлен различными посадками: черная смородина, земляника, малина и крыжовник. Яблоневые деревья, средний возраст которых от 19 до 48 лет, сформированы на сильнорослых семенных подвоях, с уплотненным размещением деревьев в рядах (416 на 1 га) с ограничением высоты до 3,5 – 4 м. Сортосов состав яблоневых насаждений разнообразный, но преобладают следующие сорта: Селигер, Старс, Грушовка Ревельская, Память Лаврика, Пепин Шафранный, Антоновка, Анис. В хозяйстве применяют минеральные удобрения. С интервалом в 3 года в нем проводят обрезку, прореживание и омолаживание кроны дерева. Схема посадки яблонь 6x4 м.

Выявленный видовой состав экосистемы плодового сада в Северо-западном регионе свидетельствует о его большом разнообразии. За 6 лет исследований с использованием 54 применяемых в практике и новых препаративных форм СПА выявлено более 60 видов чешуекрылых, из которых было идентифицировано 49 видов листоверток (23 вида относящихся к вредителям яблони) 2 вида стеклянниц, 6 видов совок, 3 вида огневков, а также 6 видов молей:

Семейство *Tortricidae* - листовертки

1. *Ancylis badiana* Den. et Schiff.
2. *Apotomis infida* Heinrich
3. *Aphelia paleana* Hbn. - тимOFFеечная или травяная листовертка
4. *Adoxophyes orana* F.R. – сетчатая листовертка
5. *Aethes rubidana* Tr.
6. *Archips rosana* L. - розанная листовертка
7. *Archips podana* Sc. – всеядная листовертка
8. *Cochylis dubitana* Hbn.
9. *Cochylis posterana* Z.
10. *Croesia bergmaniana* L. - розанная плоская листовертка
11. *Croesia holmiana* L. - белопятнистая, или оранжевая пло-

ская листовертка

12. *Celypha purpurana* Hw.
13. *Choristoneura diversana* Hbn. – дымчатая листовертка
14. *Clepsis spectrana* Tr.
15. *Cnephasia stephensiana* Dbld.
16. *Cochylis posterana* Z.
17. *Cochylidia richteriana* F.R.
18. *Cydia pomonella* L. – яблонная плодожорка
19. *Cydia nigricana* F. – гороховая плодожорка
20. *Dichrorampha petiverella* L.
21. *Enarmonia formosana* Sc. – подкоровая листовертка
22. *Epiblema foenella* L. – полынная листовертка
23. *Epiblema scutulana* Den. et Schiff.
24. *Eucosma cana* Hw.
25. *Eucosma campoliliana* Den.
26. *Eulia ministrana* L.
27. *Gypsonoma minutana* Hbn.- тополевая листовертка
28. *Gypsonoma oppressana* Tr.
29. *Gipsonoma sociana* Hw.
30. *Grapholita funebrana* Tr.- сливовая плодожорка
31. *Hedya nubiferana* Hw. – плодовая изменчивая листовертка
32. *Hedya dimidiana* Cl.
33. *Laspeyresia servillana* Dup.
34. *Notocelia rosaecolana* Dbld.
35. *Olindia schumacherana* F.
36. *Orthotaenia undulana* Den. et Schiff.
37. *Pammene gallicana* Gn.
38. *Pammene rhediella* Cl.
39. *Pandemis heparana* Den. et Schiff.- ивовая кривоусая листовертка
40. *Pandemis cerasana* Hbn. – смородинная кривоусая листовертка
41. *Pandemis corylana* F.
42. *Phalonidia manniana* Fr.
43. *Pthycholoma lecheana* L. – свинцовополосая листовертка
44. *Rhopobota naevana* Hbn. – ясеневая листовертка
45. *Syndemis musculana* Hbn. – листовертка обманчивая
46. *Syricoris lacunana* Den. Et Schiff.
47. *Spatalistis bifasciana* Hbn.
48. *Spilonota ocellana* F.- почковая листовертка
49. *Tortrix viridana* L.- зеленая дубовая листовертка

Семейство *Sesiidae* – стеклянницы

50. *Synanthedon myopaeformis* B. – яблонная стеклянница
51. *Synanthedon tipuliformis* Cl. – смородинная стеклянница

Семейство *Noctuidae* – совки

52. *Agrotis exclamationis* L. – восклицательная совка
53. *Autographa gamma* L. – совка-гамма
54. *Cosmia trapesina* L.- грушевая совка
55. *Cucullia umbratica* L.
56. *Discestra trifolii* H. – клеверная совка
57. *Ochropleura plecta* L.- белокрайняя совка

Семейство *Argyresthiidae* – аргирестииды

58. *Argyresthia conjugella* Z. – плодовая рябиновая моль

Семейство *Glyphipterigidae* – моле-листовертки

59. *Yponomeuta malinellus* Z. – яблонная горностаевая моль
60. *Yponomeuta padellus* L. – плодовая горностаевая моль

Семейство *Gracillariidae* – моли-пестрянки

61. *Phyllonorycter pyrifoliella* Grsm.- нижнесторонняя, или яблонеминирующая моль-пестрянка

Семейство *Oecophoridae* – ширококрылые моли

62. *Agonopterix multiplicella* Ersch.
63. *Agonopterix ocellana* F.

Семейство *Crambidae* – огневки-травянки

64. *Crambus nemorellus* Hbn.
65. *Scoparia incratella* Z.

Семейство *Pyraustidae* – ширококрылые огневки

66. *Udea lutealis* Hbn.

Экономически значимым и массовым среди отловленных на аттрактанты видов чешуекрылых в обеих точках проведения исследований (Псковская и Ленинградская области) является яблонная плодожорка. Из трех лет наблюдений в Великих Луках самым благоприятным для ее развития был 1999 год, характеризовавшийся самыми высокими температурными показателями, которые благоприятствовали развитию второго факультативного поколения вредителя (см. далее). Всего в указанном году, в среднем на одну ловушку за сезон, было от-

ловлено 189,7 самцов этого вида в то время как в 1997 и 1998 гг. – 67,7 и 137,2 бабочек, соответственно (табл. 4.8). Эта закономерность просматривалась как в садовом, так и лесном биотопах, хотя в последнем численность данного вредителя была ниже.

Погодные условия 1999 г. благоприятно сказались также на развитии сливовой плодовой жорки, численность которой возросла в 6 раз по сравнению с 1997 г., а также всеядной и подкоровой листоверток (табл. 4.8). Можно предположить, что всеядная листовертка в условиях повышенных температур 1999 г. могла иметь частичное развитие второй генерации, также как и яблонной плодовой жорки. Это предположение основано на том факте, что в южной Швеции, которая расположена на широте Северо-западного региона, практически ежегодно наблюдается неполное развитие 2-го поколения всеядной листовертки (Sylvén, 1958). Так, по данным того же автора, в 1953 г., более теплом в сравнении с 1952 г., вредитель развивался на 2 недели раньше средних многолетних сроков.

Нами наблюдалось также увеличение численности листовертки *Eulia ministrana*, которая является потенциальным вредителем в Северо-Западном регионе. Гусеницы этого вида являются олигофагами и повреждают многие виды растений семейства розоцветных. Этот вредитель был особенно многочислен в прилегающем к яблоневому саду лесном биотопе (в среднем 55,7 самцов/лов. за сезон).

Вместе с тем, дефицит влаги в 1999 г. на фоне высоких температур явился ограничивающим фактором для развития розанной листовертки в садовом агроценозе. Ее численность сократилась по сравнению с предыдущим годом в 13 раз (табл. 4.8). В то же время в лесном биотопе, где для нее сложились более благоприятные условия, была отмечена ее максимальная численность за 3 года – 115 экз. за сезон в среднем на ловушку. Таким образом, лес являлся местом поддержания достаточно высокой ее численности в 1999 г. Подъем численности плодовой изменчивой листовертки наблюдался лишь в 1997 г., в 1998 г. он снизился в 2 раза, в 1999 г. данный вид не был выявлен. Аналогичная картина наблюдалась со смородинной стеклянницей, которая также не была выявлена. В 1999 г. отмечено резкое (в 4,5 раза) снижение численности яблонной нижнесторонней минирующей моли; более чем в 3 раза – сетчатой листовертки и почти в 2 раза – многоядного вредителя совки-гаммы.

Таблица 4.8. Интенсивность лета вредных чешуекрылых на СПА в плодовом саду Псковской области

Препаративная форма СПА	Вид	Биотоп	Всего, в среднем экз. за сезон		
			1997 г.	1998 г.	1999 г.
CP	Яблонная плодовая жорка	сад	67,7	137,2	189,7
		лес	5,0	4,3	13,0
GF	Сливовая плодовая жорка	сад	25,6	41	152
AR	Розанная листовертка	сад	27,3	62,2	4,3
		лес	4,0	58,2	115
AB	Всеядная листовертка	сад	12,3	5,3	23,3
		лес	48,0	70,1	23,3
PH-91,171	Листовертка <i>Eulia ministrana</i> L.	сад	0,7	1,7	3,3
		лес	1,7	8,9	55,7
XH	Плодовая изменчивая листовертка	сад	10,7	4,5	0
		лес	0,3	3,2	0
EP	Подкоровая листовертка	сад	114,0	73,9	101,4
		лес	160,0	172,4	96,0
AO	Сетчатая листовертка	сад	0	5	1,6
CT-53	Смородинная стеклянница	сад	1,3	25,0	0
		лес	0	0	0
MM	Яблонная нижнесторонняя минирующая моль	сад	823,6	2471	532,3
		лес	545,6	1637	424,3
AE	Восклищательная совка	сад	23,7	5,6	3,3
		лес	0,3	2,0	1,7
AG	Совка-гамма	сад	8,0	32,1	17,0
		лес	1,0	0,3	1,7

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в плодовых насаждениях Северо-Запада России видовое соотношение вредных чешуекрылых нестабильно и меняется в зависимости от конкретных погодных условий сезона. При этом имеет значение близкое расположение мелколиственных насаждений, с включением плодовых культур, как резерватов вредных чешуекрылых, особенно в годы, когда складываются не совсем благоприятные для развития чешуекрылых условия температуры или влажности.

Наблюдается также тенденция усложнения садового лепидоптероценоза за счет внедрения в него потенциальных вредителей яблони. Один из них – листовертка *Hedya dimidiata* был впервые обнаружен на яблоне в Великих Луках в 1997 г. (Николаева, 1999). К числу потенциальных вредителей яблони относятся также листовертки *Eulia ministrana*, *Archips lafauriana*, *Pandemis dumetana*, *Gypsonoma dealbana*, *Rhopobota naevana*, *Aleimma loeflingiana*, обнаруженные в плодовых насаждениях с помощью половых аттрактантов.

Феромонный мониторинг позволил нам также проследить изменение не только видового состава листоверток, но и их соотношения по результатам отлова на одни и те же составы СПА в 1997-1999 гг. в сравнении с 1986-1989 гг. (данные Емельянова и др., 2002). Данные, представленные на рисунке 4.3.

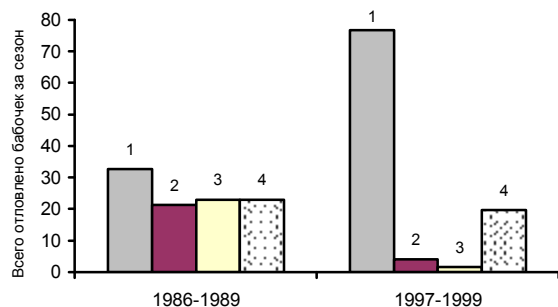


Рис. 4.3. Соотношение основных видов вредных листоверток плодового сада в Великих Луках в разные периоды (в % от общего количества отловленных самцов за сезон) 1- *Cydia pomonella*, 2- *Hedya nubiferana*, 3- *Pandemis heparana*, 4- *Archips rosana*

Доля (в %) яблонной плодовой жорки в комплексе из 4 видов листоверток возросла в 2,4 раза. Участие розанной листовертки в этом комплексе за 10 лет снизилось незначительно – на 3%. Однако следует отметить серьезные изменения численности *Hedya nubiferana* и *Pandemis heparana*, доля которых сократилась на 17,4 и 22,3%, соответственно. Причиной таких изменений, возможно, является потепление климата в регионе (Гольберг и др., 2002; Логинов, Мельник, 2002; Менжулин, 2003), а также сокращение химических обработок в саду, вызванное экономическими причинами.

В другой точке Северо-западного региона – в Ленинградской области – яблонная плодовая жорка также превалирует по численности над другими видами листоверток, в частности над розанной, почковой и, в особенности, над всеядной (рис. 4.4).

В то же время наблюдается достаточно высокая, в сравнении с листовертками, численность молей (рис. 4.5). Среди них наиболее значимыми являются яблонная горностаевая и рябиновая моли, причем роль последней в конце 90-х годов заметно возрастает в плодовом лепидоптероценозе. Так, по нашим данным, в Псковской области в 1999 г. наблюдался подъем численности рябиновой моли, которая достигала в среднем 4,4 в садовом и в лесном биотопах – 32,0 экземпляра в ловушку за сезон. В Ленинградской области в 2001 г. в саду было выловлено 12 самцов вредителя в ловушку в среднем за

сезон. В то же время в сравнительно теплом 2002 г. в садах Ленинградской области наблюдалось практически полное отсутствие рябиновой моли. Единичные бабочки были отмечены в саду только в начале июня. Мы объясняем это обильным плодоношением рябины в 2002 г., что сдерживало ее миграцию в яблоневые сады. У других видов молей – яблонной нижнесторонней минирующей и яблонной и горностаевой в 2001-2002 гг. в Ленинградской области было отмечено снижение численности.

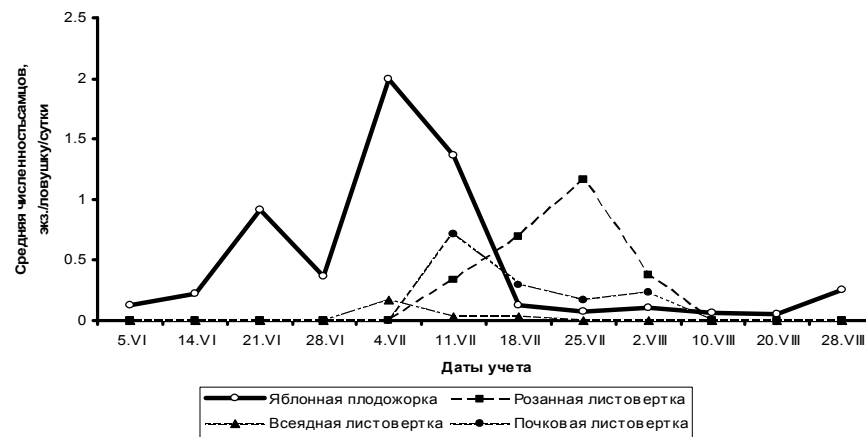


Рис. 4.4. Динамика лета основных видов вредных чешуекрылых в плодовом саду Ленинградской области (2001 г.)

В результате феромонного мониторинга, проводившегося в течение вегетационного сезона 2002 г. в Ленинградской области, отмечен необычно резкий подъем численности (в 15 раз) ранневесеннего вида листоверток – плодовой изменчивой (с 16 в 2000 и 8 в 2001 до 121 экз./лов./сезон в 2002 г.) и снижение численности всеядной листовертки с 15 в 2001 до 3,4 экз./лов./сезон в 2002 г.

В 2002 г. в Ленинградской области при проведении мониторинга впервые был использован синтетический половой аттрактант микроплодовой жорки, или розоцветной плодовой жорки *Pammene rhediella*, любезно предоставленный финским энтомологом Туомо Туовинен. По литературным данным этот вид был зарегистрирован в Ленинградской области в 1907 г. Известно, что гусеницы вредителя в отличие от яблонной плодовой жорки, проникают в мякоть и достигают семенной камеры не прямым, а извилистым ходом. Однако, можно предположить, что повреждения микроплодовой жоркой можно спутать с повреж-

дениями яблонной плодовой жоркой. В 2002 г. такой тип повреждения наблюдался нами в плодовом саду в окрестностях г. Пушкин. Этот ранневесенний вид листовертки был обнаружен с численностью до 2 экземпляров на ловушку за неделю. По данным Т. Туовинен (Tuovinen, 1997) розоцветная плодовая жорка является существенным вредителем в граничащей с нами Финляндии. В связи с тем, что феромонный мониторинг показал присутствие этого вида в плодовом саду на Северо-Западе России, необходимо контролировать ее численность в нашей стране.

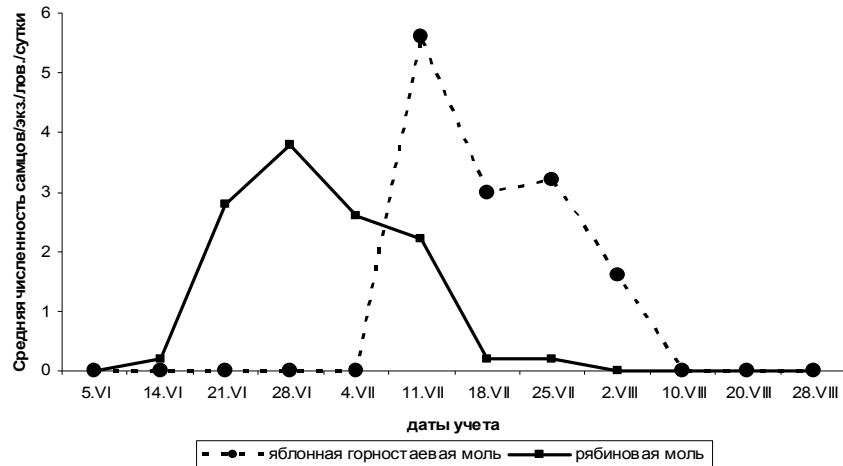


Рис. 4.5. Динамика лета двух видов молей в плодовом саду Ленинградской области (2001 г.)

4.4. Мониторинг сезонной динамики и численного соотношения вредных чешуекрылых плодового сада в Северо-Кавказском регионе

В центральной зоне Краснодарского края мониторинг проведен в опытном саду, занимавшем площадь 6 га. Возраст сада 11 лет, схема посадки деревьев 3 x 4 м. Основной сортовой состав яблони представлен Мелбой, Боровинкой, Джонатаном, Симиленко с преобладанием Джонатана. Рядом с кварталами яблоневого сада располагались кварталы сливовых и абрикосовых садов. В течение двух лет исследований в саду использовалась сокращенная схема химической защиты и проводилась весенняя вспашка междурядий. По своему периметру сад окружен посадками тополей с примесью диких розоцветных, плантациями абрикоса и алычи.

В результате проведенных исследований в 2000-2001 гг. в

Центральной зоне Краснодарского края феромонный мониторинг показал, что массовыми видами в 2000 г. являлись яблонная и сливовая плодовой жорки, всеядная, подкоровая, розанная, сетчатая, листовертки, а также яблонная нижнесторонняя моль-пестрянка (табл. 4.9).

Таблица 4.9. Фенология лета основных видов чешуекрылых на СПА в Центральном районе Краснодарского края в 2000 -2001 гг.

СПА, вид	Всего, экз./ловушку/сезон		Период лета			
	2000 г.	2001 г.	Общая длительность		Массовый лет	
			2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
1	2	3	4	5	6	7
CP <i>Cydia pomonella</i>	143,0	373,5	3 декада апреля 1 декада октября	конец 3 дек. апреля - 1 дек. октября	12-17.05* 11-26.06 29.07-11.08	середине мая* 19-26.06 24-31.07
GF <i>Grapholita funebrana</i>	85,3	61,2	22.05-4.08	31.05-6.09	22.5-5.06 1-20.07	28.06-17.7 30.07-13.08
AP <i>Archips podana</i>	49,4	84,7	22.05-1.07	22.07-13.08	20.07-25.05.08	1-21.06 30.07-13.08
AR <i>Archips rosana</i>	35,7	15,2	22.05-1.07	1.06-9.07	29.06-1.07	9-21.06
EP <i>Enarmonia formosana</i>	85,3	73,4	22.05-4.08	3.05-6.09	22.05-11.06	9-21.06
XH-61, 411 <i>Hedya nubiferana</i>	8,6	2,0	16.05-11.06	1.06-21.06	17-22.05	1-5.06
AO <i>Adoxophyes orana</i>	14,0	0	25.05-15.06 14.07-25.08	—	17-25.08	—
AX <i>Argyrothaenia pulchellana</i>	20,3	4,0	15.06-29.07	18.06-3.07	14-29.07	—
SO <i>Spilonota ocellana</i>	7,0	10,6	29.05-1.07	1.06-22.07	—	9-21.06
SM <i>Synanthedon myopaeformis</i>	8,6	19,3	22.05-29.07	5.06-22.07	—	21.06-25.06
MM <i>Phyllonoricter pyrifoliella</i>	10661	5915,3	апрель - сентябрь	апрель - сентябрь	—	2-16.07
AG <i>Autographa gamma</i>	136	—	май - сентябрь	—	15.06-15.07	—

1	2	3	4	5	6	7
SOC, SO <i>Olethreutes arcuella</i>	25,8	30,4	17.05- 15.06	28.05- 21.06	17-29.05	28.05- 5.06
LAF1 <i>Archips lafauriana</i>	3,2	3,8	15.06-1.07	28.05-9.07	-	-

* по данным ВНИИБЗР

Яблонная плодожорка осталась, как и раньше, наиболее вредоносным и обильным видом в этой природной зоне. Среди совков, преобладал многоядный вид – совка-гамма. Выявленный нами состав доминирующих видов вредных чешуекрылых яблони отличался от видового состава, который наблюдался рядом исследователей в этой зоне в конце 80-х – начале 90-х годов (Праля и др., 1983; Праля, 1992; Шапарь, 1987 и др.). Так, по данным этих авторов, массовыми и наиболее вредоносными видами являлись ивовая кривоусая, боярышниковая, всеядная и сетчатая листовертки. В годы наших исследований первые два вида потеряли свое значение в этой зоне. Это говорит об определенных направленных изменениях фауны плодового сада в северокавказском регионе за последнее десятилетие под влиянием ряда факторов, среди которых могут играть роль климатические изменения, снижение объема защитных мероприятий или смена набора используемых пестицидов. Кроме того, ежегодные колебания структуры видового состава массовых чешуекрылых сада зависят от погодных условий конкретного сезона.

Погодные условия сказались не только на численности отдельных видов, но и на динамике их лёта. Установлено, что первые бабочки ключевого вредителя – яблонной плодожорки – в 2000 г. появились в конце апреля. В сезонной динамике ее лёта можно выделить три периода подъема численности имаго: в середине мая, середине июня и в первой декаде августа (табл. 4.9, рис. 4.6). Наиболее интенсивный лёт яблонной плодожорки на СПА наблюдался на протяжении всего июля и августа. Это объясняется тем, что лёт бабочек летнего поколения происходил одновременно с концом лёта самцов перезимовавшего поколения. В связи с чем численность имаго вредителя на протяжении летних месяцев была достаточно высокой, максимально до 23,0 экземпляров на ловушку за учет или 3,8 экземпляров на ловушку за сутки. Однако, несмотря на то, что поколения плодожорки перекрывались, границы между поколениями вредителя оказались различимы.

В 2001 г. характер сезонной динамики лёта яблонной плодожорки незначительно отличался. Из рисунка 4.7 видно, что пики лета вредителя примерно совпадали с 2000 г.: первый – в середине мая, второй на несколько дней позже – 21 июня, кроме третьего пика, который в 2001 году сместился с I декады августа на III декаду июля. Причем лёт бабочек второго летнего поколения был наиболее интенсивным, достигая максимум 33 экземпляров на ловушку за учет или 13,6 экземпляров на ловушку за сутки. Смещение периода лета второго поколения вредителя на 10 дней раньше по сравнению с 2000 г. объясняется холодной затяжной весной и очень жарким июлем (средняя температура воздуха составила 28°) с дефицитом осадков (3 мм за месяц).

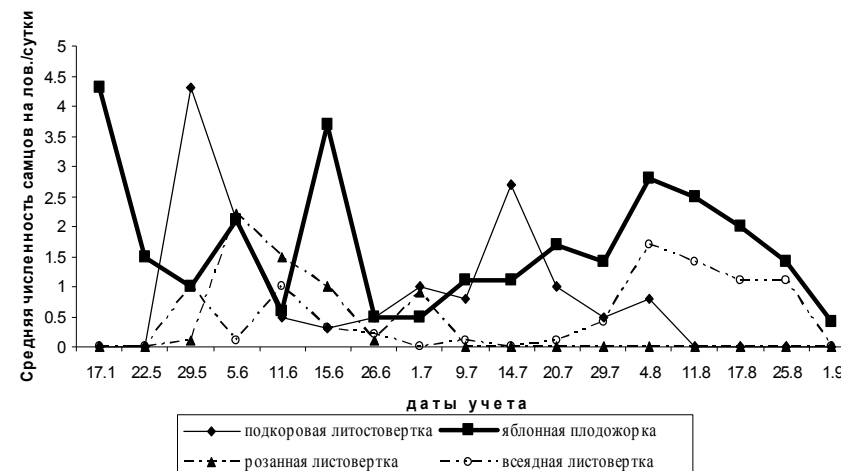


Рис. 4.6. Динамика лёта доминирующих видов листоверток на СПА в Центральной зоне Краснодарского края (2000 г.)

Известно, что связь между отловом самцов яблонной плодожорки феромонными ловушками и плотностью популяции вредителя или потерями урожая нестабильна (Гричанов, 1993). Имеется лишь несколько примеров полного соответствия этих показателей. К тому же, не решен вопрос, на какой уровень поврежденности, 2, 3 или 5% поврежденных плодов, следует ориентироваться при расчетах (Байку 1993). Более того, по некоторым расчетам (Калинкин и др., 2003) общепринятый порог в 2% не является статистически достоверным при рекомендованном объеме выборки (100 плодов).

По расчетам для юга Ростовской области, где обычно вредят три поколения яблонной плодожорки (последнее не-

полное), из десяти лет наблюдений определенная, хотя и умеренно выраженная связь (коэффициент корреляции r 0,77) между уловами самцов ловушками и поврежденностью плодов (с учетом падалицы) в необрабатываемом контроле проявилась в семи годах (Махоткин и др., 2004). От численности бабочек в мае-июне зависит численность гусениц и вредоносность не только первого, но и последующих поколений. С учетом этого обстоятельства М.И.Болдырев (1981), например, считал необходимым бороться против первого поколения и тогда, когда его численность ниже пороговой (2% заселенных плодов), но рассчитанный вред от второго поколения выше порогового.

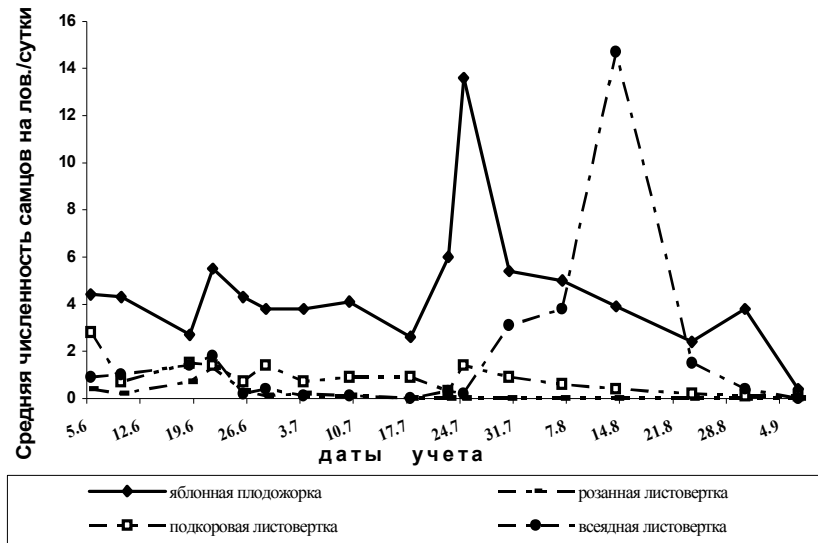


Рис. 4.7. Динамика лёта доминирующих видов листоверток на СПА в Центральной зоне Краснодарского края (2001 г.

С учетом этих и наших данных, для южной зоны плодородства (Ростовская область) со стабильным развитием яблонной плодожорки в двух полных генерациях и варьирующей степенью развития третьего поколения можно скорректировать рекомендованную систему пороговых отловов самцов на ловушки для проведения учетов яиц и гусениц и щадящих или жестких мер борьбы (Махоткин и др., 2004).

– отлов в течение недели не более 5 бабочек на ловушку в 1-м поколении и не более 10 во втором и третьем (низкая плотность вредителя);

– отлов 5-10 особей в 1-м поколении и 10-15 во втором и

третьем (средняя плотность);

– отлов в течение недели 10 и более бабочек на ловушку в 1-м поколении и 15 и более во втором и третьем (высокая плотность плодожорки).

Эти корректировки основаны на статистической оценке результатов отлова на феромонные ловушки бабочек не только 1-го, но также 2-го и 3-го поколений вредителя. На участках с низкой численностью вредителя нет опасности серьезных повреждений урожая яблонной плодожоркой. На участках со средней плотностью вредителя, подтвержденной учетами преимагинальных фаз, проводят обработки щадящими препаратами, с высокой – химическую борьбу в оптимальные сроки. В связи с различным механизмом действия на насекомых химических, микробиологических, биологических средств и биологически активных веществ сроки их применения не совпадают. Поэтому при решении вопроса о сроках применения тех или иных средств защиты растений необходимо использовать данные по отлову бабочек, среднесуточные температуры и суммы эффективных температур.

В целом, уточненные нами величины ЭПВ яблонной плодожорки по уловам феромонными ловушками соответствуют пороговым величинам, определенным для других местностей и могут использоваться при контроле численности вредителя. Вместе с тем, нарушения зависимости между уловами бабочек и поврежденностью плодов свидетельствует о том, что в годы со значительным отклонением погодных условий от многолетней нормы для принятия обоснованных решений об обработках метеорологический и феромонный мониторинг следует дополнять учетом отложенных яиц и свежих внедрений молодых гусениц в плоды.

Наши наблюдения в 2000 г. показали, что начало лёта основных видов листоверток на феромонные ловушки в Краснодарском крае отмечено примерно на 1-2-недели позже, чем сроки начала лёта яблонной плодожорки (табл. 4.9). На рисунке 4.6 представлена динамика лёта на синтетические половые аттрактанты яблонной плодожорки и доминировавших в год исследований всеядной, подкоровой и розанной листоверток. Сопоставление этих графиков показывает, что массовый лёт самцов данных листоверток совпадал с оптимальными сроками проведения защитных мероприятий против гусениц яблонной плодожорки. Анализ лёта яблонной плодожорки и трех видов

листоверток в 2000 г. показал, что наибольшая синхронность у перечисленных видов отмечена в период с 22 мая по 15 июня, а также с 29 июля по 17 августа (рис. 4.6). Эти данные необходимо учитывать при сигнализации проведения химических обработок в саду. Так, обработка против гусениц яблонной плодоярки в первый период могла бы снизить также численность имаго подкоровой и розанной листоверток.

В 2001 г. отмечался подъем численности относительно 2000 г. бабочек яблонной и сливовой плодоярок, боярышниковой, соевой, всеядной, и почковой листоверток Численность полосатой разноцветной листовертки *Olethreutes arcuella* Cl. осталась на уровне прошлого года. (табл. 4.9). Метеорологические условия вегетационного сезона 2001 г. оказали влияние на снижение лёта розанной листовертки и явились причиной отсутствия в феромонных ловушках сетчатой и многоядной листоверток. Вместе с тем, данные наших исследований за 2000-2001 гг. и материалы Краснодарской СТАЗР свидетельствуют о развитии третьего неполного поколения яблонной плодоярки, гусеницы которого, отрождаясь в августе – начале сентября, могут наносить существенный вред урожаю яблок перед самой уборкой.

Из вредных чешуекрылых плодового сада в годы наших исследований в достаточно высокой численности наблюдалась также нижнеминирующая моль-пестрянка (табл. 4.9), вызывающая осыпание листьев яблони. Основной причиной массового размножения этого вредителя в последние годы можно объяснить интенсивным применением контактных пиретроидных препаратов с большой продолжительностью токсического действия, которые не влияют на минеров вследствие их скрытого образа жизни, но уничтожают всю полезную энтомофауну сада. Аналогичные объяснения мы нашли в работах исследователей 70-х гг., когда в садах южной зоны страны применяли подобные типы препаратов, в частности ДДТ (Мормылева, 1972; Холченков, 1973).

Фитосанитарный мониторинг, проведенный нами в 2000-2001 гг. с использованием половых аттрактантов позволил изучить сезонную динамику лета самцов нижнеминирующей моли-пестрянки (рис. 4.8, 4.9) и сравнить ее динамикой лёта важнейшего в группе чешуекрылых вредителя яблони – яблонной плодоярки (рис. 4.6, 4.7). Полученные данные позволили разработать метод совмещения сроков использования

инсектицидов для борьбы с данными вредителями. Из рисунков 4.6 и 4.7 видно, что яблонная плодоярка может развиваться на юге России в трех полных генерациях (перезимовавшего и 2-х летних). Лёт перезимовавшего поколения минирующей моли начался в исследуемые годы в 3-й декаде апреля – начале мая, лёт первого летнего поколения отмечался в конце мая-июне, второго летнего поколения – в конце июля – начале августа. В 2000 г. более высокая численность моли-пестрянки наблюдалась у первого летнего поколения (максимальная численность – 1644 экз./ловушку), тогда как в 2001 г. она отмечена у второго поколения (максимально – 1219 экз./ловушку). Резкое увеличение численности бабочек нижнесторонней минирующей моли-пестрянки наблюдалось в 2000 году во второй половине июня, в 2001 г. – в середине июля. В сложившейся ситуации зональные обработки против яблонной плодоярки позволяют снижать численность моли-пестрянки.

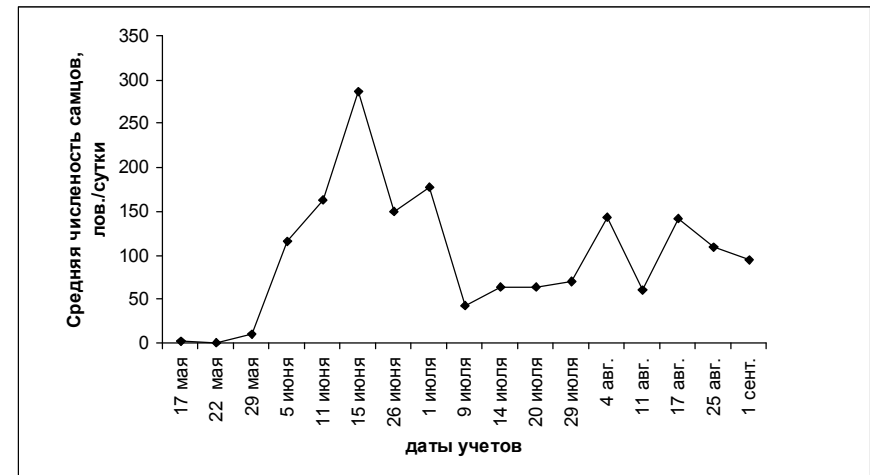


Рис. 4.8. Динамика лёта яблонной нижнесторонней моли-пестрянки на СПА (Центральная зона Краснодарского края, 2000)

Таким образом, выявленный нами состав доминирующих видов вредных чешуекрылых плодовых культур отличался от видового состава, который наблюдался рядом исследователей в конце 1980-х – начале 1990-х гг. Предложена корректировка системы пороговых отловов самцов яблонной плодоярки на ловушки для проведения учетов яиц и гусениц и щадящих или жестких мер борьбы. Наблюдения за динамиками лёта вредных чешуекрылых показали, что расчетные сроки обработок против яблонной плодоярки могут снизить численность тех или иных

(в зависимости от сезонных условий) вредителей яблони, фенология которых совпадает с развитием с основным вредителем.

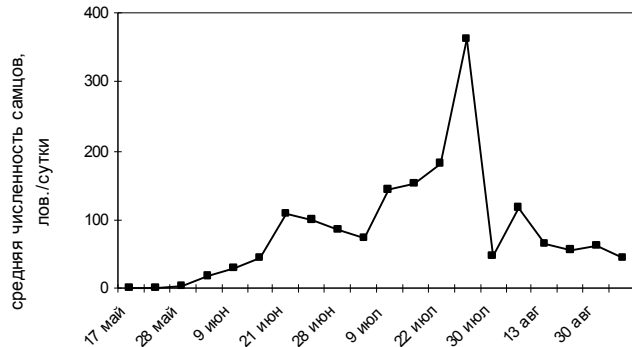


Рис. 4.9. Динамика лёта яблонной нижнесторонней моли-пестрянки на СПА (Центральная зона Краснодарского края, 2001)

4.5. Прогнозирование степени бездиапаузного развития гусениц яблонной плодовой моли в садах по феромонным ловушкам и сумме эффективных температур

Для прогнозирования возможной степени бездиапаузного развития гусениц 1-го поколения (то есть степени развития 2-го поколения) мы использовали динамику нарастания СЭТ, коррелирующих с суммой тепла, необходимого для завершения отдельных фаз развития яблонной плодовой моли (Гричанов, Овсянникова, 2002). Дата достижения СЭТ 500° дает возможность ориентировочно определить степень развития второго поколения за 2-3 недели до начала отрождения гусениц второго поколения с помощью графического изображения нарастания СЭТ (Болдырев, 1981а).

Критический фотопериод является вторым после температуры параметром, регулирующим цикл развития яблонной плодовой моли. Этот фактор приобретает решающую роль во второй половине лета. По данным А.С. Данилевского (1961) и Г.Г. Шельдешовой (1962), у любой популяции вредителя и в любое время лета должно появиться некоторое количество диапаузирующих гусениц, которое выше в северных районах и ниже в южных. Критический фотопериод для яблонной плодовой моли увеличивается в северном направлении с 16,5 ч на широте Краснодара до 18 ч в С.Петербурге. Однако отмечено, что в более северных регионах он играет гораздо меньшую роль в цикле развития вредителя, чем в южных. В.П. Васильев

и И.З. Лившиц (1984) приводят расчеты, по которым для развития 2-го поколения необходимо СЭТ от 500 до 600°С. Авторы подчеркивают, что в более теплые годы численность второго поколения должна повышаться, так как при повышенной температуре большее число гусениц успеет развиваться до наступления критического периода. Х. Ридл и Б. Крофт в своей работе отмечали (Riedl and Croft, 1978), что чем больше СЭТ до наступления критического периода, тем больше доля недиапаузирующих гусениц, то есть гусениц, которые будут окукливаться и давать следующее поколение.

Учитывая тот факт, что в последнее десятилетие XX века наблюдается потепление климата, о чем свидетельствуют материалы ряда научных агрометеорологических конференций (Логинов, Мельник, 2002; Мещерская, 2002; Сиротенко и др, 2002), мы провели анализ динамики накопления тепла за десять (1990-1999) и пять лет (1995-1999) конца 20-го столетия в сравнении со среднемноголетними показателями (за 1923-1999) (рис. 4.10). Данные, полученные за 5 лет (1995-1999), свидетельствуют о возможности развития 2-го поколения яблонной плодовой моли в условиях Северо-западного региона, в частности в Ленинградской области.

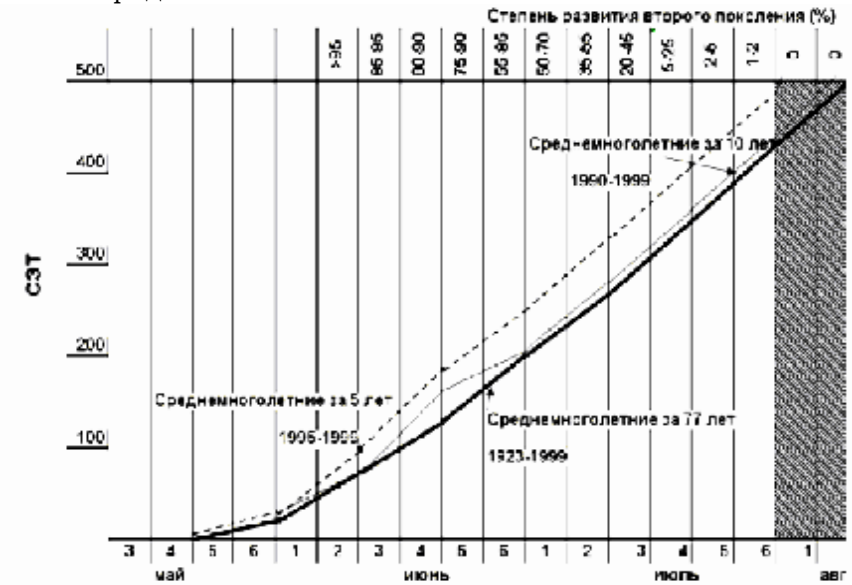


Рис. 4.10. Прогнозирование степени развития второго поколения яблонной плодовой моли (в %) по сумме эффективных температур в Ленинградской области (г. Пушкин)

Эксперименты по скринингу и разработке путей практического использования феромонов для целей мониторинга вредных чешуекрылых плодового сада проведены в Северо-западном регионе (Ленинградская и Псковская области) в 1997-2004 гг. и в Северо-кавказском регионе (Краснодарский край) в 2000-2001 гг.

Климат Псковской области формируется под влиянием воздушных масс, приходящих со стороны Атлантического океана. На климат Ленинградской области оказывают влияние также Балтийское море, Ладожское и Онежское озера. Обе области характеризуются сравнительно мягкими зимами с частыми оттепелями и умеренно теплым и прохладным летом. По среднегодовым данным государственных агрометеостанций Псковской и Ленинградской областей разница в среднегодовой температуре самого холодного месяца января составляет 1,2-1,7°C, самого теплого – июля 1°C., среднегодовое количество осадков в Ленинградской области на 100 мм больше, чем в Псковской области.

Территория Псковской области характеризуется следующими многолетними климатическими показателями вегетационного периода, продолжительность которого составляет 140 дней. Сумма положительных температур – 2072°C, количество осадков – 285 мм, гидротермический коэффициент – 1,4, фотосинтетическая активная радиация – 25 ккал/см² (данные агрометеорологической станции г. Пскова).

На климат Краснодарского края оказывают существенное влияние восточноевропейские континентальные воздушные массы и средиземноморские, смягчающие климат ветры. Для Центрального района Краснодарского края характерна теплая зима со средней температурой января –2°C и жарким летом (средняя температура июля +22-23°C) и засушливым августом. Осадков сравнительно немного (400-450 мм в год).

Таким образом, климатические зоны исследований отличаются между собой прежде всего влаготемпературными характеристиками: в южном регионе более жарко и сухо, что напрямую связано с продолжительностью вегетационного периода яблони, который в Центральной зоне Краснодарского края значительно длиннее в сравнении с Северо-западом. Это в свою очередь оказывает влияние на развитие вредных чешуекрылых. Ключевой вредитель яблони – яблонная плодожорка – в Краснодарском крае развивается обычно в двух полных генерациях, на Северо-западе РФ она имеет, как пра-

вило, одно полное поколение.

Анализ динамики накопления температур за вегетационный период выявил, что 1998–1999 и 2001–2002 годы (в Великих Луках и Пушкине Ленинградской области) и 2000-2001 годы (в Краснодаре) были заметно теплее среднегодовых значений.

Сбор метеорологических данных в Псковской, Ленинградской областях и Краснодарском крае, осуществляли с помощью австрийской автоматической агрометеостанции (АМС) KMS-P. Усредненные показатели температуры воздуха, влажности, осадков, а также сумма эффективных температур (СЭТ) нарастающим итогом с начала сезона, ежечасно распечатывались на бумажной ленте и записывались на минидискете (флэш-карте), с которой они впоследствии при помощи специальной приставки переносилась в память компьютера. На протяжении наших исследований были использованы данные штатных метеостанций, ближайших к экспериментальным участкам, и агрометеобюллетени Государственного комитета по гидрометеорологии

Для прогнозирования численности яблонной плодожорки использовали методику, предложенную Riedl & Croft (1978), суть которой заключалась в сопоставлении динамики лёта на феромонные ловушки с графиком накопления суммы эффективных температур (СЭТ) в течение вегетационного сезона при нижнем термическом пороге развития яблонной плодожорки 10°C. Расчет СЭТ производился по общепринятой формуле:

$$\text{СЭТ} = (T_{\text{ср}} - T_0) * n,$$

где T_0 - нижний термический порог развития яблонной плодожорки, $T_{\text{ср}}$ - среднесуточная температура воздуха, n - количество дней.

Рассмотрим на примере листоверток, и, в первую очередь, яблонной плодожорки, как сказывается влияние потепления климата на их развитии. Общепринято мнение о том, что в Северо-западном регионе вредные листовертки плодового сада обычно развиваются в одном поколении (Маркелова, 1957; Николаева, 1992; Емельянов, 1995 и др.), что обусловлено климатическими условиями этой зоны пловодства. Вместе с тем, по литературным данным известно, что часть гусениц 1-го поколения яблонной плодожорки не уходит в диапаузу даже в средние по погодным условиям годы (Данилевский, 1961; Шельдешова, 1962; Васильев, Лившиц, 1984). Чем выше температура в период лёта, тем дружнее он идет и быстрее заканчивается. При низких весенне-летних температурах лёт

приобретает затяжной характер. Это обуславливает растянутость яйцекладки и питания гусениц плодами. Такие условия имели место в Великих Луках в 1997 г. (рис. 4.11).

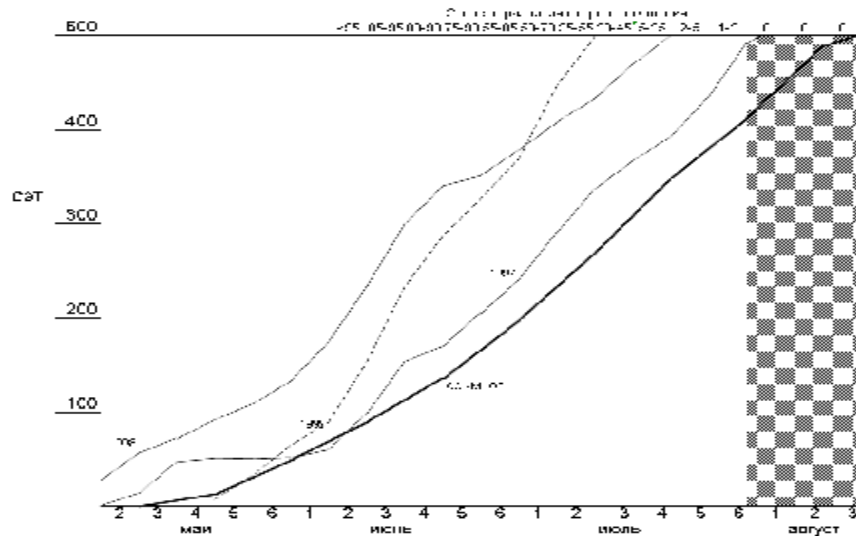


Рис. 4.11. Прогнозирование степени развития (%) второго поколения яблонной плодовой жорки по сумме эффективных температур в Псковской области (Великие Луки)

Холодная весна и июньские ливни способствовали снижению численности вредителя; всего в среднем за сезон было отловлено 67,8 (в 1998 и 1999 гг. — 135,9 и 189,6, соответственно) самцов на ловушку. Лёт яблонной плодовой жорки 1-го поколения в августе 1997 г. был незначительным и закончился в конце месяца. Погодные условия конца вегетационного сезона оказались неблагоприятными для развития гусениц 2-го поколения, что свидетельствует о полном развитии только одного поколения вредителя.

В 1998 году благодаря устойчивой теплой погоде в первой – второй декадах мая первые бабочки полетели в начале первой декады мая (рис. 4.12). Массовый лёт продолжался с 8 по 20 июня, когда средняя температура воздуха была выше среднееголетней. В августе преобладала прохладная погода, в связи с чем лёт бабочек 1-го поколения был слабым. Как и в предыдущем году, он закончился в конце августа. Анализ литературы показывает, что для окукливания части популяции гусениц первого поколения необходима СЭТ 500°, которая была достигнута к концу 2-й декады июля до наступления критического фотопериода (рис. 4.13).

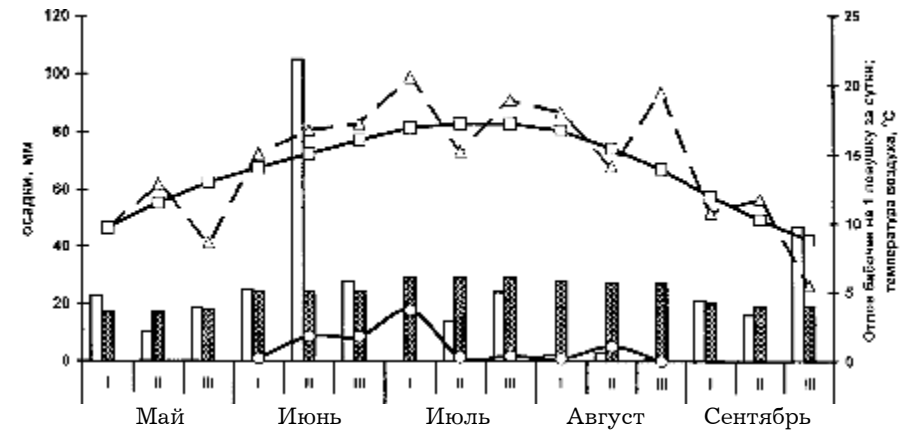


Рис. 4.12. Великие Луки, 1997 г.



Рис. 4.13. Великие Луки, 1998 г.

Май Июнь Июль Август Сентябрь
Рис. 4.14. Великие Луки, 1999 г.

Рис. 4.12-4.14. Метеорологические условия и динамика лета яблонной плодовой жорки в Псковской области

В данном случае от 5 до 25% гусениц могли окуклиться и дать начало развитию 2-го поколения. Однако, погодные условия осени не способствовали выживанию гусениц 2-го поколения.

Исследования, проведенные в 1999 году, выявили, что погодные условия благоприятствовали полному развитию второго поколения (рис. 4.14). С 3-й декады мая и в течение всего лета стояла жаркая погода с дефицитом осадков, что привело к началу лёта бабочек в 3-й декаде мая со средней численностью 0,6 самцов на ловушку за сутки; пик лёта весеннего поколения наступил через 2 недели при среднесуточной температуре воздуха +19,1°C. Массовый лёт бабочек продолжался до 17 июня. С конца июля по 19 августа отмечен период массового лёта самцов летнего поколения с максимальной численностью 9,9 бабочек за сутки.

Аналогичные особенности воздействия погодных факторов на фенологию яблонной плодовой жорки выявлены в более северной точке Северо-западного региона – в Ленинградской области (окрестности г. Пушкин), расположенной на 3 градуса севернее Псковской области и отличающейся среднегодовой температурой воздуха на 1 градус ниже от Великих Лук. Так, анализ температурных характеристик вегетационных периодов 2000-2002 гг. в этой точке исследований показал значительное превышение СЭТ по сравнению со среднемноголетними показателями (рис. 4.15).

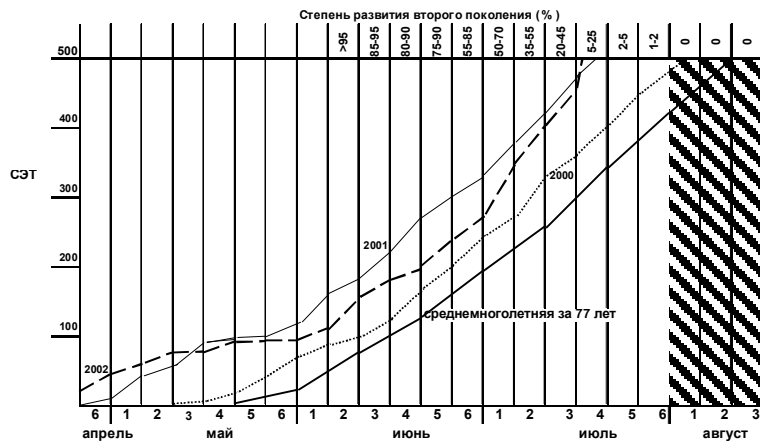


Рис. 4.15. Прогнозирование степени развития (%) второго поколения яблонной плодовой жорки по сумме эффективных температур в Ленинградской области (Пушкин, 2000-2002 гг.)

Это теоретически свидетельствует о возможности разви-

тия части гусениц второго поколения. Действительно, наблюдения за динамикой лёта яблонной плодовой жорки в 2002 г. показали, что вредитель имел два пика лета – первый четкий пик лёта в середине июня и второй, более сглаженный, в середине августа (рис. 4.16).

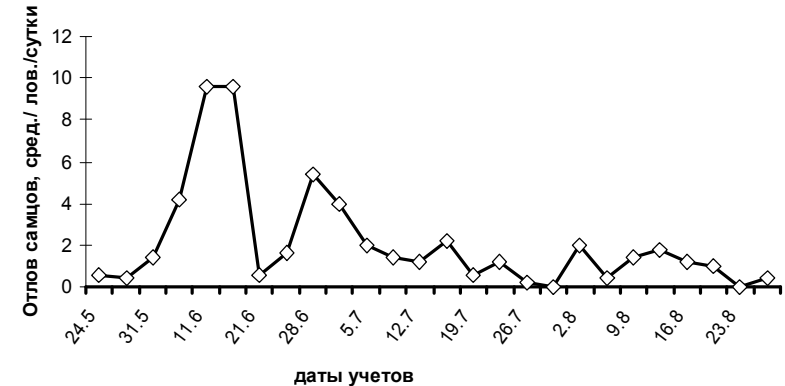


Рис. 4.16. Динамика лёта яблонной плодовой жорки на СПА в плодовом саду (Пушкин, 2002 г.)

В Центральной зоне Краснодарского края яблонная плодовая жорка обычно имеет две полные генерации. Погодные условия весенне-летнего периода 2000-2001 гг., необходимые для развития 1-го поколения и определения степени развития второго поколения, различались по динамике накопления СЭТ. Так, по данным метеостанции ВНИИБЗР в 2001 г. наблюдался теплый апрель 2000 г. (СЭТ на 70° выше нормы), что способствовало более дружному вылету бабочек перезимовавшего поколения яблонной плодовой жорки, чем в 2001 г. (СЭТ на 55° ниже среднемноголетней). Яблонная плодовая жорка в течение двух исследуемых лет (рис. 4.17, 4.18) имела пик лёта бабочек перезимовавшего поколения в середине мая с максимальной численностью 6,0-13,6 экз. на ловушку за сутки, а пик лета 1-го летнего поколения – во второй декаде июня (3,7 - 5,5 экз. на ловушку за сутки).

Как видно из рисунка 4.19, в Краснодарском крае в 2000 г. СЭТ достигла 500° уже к середине июня, что позволило ожидать 85-95% вероятность развития 2-го поколения. В 2000 г. кривая накопления СЭТ до конца июня была близка к среднемноголетней. Температурные показатели июля в 2000-2001 гг. были выше среднемноголетних (на 1,3 и 4,3°C, соответственно). Несмотря на различный ход кривых СЭТ в течение сезонов 2000 и 2001 гг., к дате наступления критического фото-

периода (начало августа) обе кривые сблизились. В 2000 г. линия динамики накопления СЭТ пересекла контрольную отметку для прогноза степени развития третьего поколения (1000°) в конце второй декады, в 2001 г. – в начале третьей декады июля. Таким образом, по расчетным данным вероятность развития третьего поколения в исследуемые годы составляла до 5%. Однако расчетные данные не совпадали с фактической динамикой лета. Судя по интенсивности лета самцов в августе, фактическая доля окуклившихся гусениц 2-го поколения могла быть значительно выше.

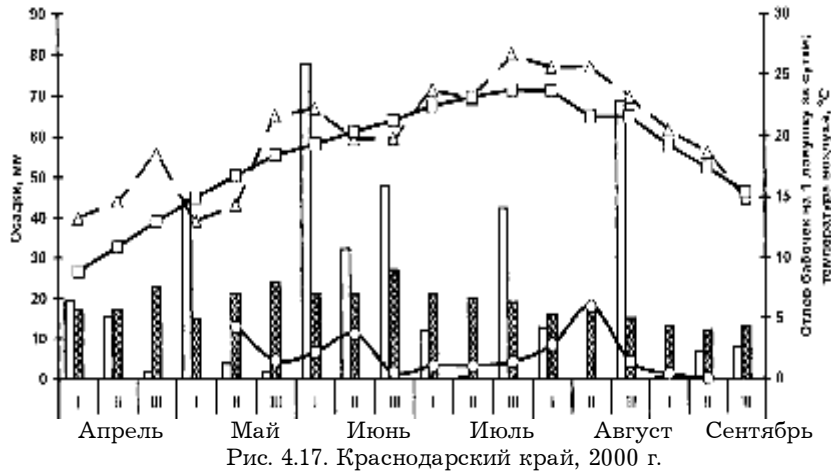


Рис. 4.17. Краснодарский край, 2000 г.

Апрель Май Июнь Июль Август Сентябрь
Рис. 4.18. Краснодарский край, 2001 г.

Рис. 4.17-4.18. Метеорологические условия и динамика лета яблонной плодовой моли в Краснодарском крае

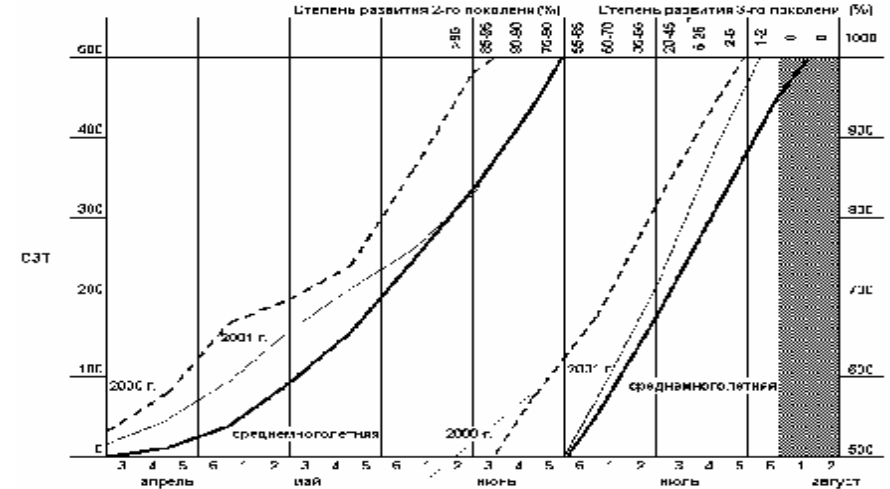


Рис. 4.19. Прогнозирование степени развития (%) второго и третьего поколений яблонной плодовой моли по сумме эффективных температур в Центральной зоне Краснодарского края (Краснодар 2000-2001 гг.)

Динамика лета бабочек 2-го поколения вредителя имела свои особенности в каждом сезоне, обусловленные, видимо, специфическими погодными условиями. Полного прекращения лета бабочек 1-го поколения не наблюдалось в оба года. Но в 2000 г. массовый лет бабочек 2-го поколения имел четко выраженные границы – с 29 июля по 25 августа с пиком 17 августа (6 бабочек на ловушку за сутки). В 2001 году четкую границу между летом самцов 1-го и 2-го поколений и пик лета самцов 2-го поколения оказалось невозможным установить: бабочки отлавливались более или менее равномерно с середины июля до конца августа с максимумом (7 бабочек на ловушку за сутки) около 7-го августа. Температурные условия августа и сентября 2000 и 2001 гг. были благоприятными для завершения развития части гусениц 3-го поколения. Но, в связи с массовым сбором урожая яблок, эта возможность могла быть реализована только на диких плодовых и в заброшенных садах. Таким образом, в годы с жарким летом в степной зоне Краснодарского края часть популяции яблонной плодовой моли может развиваться в 3-х поколениях. Наш анализ данных по динамике лета плодовой моли, полученных в промышленных садах совхоза Архипо-Осиповский Краснодарского края (Причерноморская зона), также свидетельствуют о развитии 3-го поколения вредителя.

На рисунке 4.11 рассчитаны СЭТ за 1997-1999 гг. по дан-

ным Великолукской метеостанции (Псковская обл.). Так, температурные показатели 1997 года были близки к среднемноголетним, и вредитель развивался в одном поколении. В 1999 году ход кривой СЭТ пересекает контрольную отметку (500°) уже к 10 июля, то есть задолго до наступления даты критического фотопериода, индуцирующего диапаузу абсолютного большинства гусениц 1-го поколения (первые числа августа). Следовательно, развитие 2-го поколения следовало ожидать на уровне 35-55%. В 1998 г. СЭТ 500° была набрана к 20 июля, то есть степень развития 2-го поколения могла составить от 5 до 25%, которое не могло иметь экономического значения. Однако при поздней уборке яблок в жаркие годы гусеницы яблонной плодовой гусеницы этого поколения могут нанести определенный ущерб урожаю. Следует отметить, что в 2001 г. накопление тепла проходило аналогично сезону 1999 г., и значительная часть популяции вредителя развивалась в Великих Луках без диапаузы, дав начало 2-му поколению (данные любезно предоставлены З.В. Николаевой).

По нашим расчетам, в Псковской области в 1999 г. часть популяции 2-го поколения яблонной плодовой гусеницы успела закончить питание и уйти в диапаузу до наступления осенних холодов. До конца сезона 1999 г. набралось СЭТ равное 240°, что вполне достаточно для развития гусениц 2-го поколения и ухода части их в диапаузу, при условии, что начало массового лета бабочек совпадает с началом откладки яиц. Кроме того, многолетние исследования М.И. Болдырева (1998) показали, что в Мичуринске Тамбовской области, который расположен всего на 3° южнее Великих Лук Псковской области, вредитель часто развивается в двух полных генерациях, а в жаркие годы может иметь не свойственное ему в этой зоне 3-е поколение.

Нельзя не отметить исследования Г. Брауна с соавт. (Brown et al., 1978), а также С.М. Саркисяна и К.Г. Манукяна (1981), А.И. Анисимова и Л.К. Сарояна (Anisimov, Saroian, 2001) о генетической разнородности популяции яблонной плодовой гусеницы, состоящей из гомозиготных (моновольтинных и поливольтинных) и гетерозиготных особей. В своих работах авторы доказывают, что постоянно диапаузируют гусеницы только гомозиготной моновольтинной группы. Гомозиготные поливольтинные и гетерозиготные особи дают 2-е поколение, однако при неблагоприятных условиях внешней среды и высокой плотности популяции они также могут диапаузировать. Кроме того, вольтинизм меняется в сторону увеличения с севера на юг. С другой стороны, генетическая разнородность по-

пуляции объясняет тот факт, что даже в зоне полного развития двух и более поколений яблонной плодовой гусеницы небольшая часть гусениц 1-го поколения все же уходит в диапаузу (Васильев, Лившиц, 1984).

Общеизвестна тенденция потепления климата на земном шаре и его влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур (Логинов, Мельник, 2002; Переведенцев и др., 2002). Температурные характеристики вегетационных сезонов 1998-2001 гг. в европейской части России также превышали среднемноголетние показатели. На конкретных примерах мы показали, что в результате потепления климата вероятность и степень развития 2-го поколения яблонной плодовой гусеницы на северо-западе России и 3-го поколения вредителя в центральной зоне Краснодарского края резко возрастают. Нельзя исключить, что это отражает изменение генетической структуры европейских популяций плодовой гусеницы в пользу поливольтинной группы. При определенных условиях «дополнительные» генерации вредителя могут представлять серьезную угрозу для урожая. Аналогичные тенденции имеют место, вероятно, и в популяциях других видов насекомых, в том числе вредных. Наряду с расширением на север ареалов ряда южных вредителей, увеличение вольтиности самых обычных вредных насекомых потребует значительного роста затрат на защиту растений и может поставить под сомнение рентабельность выращивания некоторых культур на территории европейской части России.

Подводя итог в целом, можно заключить, что представление о фитосанитарном мониторинге вредителей, включающем лишь наблюдение вредных объектов, недостаточно полно. Он должен складываться из нескольких направлений, отражающих состояние вредителей и факторов окружающей среды в сезонном и многолетнем аспекте. Поэтому феромонный мониторинг вредных чешуекрылых в плодовом саду должен быть полифункционален.

Феромонный мониторинг может использоваться для изучения характера сезонной и многолетней динамики численности вредных чешуекрылых. Так, нами с помощью конкретных феромонных препаратов показано развитие в Северо-западном регионе второго и в южном регионе третьего поколения яблонной плодовой гусеницы. В связи с изменением климатических условий в сторону потепления наблюдается формирование дополнительных генераций вредителя, и не исключено, что при создавшихся благоприятных условиях вредоносность их будет существенна.

4.6. Применение СПА для надзора за популяциями.

Определение сроков обследований и обработок с помощью СПА

Существуют различные типы динамики лёта бабочек, что подтверждают как собственные наблюдения, так и литературные данные, а в некоторых случаях результаты обработки архивных материалов. На примере серой зерновой (*A. ancers*) и хлопковой совок (*H. armigera*) подробно анализируются характеристики динамики лета самцов, пригодные для надзора и прогноза. Мы полагаем, что существуют два типа динамики лета (Гричанов, 1990). Первый тип (правильный) обусловлен среднемноголетней периодичностью размножения местной популяции. Он характерен для большинства изучавшихся нами видов совок. При этом по первым бабочкам, отловленным в ловушки, можно относительно точно определить сроки массового лета и его окончания, начало развития потомства вредителей, а по уровню массового лета - примерную численность яиц и гусениц. Второй тип (неправильный) динамики лета связан со значительной миграцией бабочек вредителя. Динамика лета, отраженная отловом в ловушки, может быть лишена какого-либо пика или же, наоборот, иметь один или более дополнительных пиков лета по сравнению со средними многолетними данными. Возможен залет только оплодотворенных самок, или же миграция вместе с ними спаривавшихся самцов с пониженной реакцией на СПА. Из числа изученных нами видов неправильный тип динамики лета встречался иногда после сильных ветров в среднеазиатских популяциях пасленовой металловидки, а также хлопковой и озимой совок. В крайнем случае, при слабой жизнестойкости местной популяции, динамика лета определяется исключительно синоптической ситуацией. Такое имеет место, например, для восточной луговой совки на Дальнем Востоке. От типа динамики лета конкретного вида зависит тактика и цели применения СПА. При правильном типе используется весь комплекс предлагаемых приемов, при неправильном - требуется устанавливать широкую сеть ловушек на возможных путях миграции бабочек, причем резко снижается точность прогноза численности и вредоносности совок с помощью ловушек. Последнее относится также к видам, находящимся в фазе расселения популяции. Для объективной оценки состояния популяции вредителей рекомендуется учитывать плотность бабочек посредством СПА двумя предлагаемыми способами. Один из них наиболее при-

годен при относительно равномерном, другой - при очаговом распространении имаго вредителей.

В качестве примера опишем особенности сезонной динамики лета самцов и самок серой зерновой совки (Гричанов и др., 1998).

Ловушки с бродящим раствором сахара являются основным методом учета бабочек для прогноза численности серой зерновой совки - опасного вредителя зерновых культур, в особенности яровой пшеницы, в Казахстане и прилегающих областях России. В практической работе рекомендуют учитывать только самок зерновой совки, так как самцы с трудом отличаются в полевых условиях от других видов совок (Шек и др., 1984). Методом полевого скрининга обнаружен СПА, перспективный для наблюдения за динамикой лета самцов этого вредителя (Гричанов и др., 1988). Для того, чтобы выяснить возможность замены рекомендуемых ловушек с бродящим раствором сахара на феромонные ловушки, потребовалось проанализировать динамику лета самцов и самок в природе. Теоретическое значение изучаемого вопроса состоит в анализе фенологических различий показателей динамики лета противоположных полов чешуекрылых насекомых.

Для отлова бабочек применялись жестяные или стеклянные литровые банки, укрепленные на шесте. Приманкой служил бродящий раствор рафинадной патоки или сахара, которыми ловушки заполнялись на 2/3 объема. Учеты начинались обычно с середины июня и продолжались до конца июля, охватывая весь период лета бабочек зерновой совки. Обработаны данные наблюдений по 58 ловушкам, устанавливавшимся с 1961 по 1987 г. в совхозах "Краснопартизанский", "Силантьевский", "Майкопский" и на полях Сельскохозяйственной опытной станции (Кустанайский район Кустанайской области). В 36 случаях удалось выделить границы и максимумы массового лета самцов и самок. В остальных случаях, приходящихся, в основном, на годы депрессии развития вредителя (1964, 1972-1976), динамика лета не поддается анализу. Границы массового лета отмечали следующим образом. Окончание его регистрировали при устойчивом (в течение трех дней и более) и значительном (в 5-10 раз меньше максимального) снижении суточного отлова бабочек. За начало массового лета принимали дату резкого увеличения числа бабочек в ловушках, после чего отлов их в течение 2-3 дней был не меньшим, чем в конце периода этого лета. При этом периоды массового лета с уверенностью выделялись в годы с предельным суточным отло-

вом от 20 и более (до 158) бабочек в 1 ловушку. Оценку пригодности феромонных ловушек Атракон АА с СПА ХС-2 (цис-11-гексадеценаль, 2 мг) для наблюдения за динамикой лета проводили в 1987-1990 гг. в Башкирии, Оренбургской, Новосибирской, Актюбинской, Кустанайской, Тургайской, Карагандинской, Павлодарской, Целиноградской областях и Алтайском крае при участии сотрудников ряда районных станций защиты растений. Летнее обследование растений пшеницы с целью выявления гусениц зерновой совки проводили по стандартной методике (Шек и др., 1984).

Установлено, что бабочки серой зерновой совки составляли от 29 до 87 процентов всех отловленных чешуекрылых, преобладая в ловушках лишь в годы массового ее размножения. Число самцов, как правило, в 1.5-2 раза превышало численность пойманных самок, поэтому самки зерновой совки составляли обычно 14-30% от числа всех отловленных в ловушки бабочек. Возможно, самцы лучше привлекаются бродящим сахарным раствором или патокой, чем самки, так как в природе соотношение полов зерновой совки примерно равное (Сливкина, 1961).

По нашим данным, продолжительность массового лета самцов и самок слабо отличалась, но она значительно изменялась в разные годы (табл. 4.10).

Таблица 4.10. Продолжительность массового лета самцов и самок

Пол бабочек	Вероятность (%) продолжительности массового лета					
	до 5 дней	6-10 дней	11-15 дней	16-20 дней	более 20 дней	Всего (%)
Самцы	8.3	25.0	22.2	33.3	11.1	100
Самки	11.1	30.5	22.2	27.7	8.3	100

Оказалось, что 6-10-дневный массовый лет так же вероятен, как и 16-20-дневный. Анализ сроков начала и окончания массового лета бабочек в разные годы показал, что начало массового лета самцов и самок в большинстве своем (76.5% случаев) совпадало (разница в пределах двух дней). Лишь в отдельных случаях самцы в массе начинали лететь в ловушки на 3-5 дней раньше самок. Окончание массового лета бабочек обоих полов почти всегда совпадало (табл. 4.11-4.12). Тем самым подтверждаются лабораторные наблюдения К.А.Сливкиной (1961), которая отметила, что самцы начинали вылетать из куколок несколько раньше самок, но в период массового вылета бабочек соотношение полов выравнивалось, и пики вылета самцов и самок обычно совпадали.

Таблица 4.11. Сроки начала массового лета самцов и самок

Пол бабочек	Вероятность (%) даты начала массового лета					Всего, %
	до 20.VI	21-25.VI	26-30.VI	1-5.VII	после 5.VII	
Самцы	5.7	22.3	37.1	28.6	5.7	100
Самки	5.9	11.8	35.3	35.3	11.8	100

Таблица 4.12. Сроки окончания массового лета самцов и самок

Пол бабочек	Вероятность (%) даты окончания массового лета					Всего, %
	до 5.VII	6-10.VII	11-15.VII	16-20.VII	после 20.VII	
Самцы	20.0	20.0	22.2	22.8	14.3	100
Самки	14.7	26.5	23.5	20.6	14.7	100

Ночные осадки и понижение температуры до 13°C и ниже наряду с другими факторами резко снижают активность бабочек, поэтому кривая динамики лета может иметь 2-5 вершин (Шек, 1958; Сливкина, 1961).

Сравнение числа пиков отлова самцов и самок в ловушки ранее не проводилось. Из 36 проанализированных нами графиков динамики лета бабочек, на которых хорошо определялись сроки массового лета, большинство являлись многовершинными (табл. 4.13). Обычно число пиков (максимумов) лета самцов и самок было одинаково (в 72% случаев) или же график лета самцов имел одну дополнительную вершину (25%). При многовершинном типе динамики лета нередко наиболее интенсивными являлись первый или второй максимумы отлова самцов и последний или предпоследний максимумы лета самок. По нашим наблюдениям, в годы более массового и растянутого лета бабочек абсолютные суточные максимумы отлова самцов и самок в ловушки по времени обычно не совпадали, однако это различие нивелировалось при пересчете на 5-7-дневные учеты.

Экспериментальную проверку сделанных обобщений проводили путем прямого сравнения отлова самцов на СПА и самок на пищевой аттрактант на одних и тех же полях яровой пшеницы в различных районах Северного Казахстана и прилегающих регионов России.

Таблица 4.13. Частота встречаемости многовершинных графиков динамики массового лета самцов и самок

Пол бабочек	Число вершин на графиках, частота их встречаемости					Всего (1-5)
	1	2	3	4	5	
Самцы	11	9	9	3	4	36
Самки	13	10	9	2	2	36

В большинстве опытов отлов самцов значительно превышал отлов самок в ловушки. Лишь в отдельные дни массового лета соотношение полов выловленных бабочек было в пользу самок, что связано, скорее всего, с ограниченной уловистостью клеевых ловушек Атракон АА (не более 60 бабочек за сутки).

В Кустанайской (Кустанайский район, 1987 г.) и Новосибирской (Краснозерский и Карасукский районы, 1988 г.) областях периоды массового лета и пики лета самцов и самок совпадали. В опытах 1989 г., проведенных в Целиноградской области (Целиноградский район), установлено, что СПА ХС-2 почти строго видоспецифичен, в отличие от сахарной приманки он отлавливал 95-100% целевого вида. В период массового лета бабочек в ловушки попадала почти исключительно зерновая совка, а во второй половине массового лета в феромонные ловушки изредка залетали самки зерновой совки, что позволяло учитывать их яйцепroduкцию.

В то же время сахарные ловушки привлекали большое количество видов совок и других насекомых, в том числе полезных (мухи, златоглазки и др.). При этом доля самцов и самок зерновой совки обычно составляла не более 50%, редко превышая 2/3 от общего отлова бабочек совок, а доля самок зерновой совки, как правило, составляла 10-20% отловленных бабочек. Одновременно с зерновой совкой на сахар летели клеверная и капустная совки; все три вида очень похожи по внешнему виду, поэтому результаты учетов самцов зерновой совки оказались недостоверными. За исключением периода наиболее интенсивного лета бабочек (15-24 июля), отлов самцов феромонными ловушками обычно превышал, иногда в 5-10 раз отлов самок на пищевую приманку. СПА оказался также более стабильным, действуя свыше 15 дней, то есть в 5 раз дольше бродящего сахара. На весь период лета бабочек достаточно было 3 феромонных капсул (2 замены), тогда как пищевую приманку требовалось обновлять практически при каждом учете. К сожалению, использованная конструкция ловушки Атракон АА нуждалась в частой замене клеевых вкладышей. В целом в наших условиях обследователь затрачивал на проверку 5 феромонных ловушек, как правило, столько же времени, сколько на осмотр и очистку одной банки с бродящим сахаром.

Суммарные и максимальные отловы самцов на СПА на 6 из 8 опытных полей оказались меньше, чем соответствующие отловы самок на сахар. Это связано с тем, что площадь клеевой поверхности ловушки позволяла отловить не более 60 ба-

бочек, тогда как в сахарные корытца попадало до 105 самок зерновой совки.

Начало лета самцов на СПА отмечено 20-22 июня, самок на пищевую приманку - 30 июня - 1 июля. Период массового лета определен по отлову на СПА с 9 по 26 июля, по отлову на сахар - с 9 по 28 июля, причем период наиболее интенсивного лета бабочек наблюдался с 15 по 24 июля. Усредненный график лета самцов на СПА имел 3 пика: 12 июля (23.6 самца/ловушку), 19 июля (26.9) и 23-24 июля (11.0), при этом на полях раннего срока сева первый пик лета был наиболее, а второй пик - наименее интенсивным по сравнению с другими полями. Аналогичный график лета самок в корытца также имел три пика: 11 июля (22.4 самки/ловушку), 18 июля (54.0) и 23-24 июля (30.8); отличий между полями пшеницы разных сроков сева не установлено (рис. 4.20).

По условиям года начало обследований растений рекомендовано провести через 11 дней после массового лета бабочек и выколашивания пшеницы, которое наблюдалось с 13 по 20 июля, то есть в те же сроки, что и массовый лет бабочек. Контрольные срезки колосьев провели с 27 июля по 9 августа 1989 г. Анализ преобладающих возрастов гусениц показал, что оптимальной датой срезки на пшенице ранних сроков сева было 28 июля, а на поздней пшенице - 3 августа, или через 15 дней после соответствующих пиков лета самцов на СПА, когда основное число гусениц зерновой совки имело 2-ой возраст. Таким образом, феромонные ловушки оказались более точным средством наблюдения за динамикой лета бабочек и определения сроков летних обследований пшеницы, чем сахарные корытца.

Похожие результаты были получены на тех же полях Целиноградской области в 1990 г. Максимальный суточный отлов самцов на СПА составил от 22,8 до 40,8 в ловушку (отлов самок на сахар - от 20,0 до 59,5), средний отлов самцов за период массового лета - от 196 до 353 (самок - от 108 до 285) в одну ловушку. Первый пик лета бабочек на СПА (5-13 июля) совпал с колошением пшеницы ранних сроков сева, последний (17-21 июля) - с колошением поздней пшеницы.

Результаты зональных испытаний СПА серой зерновой совки, проведенных в 1989 г. по всей зоне ее вредоносности по нашей методике, показали, что даже в условиях депрессии вредителя по графикам динамики лета самцов достаточно четко выявляются начало лета, периоды максимального лета и пики лета бабочек. По срокам массового лета исследованную зону распространения совки можно условно разделить на три

района. В западном районе (Башкирия, Оренбургская и Актыбинская области) массовый лет наблюдался в 1989 г. в третьей декаде июня - первой декаде июля, в северо-восточном районе (Новосибирская, Павлодарская области и Алтайский край) - в первой декаде июля, в центральном районе (Тургайская, Целиноградская и Карагандинская области) - во второй декаде июля.

На практике применяются приблизительные критерии отлова самок в приманочные ловушки для прогноза интенсивности заселения колосьев пшеницы зерновой совкой. Если за ночь в одну ловушку попадает более 50-100 самок, а время массового лета бабочек и колошения пшеницы совпадает, возникает реальная угроза высокой численности гусениц в данном районе (Шек и др., 1984). В благоприятные для вредителя годы отлов 100 самок за ночь предопределяет наличие 60-100 молодых гусениц на 100 растений, а в неблагоприятные годы - 10-40 гусениц (Шек, 1973).

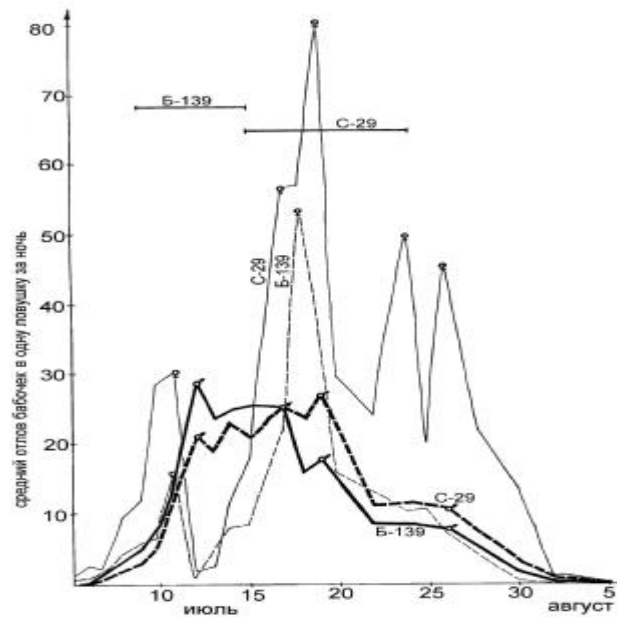


Рис. 4.20. Динамика лета самок серой зерновой совки на пищевой аттрактант (—ц—) и самцов на СПА (---ц---) на полях яровой пшеницы Безенчукская 139 (Б-139) и Саратовская 29 (С-29)

Горизонтальными отрезками показаны сроки колошения сорта Безенчукская 139 (посев 18-25 мая) и Саратовская 29 (посев 27 мая - 1 июня). Казахстан, Астана, 1989 г.

Такие широкие критерии нельзя использовать для сигнализации и краткосрочного прогнозирования численности гусениц по отлову бабочек. Вместе с тем проведенный анализ многолетних данных по динамике лета самцов и самок показал, что суммарный отлов бабочек в период массового лета гораздо меньше подвержен влиянию погодных условий и случайному варьированию, чем показатель максимального отлова за ночь. Поэтому в дальнейшем при использовании пищевых и феромонных ловушек мы предлагаем учитывать суммарный отлов бабочек в пересчете на одну ловушку за весь период массового лета (Гричанов и др., 1998). Это оправдано также тем, что начало обследований посевов и проведение истребительных мероприятий против зерновой совки рекомендуются не ранее, чем через 10 дней после окончания массового лета бабочек (Шек, 1973).

Статистический анализ зависимости между отловом самцов на половой аттрактант и численностью гусениц зерновой совки на яровой пшенице на основе материалов из Новосибирской и Целиноградской областей подтверждает эти заключения (Гричанов и др., 1989; Гричанов, Ажбенков, 1998). Суммарный отлов бабочек за период массового лета дает более точную сигнализацию сроков и необходимости обследований и борьбы против гусениц вредителя, чем максимальный суточный отлов. В условиях сухой и жаркой погоды пороговый отлов самцов в одну ловушку составляет 150 бабочек на семенных и 400 - на рядовых посевах. При влажной и прохладной погоде соответствующий пороговый отлов за весь период массового лета составляет 75 и 200 самцов в ловушку. При меньшем отлове бабочек число гусениц на растениях пшеницы не достигает пороговых величин. Этот вывод подтвержден зональными испытаниями феромонных ловушек в других областях Казахстана и России.

Из приведенных данных следует, что все характеристики массового лета самцов и самок практически совпадают. Некоторые отличия, скорее всего, связаны с более интенсивным летом самцов на пищевой аттрактант по сравнению с самками. Поэтому можно утверждать, что феромонные ловушки, отлавливающие только самцов, будут достаточно точно отражать состояние популяции зерновой совки. Кроме того, они видоспецифичны, более просты и удобны в обслуживании, чем другие типы ловушек.

В засушливых условиях Средней Азии невозможно использовать для мониторинга популяций насекомых метеорологические критерии, основанные на количестве осадков. Поэтому мы анализировали применимость влаготемпературного критерия на примере бабочек хлопковой совки в Туркмении.

Известно, что температура и влажность воздуха влияют на продолжительность жизни и массового лета, на сроки вылета из куколок и созревания самок, на интенсивность питания и плодовитость бабочек хлопковой совки (Дружелюбова, 1971; Комарова, Кузнецова, 1971; Лозина-Лозинский, 1954; Пospelов, 1969). М.М. Порсаев (1987) по результатам исследований в Зеравшанской долине Узбекистана предложил использовать влаготемпературный критерий («гигротермический коэффициент») для оценки влияния метеоусловий на развитие преимагинальных фаз этого вредителя.

Целью наших исследований явилась оценка применимости влаготемпературного критерия (ВТК) в анализе лета самцов хлопковой совки в феромонные ловушки в Туркмении.

Обработаны результаты исследований, проведенных на полях хлопчатника, люцерны, кукурузы и томатов в Каракумском районе Марыйской области в 1987–1988 гг. Е.М. Косаевым. Для наблюдения за летом бабочек хлопковой совки использовались ловушки Атракон АА из ламинированной бумаги, которые прикреплялись к кольям на высоте 0,2–0,5 м над растениями. Капсула заменялась одновременно с вкладышем каждые 9–10 дней.

В качестве приманки применялся синтетический половой аттрактант хлопковой совки Ферофлор ХС-92 (АО «Флора») – смесь цис-9-гексадеценаля и цис-11-гексадеценаля (0,05:0,95), нанесенная на отрезки резиновой трубки длиной 2 см с дозой 2 мг/капсулу. До использования резиновые капсулы хранились в холодильнике в закрытой упаковке.

В период лета бабочек I–III поколений на каждом поле устанавливали 10–25 феромонных ловушек из расчета 1 ловушка на 2 га. Один раз в три дня проводили учет отловленных бабочек.

Метеоданные получены на ближайшей метеостанции. Влаготемпературный критерий рассчитан для каждого дня опытов.

Средний отлов самцов по всем полям достигал в 1987 г. 18,0 бабочек в одну ловушку за три дня в I поколении, 2,2 – во II и 8,7 – в III; в 1988 г. – соответственно 7,1, 2,4 и 16,4. Причем, на хлопчатнике отлов не превышал ни в одном учете

уровня в 10 самцов на 1 ловушку, что является пороговой величиной для отмены защитных мероприятий против хлопковой совки (Булыгинская и др., 1987). Расчет ВТК показал, что в начале и в конце сезона этот показатель значительно выше, чем в летние месяцы. Так, в марте-апреле он колебался от 0,7 до 3,9, в сентябре-октябре – от 0,6 до 4,7, тогда как в июне-августе – от 0,3 до 0,9. Визуально отмечено (рис. 4.21), что в период лета бабочек I–III поколений низкий ВТК зачастую совпадает с минимальным отловом самцов. Поэтому нами были рассчитаны зависимости между ВТК и отловом бабочек в периоды с 4 июня по 17 сентября 1987 г. и с 20 мая по 19 сентября 1988 г.

Расчет корреляции между ВТК и отловом бабочек на СПА по результатам учетов в 1987 и 1988 гг. в отдельности показал наличие слабой связи. В 1987 г. коэффициент корреляции (после симметризации) достигал 0,48; в 1988 г. корреляция практически отсутствовала. Вместе с тем, отмечено некоторое увеличение коэффициентов корреляции при запаздывании учета бабочек относительно даты учета ВТК. Наибольшие коэффициенты корреляции, также отражающие слабую связь (около 0,5), отмечены при разнице между датой учета ВТК и датой отлова самцов в 9–15 дней. Возможно, это связано с преимущественным влиянием температуры и влажности на интенсивность выхода бабочек из куколок и на скорость полового созревания самцов.

Объединение динамических рядов за два года и новый расчет также выявили слабую зависимость между изучаемыми показателями. Симметризованный коэффициент корреляции (r), рассчитанный для 73 пар значений (4 пары крайних значений были удалены), оказался равным 0,463. Связь эта вполне достоверна ($p=0,001$), но за счет колебаний ВТК объясняется только 21% изменений динамики отлова самцов. Остальную долю составляют неучтенные факторы.

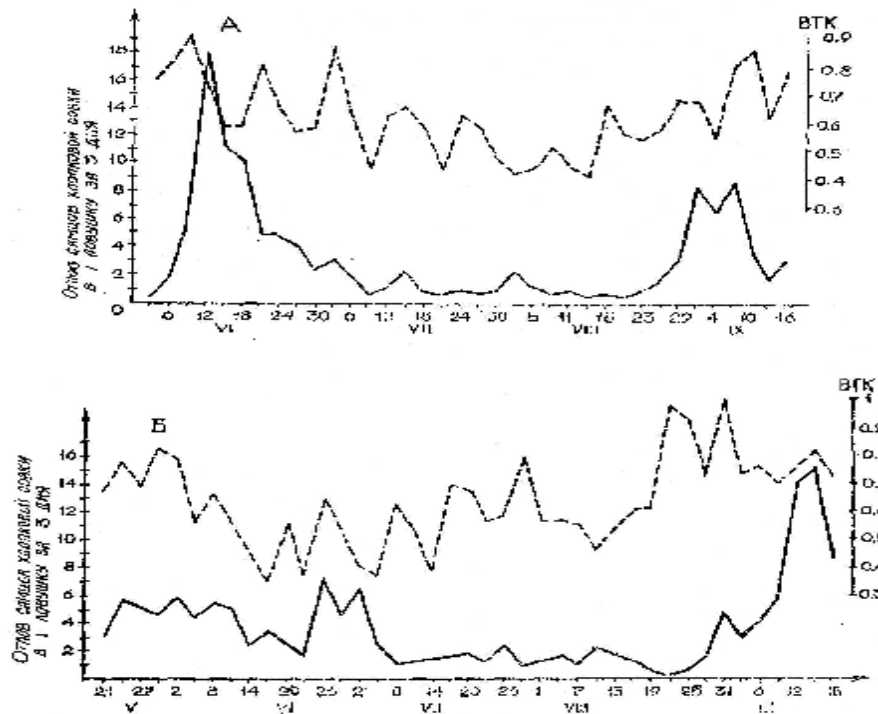


Рис. 4.21. Динамика отлова самцов хлопковой совки в ловушки и динамика изменений ВТК.

Таким образом, выявлено существенное, хотя и слабое, влияние ВТК на динамику лета бабочек хлопковой совки (Косаев, Гричанов, 1990). Известно, что вариация отлова самцов в ловушки может достигать более 80% (Гричанов, 1984). Очевидно, потребуется учитывать ВТК в прогнозе развития преимагинальных фаз вредителя по данным отлова самцов на СПА, так как этот критерий оказывает большое влияние на сроки развития яиц, отрождение и смертность гусениц хлопковой совки младших возрастов (Порсаев, 1987).

Определение сроков обследований и обработок против вредителей имеет свою специфику для моновольтинных и поливольтинных видов бабочек, связанную с периодом от массового лета бабочек до начала развития преимагинальных фаз, учет которых проводится по стандартным рекомендациям. Вредители, имеющие до 3 - 4 генераций в году, например, хлопковая совка, быстро проходят фазы физиологического созревания имаго и откладки яиц. Сроки для сигнализации обследований и обработок очень сжаты и в практике обычно за-

фиксированы. Оптимальные сроки проведения защитных мероприятий в этом случае устанавливают при сопоставлении последовательных учетов бабочек в ловушках с численностью яиц и гусениц на растениях с различным интервалом времени. У моновольтинных видов вредителей период от массового лета бабочек до начала развития гусениц обычно более растянут и подвержен влиянию агрометеорологических факторов среды. Для этих видов, как и для скрытно живущих чешуекрылых (например, серая зерновая и подгрызающие совки), яйца и гусениц которых трудно обнаружить в природе, и единственным критерием оценки их вредоносности является количество поврежденных растений, необходимо закладывать несколько десятков опытных участков при разном уровне численности вредителя. При расчетах сравниваются сроки массового лета бабочек и сроки максимальной поврежденности растений или плодовых элементов, наибольшего количества преимагинальных фаз на каждом участке (Гричанов и др., 1989). Интервал между учетами бабочек и полевыми учетами усредняется и при необходимости ставится в соответствие с суммой эффективных температур, среднесуточной температурой и влажностью, другими агрометеорологическими показателями. Особенности моно- и поливольтинных видов совков определяют и разные практические приемы сигнализации защитных мероприятий. Для поливольтинных видов отлов первых бабочек зачастую означает необходимость сразу же приступить к обследованию полей, а пороговый отлов - к обработкам в течение считанных дней. Вылов ловушками первых особей, порогового или максимального за генерацию количества бабочек моновольтинных видов требует мониторинга специфичных агрометеорологических условий среды.

4.7. Сезонный прогноз численности и вредоносности с помощью СПА

Прогноз численности с помощью СПА основан на изучении зависимости между численностью бабочек и гусениц. На практике расчет корреляции проводят путем сравнения среднего отлова бабочек феромонными ловушками и количества гусениц совков на растениях или в почве. Обработка материалов по хлопковой совке, собранных в Таджикистане, Узбекистане и Азербайджане, и по серой зерновой совке - из Казахстана и Новосибирской области, показала, что эта связь, как правило, средней силы (коэффициент корреляции $r = 0,5$ -

0,7). В некоторых случаях достаточная для потребностей растениеводства точность прогнозирования достигается при использовании только феромонных ловушек, в других случаях мало рассчитать простую корреляционную зависимость для надежного прогнозирования численности и вредоносности гусениц. Требуется также анализировать множественную корреляцию, выражающую совместное влияние на численность гусениц уровня лета самцов, количества полезных энтомофагов и отложенных вредителем яиц на растениях, влаготемпературного критерия, связывающего суточную максимальную температуру и минимальную относительную влажность, суммы эффективных температур и т.д. Расчеты показали, что в этом случае коэффициенты корреляции повышаются до 0,8 - 0,9. Коэффициенты корреляции используют для вывода уравнений регрессии, с помощью которых определяют прогнозируемое количество яиц и гусениц. Подставляя в эти уравнения пороговые значения численности вредителя, можно рассчитать пороговые отловы самцов в феромонные ловушки. Таким путем выходят на экономически обоснованные критерии отлова бабочек ловушками. Пороговое количество отловленных самцов зависит от агротехнических, метеорологических, зональных условий и от применяемых защитных мероприятий. Так, принимая во внимание различия в экономических порогах вредоносности (ЭПВ) гусениц серой зерновой совки на семенных или рядовых посевах при сухой жаркой или влажной прохладной погоде (Шек и др., 1984) и результаты наших расчетов, мы установили систему пороговых отловов бабочек этого вредителя.

Остановимся подробнее на изучении зависимости между отловом самцов на половой аттрактант и численностью гусениц *серой зерновой совки* на пшенице.

Целью нашего исследования являлось изучение корреляционной зависимости между отловом самцов серой зерновой совки на половой аттрактант и последующей численностью гусениц вредителя на полях пшеницы в условиях юга Западной Сибири, а также определение возможности применения феромонных ловушек для учета, надзора и прогноза развития вредителя.

Исследование проводили на 6 полях яровой пшеницы сорта Саратовская 29 площадью от 2000 до 400 га каждое в совхозах «Юбилейный», «Хабаровский», «Садовский» Краснозерского района и в колхозе «Маяк Ильича» Карасукского района Новосибирской области.

Для учета самцов использовали сдвоенные феромонные ловушки Атракон АА с суммарной площадью ловчей поверхности 800 см², изготовленные из двух листов ламинированной бумаги размером 29х48 см каждый. Средняя треть каждого листа (14х28 см) служила днищем ловушки. Каждый лист бумаги складывался в виде трехгранной призмы, ее края шириной 1-1,5 см загибались внутрь. В одной из боковых стенок каждой ловушки прорезалось «окно» размером 10х24 см. Две полученные ловушки скреплялись друг с другом боковыми стенками с «окнами». В центре сдвоенной ловушки при установке на проволоке подвешивали резиновую капсулу с аттрактантом для серой зерновой совки – цис-11-гексадеценалем в дозе 2 мг/капсулу, на дно ловушки помещали два вкладыша из ламинированной бумаги с клеем «Пестификс». Капсулы с аттрактантом заменяли не реже, чем через каждые 10-15 дней, клей – по мере загрязнения.

На каждом поле яровой пшеницы перед началом лета бабочек зерновой совки (в середине июня) установили по 5-10 феромонных ловушек с расстоянием между ними 100 м. Ловушки размещали посредине поля или вдоль северной границы участка, учитывая, что в зоне исследования летом преобладает северный и северо-западный ночной ветер. Отловленных бабочек учитывали через каждые 3-4 дня. Бабочек удаляли из ловушек при каждом учете. Учеты самцов продолжали до конца июля.

Летнее обследование посевов провели в период массового появления в колосьях пшеницы гусениц II возраста. Методика учета гусениц стандартная (Шек и др., 1984). В Краснозерском районе колосья (по 200-350 в пробе) собирали трижды с 22 июля по 9 августа. Интенсивную сушку колосьев проводили в сушилке с электронагревателем и вентилятором.

При расчетах ставили в соответствие максимальное число самцов за ночь или общее количество бабочек, отловленных к моменту окончания массового лета в пересчете на I ловушки и число молодых гусениц на 100 колосьев на каждом из 6 опытных полей. Окончание массового лета бабочек регистрировали при устойчивом значительном (в 5-10 раз от максимального) снижении суточного отлова бабочек.

Анализ результатов исследований показал, что опытные участки яровой пшеницы распределились по уровню численности серой зерновой совки на три группы. На полях совхоза «Юбилейный» наблюдалась минимальная, в колхозе «Маяк Ильича» – максимальная плотность популяции вредителя. В

остальных хозяйствах отлов бабочек и число гусениц в учетах колебались около средних значений по всем опытным полям. Абсолютные характеристики численности зерновой совки показаны в табл. 4.14, на основе которой были рассчитаны коэффициенты корреляции.

Таблица 4.14. Показатели численности серой зерновой совки. Новосибирская область, 1988 г., яровая пшеница

Хозяйство	№ опытного участка	Отлов самцов в ловушку за период массового лета	Максимальный отлов самцов в ловушку за ночь	Количество гусениц на 100 колосьев
Юбилейный	1	42,4	5,8	2,9
Юбилейный	2	65,0	9,4	0,4
Хабаровский	3	192,6	11,1	7,2
Хабаровский	4	228,2	11,3	8,2
Садовский	5	202,8	15,3	6,3
Маяк Ильича	6	376,9	38,3	18,0

Анализ корреляции между отловом самцов за сезон и числом гусениц на пшенице ($r_1 = 0,980$) и между максимальным отловом самцов за ночь и количеством гусениц в учетах ($r_2 = 0,958$) показал наличие сильной положительной связи сравниваемых показателей. Отлов самцов обусловил соответственно 96% и 91,7% вариабельности количества гусениц.

Полученные коэффициенты корреляции оказались статистически достоверными ($p=0,01$). Уравнения регрессии, рассчитанные на их основе, выглядят следующим образом:

$$Y_1 = -1,659 + 0,0478X;$$

$$Y_2 = -0,021 + 0,4732X.$$

Эти уравнения дают оценочное изменение количества гусениц (Y) на каждую единицу изменения отлова самцов в ловушки (X). Их использовали для прогноза количества гусениц на основе конкретных величин суммарного отлова за сезон (табл. 4.15) и максимального отлова самцов за ночь (табл. 4.16). Для того, чтобы определить точность этого прогноза, рассчитали также доверительные пределы (CL) для оценочной величины количества гусениц (табл. 4.15 и 4.16).

Сравнение результатов корреляционного и регрессионного анализа по двум показателям учета бабочек зерновой совки выявило преимущество регистрации суммарного отлова самцов за сезон перед учетами максимального отлова самцов за ночь. Использование последнего дает несколько меньший коэффициент корреляции и более широкие доверительные пределы для прогнозируемого количества гусениц. Так, по сум-

марному отлову самцов достоверно прогнозируется число гусениц, начиная с 4 штук на 100 колосьев, а по максимальному отлову за ночь – начиная с 7 штук, т.е. с количества, которое при благоприятных климатических условиях является экономическим порогом вредоносности зерновой совки на семенных участках пшеницы.

Таблица 4.15. Прогноз и доверительные пределы количества гусениц на пшенице по суммарному отлову самцов в одну ловушку за период массового лета

Суммарный отлов самцов в ловушку	Количество гусениц на 100 колосьев	Доверительные пределы
100	3	0–6,7
200	8	4,3–11,5
240	10	6,2–13,4
280	12	8,1–15,3
320	14	9,1–16,3
360	15,5	12,0–19,1
400	17,5	13,9–21,0

Таблица 4.16. Прогноз и доверительные пределы количества гусениц на пшенице по максимальному отлову самцов в одну ловушку за ночь

Максимальный отлов самцов в ловушку	Количество гусениц на 100 колосьев	Доверительные пределы
10	5	0–9,6
15	7	2,3–11,9
20	9	4,7–14,2
25	12	7,1–16,6
30	14	9,4–18,9
36	17	11,8–21,3
40	19	14,2–23,6

Следует заметить, что массовый лёт бабочек зерновой совки заканчивается по меньшей мере за несколько дней до массового появления гусениц II возраста. Поэтому показатель суммы отлова за период массового лёта будет удобен и для практического использования в защите растений.

Период развития гусениц зерновой совки в 1988 г. характеризовался неблагоприятными погодными условиями. При относительно высоких среднесуточных (до 28,9°C) и максимальных суточных (до 36,6°C) температурах осадков выпало значительно меньше многолетней нормы (с 15 июня по 15 августа – 61 мм). Во время массового лёта бабочек (вторая декада июля) среднесуточная температура воздуха составила

22,1°C, а осадков выпало всего 1,6 мм. Как известно, такие условия резко снижают плодовитость самок, выживаемость и вредоносность гусениц зерновой совки, поэтому химические обработки против вредителя целесообразны при наличии 30 гусениц на 100 колосьев на рядовых посевах и 15 – на семенных участках (Шек и др., 1984). Отсюда следует, что на наших опытных полях защита рядовых посевов пшеницы не требовалась.

Расчеты также показали, что число дней от медианы периода массового лёта самцов в ловушки (9–13 июля) до массового появления гусениц II возраста в учетах (22–28 июля) при фактических погодных условиях примерно соответствовало существующим рекомендациям по сигнализации сроков обследования посевов пшеницы по массовому лёту самок на патоку (Шек и др., 1984).

Таким образом, в северной зоне вредоносности серой зерновой совки при неблагоприятных погодных условиях развития на рядовых посевах яровой пшеницы не требуется проведения защитных мероприятий против гусениц при отлове по крайней мере 400 самцов в ловушку за период массового лёта или же 40 самцов в одну феромонную ловушку за ночь. На семенных участках отменять химические обработки можно при отлове соответственно 280 и 25 бабочек в ловушку. Отлов этого количества бабочек при жаркой и сухой погоде указывает также на нецелесообразность летних обследований колосьев пшеницы на тех полях, где установлены феромонные ловушки. Кроме того, ловушку с половым аттрактантом наравне с паточными корытцами пригодны для определения времени обследования посевов с целью выявления пороговой плотности гусениц.

Дальнейшие исследования, проведенные на фоне высокой численности вредителя в разных зонах его вредоносности и при различных погодных условиях позволяют установить экономические пороги вредоносности зерновой совки по отлову самцов, а также возможность применения феромонных ловушек для сигнализации сроков химических обработок пшеницы.

В другом примере зональные испытания СПА хлопковой совки и сопоставление количества отловленных самцов с ЭПВ гусениц показали, что пороговые отловы бабочек отличаются в Азербайджане и в Средней Азии, на тонко- и средневолокнистых сортах хлопчатника, а также в зависимости от того, низкий (до 0,44) или высокий (до 0,98) ВТК наблюдается в период отлова порогового числа бабочек. Последующие эксперименты,

проведенные автором в течение ряда лет, и зональные испытания аттрактантов хлопковой совки, осуществленные по нашей методике, полностью подтвердили предложенные критерии.

За рубежом и в б.СССР были получены положительные результаты по применению аттрактантов для надзора за состоянием популяции хлопковой совки (Алимухамедов и др., 1987; Коваленков, Ковалев, 1984; Садыков и др., 1985; Саттар-Заде и др., 1980; Kehat et al., 1982; Pawar et al., 1982). Но в этих работах не исследовалась корреляционная зависимость между отловом самцов в феромонные ловушки и численностью преимагинальных фаз, что позволило бы научно обосновать применение аттрактантов для информационного обеспечения прогноза динамики популяций и сигнализации проведения защитных мероприятий.

Основная цель наших исследований заключалась в разработке общей схемы сезонного прогноза численности хлопковой совки, метода определения целесообразности, сроков и объемов защитных мероприятий с помощью феромонных ловушек.

Как известно, феромонные ловушки вылавливают только самцов. Поэтому возникает необходимость найти четкую корреляцию между количеством имаго в ловушках и численностью последующих фаз онтогенеза, по которым можно характеризовать динамику популяций вида или ожидаемую вредоносность данной генерации. На практике это означает выявление связи между результатами учетов бабочек и учетов преимагинальных фаз, в отношении которых сигнализируется проведение защитных мероприятий. Так, для сигнализации выпуска трихограммы используют учет вредителей в фазе яйца, для сигнализации химической и биологической защиты от гусениц – учет гусениц младших возрастов. В ряде случаев применяют показатель числа поврежденных растений или плодоеlementов.

Для того, чтобы решить поставленную задачу, обработаны и обобщены результаты исследований по оценке зависимости между отловом самцов в ловушки и численностью преимагинальных фаз хлопковой совки, которые проводились в 1981–1986 гг. в Вахшской долине Таджикистана, Зеравшанской долине Узбекистана и в Азербайджане по единой методике ВИЗР (Булыгинская и др., 1987).

Испытания проводились на полях хлопчатника с высоким фоном агротехники и выровненными ее параметрами (сроки сева, созревания, сортовой состав и т. д.). Использовалась широко распространенная ловушка Атракон АА из ла-

минированной бумаги. В центре ловушки помещалась капсула с СПА хлопковой совки ХС-92 (АО «Флора»): смесь цис-11-гексадеценаля и цис-9-гексадеценаля, 1,8:0,2 мг. Площадь опытных полей выбиралась исходя из количества повторностей (как правило, 25 ловушек в каждом варианте) и плотности размещения ловушек (в среднем – 1 ловушка на 2 га).

В период лёта бабочек I–III летних поколений, предвещающих появление вредоносных гусениц, на полях хлопчатника устанавливали феромонные ловушки на стойках на высоте 0,2–0,5 м над верхушками растений. Один раз в три дня проводили учет отловленных бабочек. В период развития вредоносных поколений вредителя одновременно с подсчетом отловленных бабочек один раз в три дня проводили учет яиц и гусениц хлопковой совки, а в ряде случаев – поврежденных растений, по стандартной методике ВИЗР. В Зеравшанской долине Узбекистана одновременно учитывали метеорологические условия по данным ближайшей метеостанции.

При выявлении зависимости между отловом самцов феромонными ловушками и численностью преимагинальных фаз учитывали такие факторы, как максимальные суточные температуры и минимальная суточная относительная влажность. Эти показатели в условиях жаркого климата являются особенно важными. По литературным данным (Рубцов, 1941) температура 38°C и выше, даже при оптимальной влажности, является губительной для яиц хлопковой совки. Низкая влажность (20% и ниже) также неблагоприятна для развития яиц этого вида.

Гусеницы еще менее устойчивы к воздействию высоких температур и низкой влажности. Следует отметить, что в зоне исследований (Зеравшанская долина) дневная температура на солнце в июне-августе достигает 55–60°C и более, влажность при этом падает до 10–12%. Таким образом, яйца хлопковой совки, которые откладываются преимущественно на верхние листья, прицветники и бутоны хлопчатника, оказываются подвержены прямому воздействию указанных факторов. В условиях жаркого климата оказалось невозможным применить в анализе гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову (Букзеева, Васильев, 1987), так как в долинах Средней Азии осадки в летний период практически не выпадают.

Как показали расчеты, между максимальной суточной температурой (Т) и минимальной относительной влажностью воздуха (Н) существует средняя отрицательная зависимость. Для упрощения расчетов корреляционного анализа влияния

указанных факторов на хлопковую совку предложен влаготемпературный критерий ($ВТК = Н/Т$), который был рассчитан для каждого дня в отдельности за весь период исследований. Следует отметить, что чем ниже ВТК, тем: менее благоприятны условия для выживания яиц и гусениц хлопковой совки, и, наоборот, высокий ВТК свидетельствует о благоприятных условиях для развития преимагинальных фаз вредителя (Косаев, Гричанов, 1990; Булыгинская и др., 1993).

Исходные данные статистически проанализированы с расчетом парной, множественной корреляции и регрессионного анализа зависимости между количеством отловленных бабочек и численностью преимагинальных фаз хлопковой совки.

При расчетах учитывали, что сроки развития насекомых, в том числе и хлопковой совки, могут меняться в зависимости от климатических условий (Запевалов и др., 1987; Мамедова и др., 1981). Поэтому рассчитывали серию скользящих коэффициентов корреляции (Боярский, Громыко, 1985) с различными интервалами (0, 3, 6, 9, 12 дней) между сроками учетов самцов и преимагинальных фаз. Для составления уравнений регрессий использовали интервалы, при которых наблюдались максимальные коэффициенты корреляции. Как правило, они были наиболее существенными при интервале между учетами бабочек и яиц – 3 дня, между учетами самцов и гусениц – 6 дней.

Подставляя известные пороговые значения численности вредителя в уравнения регрессии, определяющие прогнозируемое количество яиц (гусениц) по фактическому отлову самцов, установили пороговые отловы самцов в феромонные ловушки, пригодные для сигнализации сроков и определения необходимости проведения защитных мероприятий. Для оценки точности прогноза численности яиц (гусениц) по ловушкам определяли доверительные пределы рассчитанных показателей по стандартным статистическим методам (Литтл, Хиллз, 1981; Гричанов, 1986).

В качестве экономического порога вредоносности (ЭПВ) хлопковой совки приняты: в Таджикистане – 10–12 гусениц на 100 растений на средневолокнистых и 3–5 гусениц на тонковолокнистых сортах хлопчатника; в Узбекистане – соответственно 8–12 и 4–6 яиц и гусениц младших возрастов; в Азербайджане – 5–7 гусениц в I поколении и 10–12 гусениц во II поколении (Булыгинская и др., 1987).

Обработка результатов исследований в Азербайджане показала, что отлов 1–5 самцов в ловушку за 3 дня может привести к формированию плотности гусениц выше ЭПВ, осо-

бенно в I поколении хлопковой совки (Гричанов и др., 1987а). Вместе с тем, отлов даже 10 и более самцов не всегда приводит к увеличению количества гусениц выше ЭПВ (особенно во II поколении). С большой вероятностью можно прогнозировать превышение плотности гусениц над ЭПВ при отлове 20 бабочек в ловушку (табл. 4.17).

Таблица 4.17. Прогноз и доверительные пределы числа яиц (гусениц) по отлову самцов хлопковой совки в феромонные ловушки в Азербайджане (по И.Я. Гричанову и др., 1987а)

Район (год)	Отлов самцов/лов.	Количество яиц на 100 растений		Количество гусениц младших возрастов	
		среднее	доверительные пределы	среднее	доверительные пределы
Касум-Исмаиловский (1984)	1	3,3	0-11,3	1,8	0-6,4
	5	10,5	2,7-22,7	6,5	1,7-13,7
	10	19,2	6,8-37,5	12,1	4,5-23,1
	20	36,3	15,1-68,3	23,2	9,5-42,0
Касум-Исмаиловский (1985)	1	2,6	0-12,9	1,3	0-7,5
	5	9,0	0,8-23,9	4,7	0,1-13,1
	10	16,7	4,1-37,0	8,6	1,6-19,8
	20	32,0	11,0-63,5	16,1	4,8-33,4
Зардобский (1985)	1	3,2	0-13,4	4,0	0-17,0
	5	9,5	1,2-13,5	9,4	0,5-27,4
	10	17,1	7,1-35,5	15,5	3,1-36,2
	20	31,7	13,6-56,9	26,7	8,7-53,9
Ханларский (1985)	1	—	—	1,1	0-8,5
	5	—	—	7,7	0,7-20,2
	10	—	—	16,9	3,5-39,0

В практическом плане рекомендуются следующие решения. Отлов 1–5 самцов требует немедленного выпуска триограммы и проведения ряда организационных мероприятий (например, начала регулярных обследований растений стандартным методом), причем, средний отлов до 1–2,5 самца позволяет, видимо, отказываться от проведения химических обработок хлопчатника в течение 3–6 дней после учета бабочек. Вылов 20 и более бабочек требует проведения в течение трех дней химической или биологической защиты от гусениц хлопковой совки. При этом нет необходимости в учете преимагинальных фаз вредителя на растениях хлопчатника.

Ориентировочным пороговым отловом для сигнализации обработок против гусениц можно считать вылов 5–10 самцов в ловушку за три дня. При этом достоверность прогноза оказывается относительно низкой, и в том случае, если не преду-

смотрены профилактические меры защиты, сигнализация по отлову самцов в ловушки должна обязательно подкрепляться данными учетов преимагинальных фаз хлопковой совки.

Анализ зависимости между отловом самцов в ловушки и численностью преимагинальных фаз хлопковой совки в Южном Таджикистане (Гричанов и др., 1987б) показал, что регрессия при отлове до 5 самцов в ловушку (в варианте «отлов на аттрактант – количество яиц» – до 20 самцов) незначительна, так как доверительные пределы соответствующего количества яиц и гусениц включают нулевое значение (табл. 4.18). Отлов до 20 бабочек в ловушку за 3 дня может не приводить к увеличению количества гусениц выше ЭПВ. Отлов 5–10 самцов в ловушку на тонковолокнистом хлопчатнике и около 20 – на средневолокнистом хлопчатнике обычно означает увеличение числа гусениц выше ЭПВ. Однако с уверенностью можно прогнозировать увеличение плотности гусениц до ЭПВ только при отлове 30–40 (на тонковолокнистом хлопчатнике – 20–30) и более бабочек.

Таблица 4.18. Прогноз и доверительные пределы числа яиц (гусениц) по отлову самцов хлопковой совки в феромонные ловушки в Южном Таджикистане (по И.Я. Гричанову и др., 1987б)

Отлов самцов/лов.	Количество яиц на 100 растений		Количество гусениц младших возрастов	
	среднее	доверительные пределы	среднее	доверительные пределы
5	3,7	0-13,7	6,0	0-15,0
10	4,7	0-16,3	6,8	0,5-18,0
20	6,2	0-18,2	10,0	1,9-23,3
30	—	—	12,8	3,2-28,3
40	8,7	0,5-23,9	15,6	4,3-32,9

Таким образом, отлов до 5 самцов в ловушку за 3 дня позволяет отказываться от проведения химических обработок в течение 3–6 дней после их учета. Отлов 30–40 (20–30 на тонковолокнистом хлопчатнике) самцов означает безусловное увеличение количества гусениц выше ЭПВ и требует обязательной защиты от них биологическими (габробракон, биопрепараты) или химическими средствами в течение трех дней после учета бабочек. При отлове от 5(10) до 20(30) самцов для сигнализации защитных мероприятий необходимо проведение контрольного учета гусениц путем осмотра растений.

Ориентировочные показатели отлова самцов, требующие принятия решений, составляют на тонковолокнистых сортах хлопчатника – 3–10, на средневолокнистых – 15–20 особей в

ловушку за 3 дня. При этом достоверность прогноза оказывается менее 80%, поэтому сигнализация защиты от гусениц по отлову самцов должна обязательно подкрепляться данными учетов преимагинальных фаз. Без подтверждения прямыми учетами вредителя на растениях бывает иногда целесообразно провести профилактические выпуски трихограммы, габробрэкона и других энтомофагов.

Исследования в Зеравшанской зоне хлопкосеяния Узбекистана провели на фоне низкой плотности популяции хлопковой совки; они включали расчеты не только парной (отлов самцов – численность яиц, гусениц; количество яиц – количество гусениц), но и множественной корреляции (отлов самцов, количество яиц, влаготемпературный критерий – количество гусениц). Обработаны материалы учетов 1983–1985 гг. на трех участках хлопчатника (Булыгинская и др., 1993).

Как показали расчеты, в 1983–1984 гг. зависимость между отловом бабочек и количеством преимагинальных фаз хлопковой совки была слабо выраженной, скорее всего, из-за низкой численности вредителя, которая, как правило, не достигала уровня ЭПВ. Максимальные коэффициенты корреляции между отловом бабочек и количеством яиц составили 0,63–0,66, между отловом самцов и количеством гусениц – 0,5–0,65, и были существенными лишь в некоторых вариантах. Однако множественные коэффициенты корреляции, определяющие объединенную связь отлова самцов и количества яиц с количеством гусениц, были высокими (0,567–1,0). Это, возможно, объясняется тем, что низкой плотности яиц практически всегда соответствовала низкая плотность гусениц.

В 1985 г. лет самцов в ловушки был отмечен с первых чисел июня и проходил интенсивно в течение всего месяца. Такая же ситуация наблюдалась в июле–начале августа. В динамике популяции имела место следующая тенденция: отсутствие яиц и гусениц на растениях в июне – начале июля, то есть в период повышенных дневных температур (34–42°C) и низкой относительной влажности воздуха (14–20%), и постепенное нарастание численности в июле–августе, когда погодные условия были более благоприятными для хлопковой совки. Корреляционный анализ показал, что зависимости были существенными только в период благоприятных для развития вредителя погодных условий.

Максимальные коэффициенты корреляции между отловом бабочек и числом яиц составили 0,55–0,60. Уравнения рег-

рессии, определяющие количество яиц (Y) в зависимости от количества выловленных самцов (X) на двух полях, выглядят следующим образом:

$$Y = 4,398 + 0,092 X$$

$$Y = 2,363 + 0,271 X$$

На основании этих уравнений была рассчитана предполагаемая плотность яиц в зависимости от количества вылавливаемых самцов (в интервале фактических данных). Например, при отлове 10 самцов в ловушку за 3 дня прогнозируемое количество яиц на 1-м поле через 3 дня после учета бабочек составит:

$$4,398 + 0,092 \times 10 = 5,3 \text{ яиц/100 растений.}$$

Из табл. 4.19 видно, что на поле I отлов самцов от 10 до 30 особей в ловушку предполагает наличие на 100 растениях от 5,3 до 7,2 яиц. Отличия в прогнозируемой численности статистически недостоверны. Доверительные пределы также существенно неразличимы. На поле II отлов от 10 до 30 особей предполагал численность яиц в среднем от 5,1 до 10,5 на 100 растений. Разница в прогнозируемой численности статистически существенна, однако, доверительные пределы включают в первом случае нулевое значение, в последнем – минимальный уровень, равный 3,2, что в данном случае статистически неотличимо от нуля. Поскольку доверительные пределы прогнозируемой численности яиц обычно включают значения нулевого уровня, то, следовательно, даже высокий отлов самцов (20–30 особей в ловушку) не может достоверно прогнозировать пороговую (12–15 яиц на 100 растений) плотность яиц.

Парная зависимость отлова самцов и численности гусениц была на уровне средней. Максимальный коэффициент корреляции, $r = 0,51$. Уравнение регрессии и рассчитанная на его основе плотность гусениц показали, что все уровни отлова самцов (до 30) не могут достоверно прогнозировать высокую численность гусениц, поскольку и в этом случае доверительные пределы всегда включали нулевые значения, а прогнозируемые средние количества гусениц при всех уровнях отлова самцов достоверно не различались. Вероятно, это объясняется тем, что на фоне низкой плотности популяции вредителя низка точность стандартных учетов гусениц и вместе с тем широка вариация этого показателя, обусловленная в первую очередь климатическими факторами.

Таблица 4.19. Количество яиц на растениях в зависимости от вылова самцов феромонными ловушками

Отловлено самцов/лов.	Прогнозируемое количество яиц на 100 растений			
	I поле		II поле	
	среднее	доверительные пределы	среднее	доверительные пределы
10	5,3	0–13,1	6,1	0–12,3
20	6,2	0–15,9	7,8	0,5–16,0
30	7,2	0–17,7	10,5	3,2–17,8

Корреляционный анализ показал, что достоверной была зависимость между количеством яиц на растениях и последующей (через 3 дня) численностью гусениц. Максимальный коэффициент корреляции $r=0,83$. На основании уравнения регрессии была рассчитана плотность гусениц в зависимости от количества яиц. Обнаружение от 1 до 5 яиц на 100 растениях предполагает последующую численность гусениц, близкую к нулевой. При обнаружении 8–10 яиц доверительные пределы прогнозируемой плотности гусениц наряду с высоким значением (до 8 шт.) включали и нулевое значение. Следовательно, обнаружение такого количества яиц не является достоверным критерием последующей высокой численности гусениц. Только наличие 15 и более яиц вредителя на 100 растений достоверно прогнозирует пороговое число гусениц (нижний доверительный предел также на уровне ЭПВ). Из табл. 4.19 видно, что такое количество яиц может быть после отлова 20–30 самцов в ловушку, однако, прогноз не является достоверным, так как доверительные пределы включают значения нулевого уровня. Следовательно, только по отлову (до 30) самцов в ловушку нельзя давать сигналы для химических обработок. Надо отметить, что это утверждение верно только для условий проведения данного эксперимента, характеризовавшихся, как правило, подпороговой плотностью хлопковой совки.

Максимальные коэффициенты множественной корреляции, измеряющие объединенную связь отлова самцов и количества яиц с количеством гусениц на растениях, составили в разных опытах 0,724–0,835, что позволяет использовать оба эти критерия для прогноза количества гусениц. В дальнейших расчетах применялись три уровня численности яиц – минимальный (0), средний (10) и максимальный (20 яиц на 100 растений) из фактически наблюдавшихся в опытах.

Таким образом, корреляция между выловом бабочек и численностью преимагинальных фаз не всегда определена и

выражает связь не более средней силы. Это, скорее всего, связано с низкой численностью вредителя и, отсюда, с низкой достоверностью учетов. Большая степень зависимости, обнаруженная между количеством яиц и количеством гусениц, предопределила высокие коэффициенты множественной корреляции, определяющие объединенную связь отлова самцов и количества яиц с количеством гусениц в учетах; причем основная доля вариации количества гусениц приходилась на уровень количества яиц, так как связь между числом бабочек и количеством гусениц была, как правило, недостоверной. Все вышесказанное приводит к выводу, что для повышения точности краткосрочного прогноза хлопковой совки на фоне низкой плотности популяции необходимо учитывать различные факторы, определяющие численность гусениц.

Предварительный анализ метеоусловий показал, что в условиях Средней Азии наиболее существенное влияние на развитие хлопковой совки (в частности на плодовитость самок и выживаемость преимагинальных фаз) оказывают максимальная суточная температура и минимальная относительная влажность, связанные между собой средней силы корреляцией. Для каждого трехдневного периода учетов рассчитали влаготемпературный критерий (ВТК), представляющий собой отношение минимальной суточной относительной влажности к максимальной суточной температуре. Для оценки уровня благоприятности использовали два показателя (в пределах фактически наблюдавшихся значений): ВТК = 0,98 как наиболее благоприятный и ВТК = 0,44 – крайне неблагоприятный для развития хлопковой совки.

Дальнейшие расчеты проводили путем множественного корреляционного анализа. Множественная зависимость, определяющая связь отлова самцов и ВТК с количеством гусениц, была на уровне средней, коэффициент корреляции равнялся $r=0,595$. Уравнение регрессии, выражающее эту связь, выглядит следующим образом.

$$Y = -3,381 + 0,118 X_1 + 7,975 X_2,$$

где X_1 – вылов самцов, X_2 – ВТК.

На основании этого уравнения была рассчитана предполагаемая численность гусениц в зависимости от вылова самцов и ВТК (табл. 4.20). Расчеты показывают, что каждому уровню отлова самцов, в зависимости от показателя ВТК, соответствовала разная плотность гусениц. При минимальном показателе ВТК прогнозируется низкая численность гусениц для всех уровней отлова самцов. Так, при отлове 20–30 особей на 1 ло-

вушку низкий ВТК предполагает низкую численность гусениц (2,5–3,7 шт. на 100 растений), а при высоком ВТК (0,98) предполагается уровень ЭПВ.

Таблица 4.20. Количество гусениц на растениях в зависимости от вылова самцов и ВТК

Отлов самцов/лов.	ВТК	Прогнозируемое количество гусениц/100 растений	
		среднее	доверительные пределы
5	0,44	0,7	0-4,98
	0,98	5,2	0,91-9,45
10	0,44	1,3	0-6,47
	0,98	5,6	1,35-9,88
20	0,44	2,5	0-6,75
	0,98	6,8	2,53-11,06
30	0,44	3,7	0-7,93
	0,98	8,0	3,71-12,24

На последнем этапе расчетов определяли тесноту множественной зависимости между отловом самцов, количеством яиц, ВТК и количеством гусениц. Корреляция оказалась довольно высокой, коэффициент ее равнялся 0,896. Уравнение регрессии, выражающее эту связь, выглядит следующим образом:

$$Y = -3,458 + 0,114 X_1 + 0,395 X_2 + 4,935 X_3,$$

где X_1 – вылов самцов, X_2 – количество яиц, X_3 – ВТК.

Эти факторы определяют 80% вариабельности количества гусениц в условиях отсутствия защитных мероприятий.

На основании результатов исследований в Зеравшанской зоне хлопкосеяния составлен прогноз пороговой численности гусениц хлопковой совки по уровню вылова самцов, количества яиц и ВТК (табл. 4.21). Полученные данные показывают, что в условиях депрессии этого вредителя отлов самцов феромонными ловушками не может быть единственным критерием оценки численности гусениц и, следовательно, не может являться сигналом для проведения химических обработок. В условиях жаркого климата наряду с отловом самцов следует учитывать метеоусловия, а также интенсивность откладки яиц.

В результате обобщения проведенных исследований в различных районах Закавказья и Средней Азии составлена схема сигнализации проведения защитных мероприятий на хлопчатнике, основанная на сезонном прогнозе численности хлопковой совки с помощью феромонных ловушек (табл. 4.22). При этом учтено, что климатические условия Зеравшанской

долины во многом схожи с условиями (в зоне хлопководства) большей части Узбекистана (кроме южных областей), Северного Таджикистана и, возможно, ряда областей Туркмении.

Таблица 4.21. Прогноз пороговой численности гусениц хлопковой совки на хлопчатнике в зависимости от вылова самцов, количества яиц и ВТК

Отлов самцов/лов.	Количество яиц/100 растений	ВТК	Прогнозируемое количество гусениц на 100 растений	
			среднее	доверительные пределы
5	20	0,44	7,2	4,71-0,66
		0,98	9,8	7,37-12,32
10	20	0,44	7,7	5,28-10,23
		0,98	10,4	7,94-12,89
20	20	0,44	8,9	6,42-11,37
		0,98	11,6	9,08-14,03
30	10	0,44	6,1	3,61-8,66
		0,98	8,7	6,27-11,22
	20	0,44	10,0	7,66-12,61
		0,98	12,7	10,22-15,17

Таблица 4.22. Схема сигнализации проведения защитных мероприятий против хлопковой совки на хлопчатнике по данным феромонных ловушек

Отлов самцов в 1 ловушку за 3 дня			Мероприятие
в Азербайджане и на тонковолокнистом хлопчатнике в Средней Азии	на средневолокнистом хлопчатнике в Средней Азии		
	ВТК низкий	ВТК высокий	
1–5	1–5	1–5	Первый выпуск трихограммы в течение трех дней после учета бабочек
1–5	5–10	1–5	Начало регулярных учетов количества яиц и гусениц на растениях
менее 1–5	менее 5–40	менее 1–5	Отмена химической защиты хлопчатника в течение трех дней после учета самцов
5–20	10–30	5–20	Сигнализация защиты по стандартному методу (при пороговой численности яиц и гусениц)
20–30 и более	30–40 и более	20–30 и более	Обязательная защита биологическими (габробракон, биопрепараты) или химическими средствами в течение трех дней после учета бабочек
5–10	15–20	5–10	Проведение агротехнических и биологических профилактических мер защиты

Установлено, что при высокой плотности популяции вредителя (1,5–2 ЭПВ) достаточно точный прогноз защитных мероприятий осуществляется с помощью только феромонных ловушек. На фоне подпорогового уровня численности для сигнализации и краткосрочного прогноза сроков и объемов защиты необходимо проводить контрольные учеты яиц и гусениц младших возрастов с одновременной регистрацией метеоусловий, применяя расчет влаготемпературного критерия.

Сроки проведения рекомендуемых мероприятий можно уточнять, используя известные данные по сумме эффективных температур (СЭТ). В частности, в Средней Азии для развития яйца, гусеницы и куколки хлопковой совки необходима СЭТ 550°. Наиболее подходящие сроки для выпуска трихограммы наступают при СЭТ 50–60°, а сроки борьбы с гусеницами – при СЭТ 80–90°, считая от начала массового лёта бабочек (Запевалов и др., 1987).

Показана возможность применения в сезонном прогнозе хлопковой совки влаготемпературного критерия, который может значительно изменять ЭПВ. Так, при благоприятном для развития вредителя соотношении минимальной относительной влажности и максимальной температуры пороговые отловы бабочек на полях со средневолокнистым хлопчатником в Средней Азии сближаются с таковыми в Азербайджане и на тонковолокнистом хлопчатнике.

Разработанные пороговые уровни отлова самцов позволяют осуществлять эффективный надзор за численностью вредителя с целью оптимизации методов и сроков проведения защитных мероприятий при малых затратах материальных и трудовых ресурсов. Рядом организаций (ВИЗР, УзбНИИЗР, АзНИИЗР) показана высокая экономическая эффективность применения СПА для прогноза и сигнализации защитных мероприятий против хлопковой совки. Таким образом, их применение является перспективным направлением в интегрированной защите хлопчатника.

4.8. СПА совок в системе прогноза вредителей хлопчатника

В основу использования СПА на хлопчатнике положены рекомендации, составленные при активном участии автора (Булыгинская, Буров, Гричанов и др., 1987, Гричанов и др., 1989). Современная интегрированная защита хлопчатника должна включать применение СПА озимой, восклицательной и хлопковой совки для надзора, прогноза численности и сигнализации защитных мероприятий. В перспективе в систему защиты хлопчатника должен также входить надзор с помощью СПА за развитием и расселением карадрины, изредка дающую вспышки массового размножения, а также некоторых карантинных вредителей – египетской хлопковой совки (*Spodoptera litoralis*), восточной хлопковой совки (*Spodoptera litura*), хлопковой моли (*Pectinophora gossypiella*) и др.

В б.СССР насчитывается более 200 видов насекомых, повреждающих хлопчатник. Высейнные семена и проростки повреждаются проволочниками, ложнопроволочниками и гусеницами подгрызающих совок; корни и подземная часть стебля – проволочниками, ложнопроволочниками и медведкой; листья – гусеницами карадрины, хлопковой, люцерновой и других совок, саранчовым, тлями и трипсами; генеративные органы повреждают гусеницы хлопковой совки, карадрины, мальевой моли и т.д.

К основным вредителям хлопчатника относятся хлопковая и озимая совки, хлопковые тли, обыкновенной паутиный клещ.

Существующая система наблюдений за развитием хлопковой совки для определения: сроков борьбы с ней трудоемка и не всегда дает объективные сведения о развитии популяций.

Распространение хлопковой совки. Преимущественно тропическая и субтропическая области, а также Средняя и Южная Европа, умеренные области Азии, Африка, Австралия, Океания. Высокая численность отмечалась в Албании, Алжире, Болгарии, Египте, Испании, Португалии, Германии, Греции, Израиле, Иране, Украине, Молдавии, Предкавказье, Закавказье, Казахстане, Средней Азии, южной России (рис. 4.22). В России ареал хлопковой совки охватывает лесостепную и степную зоны, достигая южной границы тайги. Мигрант, способный достигать Скандинавии и др. северных территорий.

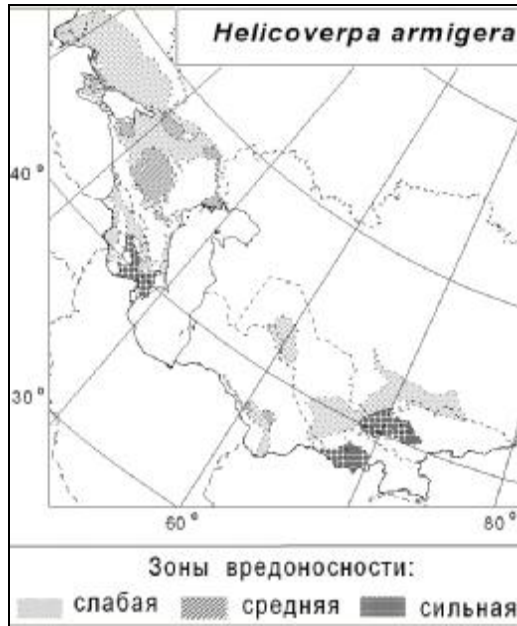


Рис. 4.22. Зоны вредоносности хлопковой совки в б.СССР (по Полоскиной, Кузнецовой, 1975, с изменениями).

В пределах ареала выделяются три зоны: постоянного (сильного) вреда, периодических размножений и слабой вредоносности.

Первая зона - низменная часть хлопкового пояса, нижние террасы вдоль рек, естественные впадины, понижение рельефа и т.д., где вегетация растений проходит при постоянном воздействии избыточного грунтового увлажнения. Такие условия характерны для Сурхандарьинской области Узбекистана и ряда областей Таджикистана и Туркмении, восточной части центрально-степной области Азербайджана.

Вторая зона - Ташкентская, Бухарская и частично Кашкадарьинская области Узбекистана, западные районы Азербайджана.

Третья зона - предгорная полоса посевов на естественно дренированных типичных сероземах. Такие условия характерны для ряда других областей. В годы массового размножения совки границы между двумя первыми зонами стираются.

Экология. Хлопковая совка - полициклический вид. На Северном Кавказе развивается 2-3 поколения, в Азербайджане и Средней Азии - 3-4 поколения, на юге Таджикистана - 5 поколений. Сумма эффективных температур для развития 1 поколения 550° при пороге 11°C . Вылет бабочек начинается при среднесуточной температуре $+18-20^{\circ}\text{C}$: в Средней Азии -

в середине апреля, в Азербайджане - в середине мая, в Украине - в середине июня. Вылет бабочек длится более месяца. Лёт бабочек разных поколений обычно перекрывается и продолжается до октября-ноября. Для откладки яиц бабочки нуждаются в питании нектаром. Они активны в сумерки и ночью. Развитие совки зависит от температуры и осадков, особенно в зимне-весенний период. Численность зависит от активности энтомофагов (хищники и паразиты) и энтомопатогенов. Гусеницы 1-2 возрастов питаются листьями, 3-6 - генеративными органами. Широкий полифаг. В России и сопредельных странах гусеницы заселяют более 120 видов растений; из сорняков предпочитают - паслен, дурман, белену, лебеду, канатник и щирицу. Продолжительность жизни имаго в зависимости от температуры 20-40 дней. Плодовитость 500-1000 яиц (максимально до 3000). Яйца откладываются по 1, реже по 2-3 на листья и генеративные органы растений: цветки, прицветники, бутоны (хлопчатник, нут, томаты), на нити початков, метелки и опушенные части стебля (кукуруза). Продолжительность развития яиц летом 2-4 суток, а весной и осенью 4-12 суток. Гусеницы развиваются в течение 13-22 дней. Куколки развиваются в почве на глубине 4-10 см, а также в коробочках хлопчатника или на початках кукурузы, в течение 10-15 дней. Зимуют куколки в почве (в «колыбельках»).

Хозяйственное значение. Наибольший ущерб наносит хлопчатнику, томатам, кукурузе, нуту, люцерне, табаку. Может повреждать сою, горох, тыкву, кабачки, клещевину, кенаф, джут. Экономический порог вредоносности в Средней Азии на тонковолокнистом хлопчатнике составляет 3-5 гус./100 раст., а на средневолокнистом - 8-12 гус./100 раст. На сильно поврежденных участках урожай хлопка-сырца снижается на 30-30% и более. Защитные мероприятия: возделывание устойчивых сортов, уничтожение сорняков, удаление с поля растительных остатков после уборки урожая, глубокая зяблевая вспашка, междурядные обработки, зимние поливы для уничтожения куколок, обработка инсектицидами растений в период развития гусениц, выпуски паразитов *Trichogramma* spp., *Habrobracon hebetor* Say, а также использование биопрепаратов лепидоцид, вирин-ХС, дендробациллин и битоксибациллин.

Половые аттрактанты. В настоящее время известны СПА ряда жуков-щелкунов, хлопковой, озимой и восклищательной совки, карадрины и хлопковой моли, но разработаны основы надзора за популяцией только хлопковой совки. В пер-

спективе возможно применение СПА для надзора за другими вредителями, а также для борьбы хлопковой совкой и другими видами.

Производство СПА хлопковой совки налажено во ВНИИБЗР, а также в Эстонии, Узбекистане и Казахстане. Основными компонентами СПА ХС-92 являются альдегиды цис-11-гексадеценаль и цис-9-гексадеценаль в соотношении 95:5, нанесенные на отрезки резиновой трубки длиной 1,5-2 см с дозой 2 мг/капсулу. Соединения относятся к альдегидам с одной двойной связью. Аттрактивность СПА сохраняется 10-30 дней на уровне менее половины активности свежего аттрактанта.

Феромонные капсулы используют в течение года после их изготовления. До использования их следует хранить в холодильнике в закрытой упаковке.

Феромонная ловушка. Испытывалась и показала удовлетворительные результаты трехгранная ловушка Атракон АА с площадью ловчей поверхности 400 см², изготовленная из ламинированной бумаги "Тетрапак" размером 29х48 см. Средняя треть этого листа размером 14х28 см служит днищем ловушки. Лист бумаги складывается в виде трехгранной призмы, края полученной ловушки шириной 1-1,5 см загибаются внутрь.

Комплект феромонной ловушки содержит одну картонную заготовку ловушки Атракон АА, три резиновые капсулы с синтетическим аттрактантом ХС-92 и пятнадцать клеевых вкладышей с клеем "Пестификс". При сборке на дно ловушки помещается клеевой вкладыш из ламинированной бумаги, в центре ловушки на проволоке подвешивается капсула с СПА. Готовые ловушки прикрепляют к заранее вбитым в землю (под углом 60 градусов) кольшкам длиной 1,5-2 м, примерно на 20-30 см выше верхушек растений. С ростом растений ловушки периодически поднимают на соответствующую высоту. Горизонтальная ось ловушки должна совпадать с направлением господствующего в ночные часы ветра.

Размещение ловушек на полях. В период лета, бабочек на поле хлопчатника площадью не менее 50 га равномерно устанавливают 25 феромонных ловушек из расчета 1 ловушка на 2 га (140 м между ловушками), при этом контролируемая площадь (в зависимости от целей работы) может достигать 500 га. Например, для наблюдения за динамикой лета достаточно 25 ловушек на 500 га. Для прогнозирования численности гусениц и сигнализации проведения защитных мероприятий необ-

ходимо 25 ловушек 50 га. При наличии участков площадью менее 50 га, расположенных не далее 1 км друг от друга, устанавливают 25 ловушек на 2-5 полях, принимая их за одну учетную единицу.

Допускается помещать ловушки на межах полей (кроме заросших деревьями и густым кустарником), на телеграфных столбах, гидросооружениях и т.п. расположенных на поле не ближе 100 м к границе хлопчатника и других культур.

Обслуживание ловушек. Обслуживание ловушек проводит специально обученный обследователь под руководством агронома по защите растений. За день один обследователь может проверить 50-75 ловушек.

Отловленных бабочек учитывают через каждые три дня, а в период массового лета бабочек (более 10-15 самцов за ночь) - ежедневно. Для удобства работы ловушки необходимо пронумеровать и записать на карточке адрес ловушки. Запись результатов вылова бабочек в ловушки удобно делать на карточке из плотного картона или в специальных журналах учета по форме:

Хозяйство _____, бригада _____, поле _____, площадь _____ га								
Дата учета	Количество отловленных самцов, номера ловушек					Среднее кол-во самцов, экз./лов.		Примечание
	1	2	3	4	5	за 1 учет	нарастающий итог	

При учете бабочки обязательно удаляются из ловушек, для чего ловушка с торцевой стороны открывается путем выдвижения наружу нижних углов треугольного отверстия. Следует избегать излома его сторон и нарушения тем самым размера отверстия ловушки.

При осмотре ловушек кроме бабочек совок удаляются и посторонние, случайно попавшие насекомые. Для очищения клеевой поверхности удобно использовать нож или алюминиевую проволоку, расплюснутую на конце.

Замену капсул с СПА проводят 1 раз в 9 дней (через 3 учета. При сильном загрязнении клеевой поверхности следует заменять вкладыш. Нужно учитывать, что при попадании в ловушку более 10 бабочек совок клеевая поверхность ловушки сильно загрязняется и уловистость её резко снижается. В связи с этим при высокой численности вредителя клеевые вкладыши необходимо заменять через 1-2 учета. При низкой его численности замену вкладышей производят через 3-4 учета.

Поскольку сам корпус ловушки, независимо от продолжительности её действия, не снижает уловистости, замена его не производится.

Наблюдение за динамикой лета и миграциями. Для наблюдения за динамикой лета хлопковой совки контролируемую площадь разбивает на зоны площадью до 500 га. В каждой зоне выделяют типичное поле со средними многолетними характеристиками (агротехника, урожайность, численность вредителей), на котором устанавливаются 25 ловушек. Площадь поля около 50 га. Результаты трехдневных учетов бабочек (в пересчете на 1 ловушку) наносят на график, на котором отмечают начало и окончание, период максимального лёта бабочек каждого поколения.

Хлопковая совка относится к пассивно мигрирующим видам; она может преодолевать, следуя господствующим ветрам, до 2000 км за считанные дни. Наблюдение за лётом бабочек в феромонные ловушки в масштабах района, области или республики является лучшим средством для определения скорости, дальности и направления миграций.

Данные по динамике лёта самцов на хлопчатнике, томатах, кукурузе и других культурах (в течение всего сезона) используется также для прогностических целей.

Картирование участков и определение очагов заселения. По окончании лёта бабочек хлопковой совки перезимовавшего поколения данные учетов анализирует с целью выделения участков с повышенной (очаговой), средней и низкой плотностью популяции. Ловушки размещаются также, как указано выше. По величине отловов самцов феромонными ловушками поля картируют, разделяя их на три основные группы:

первая - участки с низкой численностью популяций - при отлове до 5 бабочек хлопковой совки в ловушку за 3 дня,

вторая - со средней плотностью - при увеличении средних уловов до 10 - 20 бабочек,

третья - с высокой плотностью - при отлове свыше 25-30 бабочек в ловушку за 3 дня.

Выявленные очаги повышенной численности нуждаются в особенно пристальном внимании в течение всего сезона. Хозяйствам и бригадам, в которых имеются очаги заселения, необходимо выделять дополнительное количество средств защиты растений.

Аналогичный анализ проводится в осенний период после завершения лёта бабочек последнего поколения с целью выяснения состояния ушедшей на зимовку популяции.

Сигнализация проведения организационных мероприятий. Защитные мероприятия против хлопковой совки на хлопчатнике проводятся с начала фазы бутонизации, которая совпадает с началом развития гусениц I хлопкового поколения вредителя, до начала уборки коробочек (обычно до начала развития III поколения. Феромонные ловушки можно использовать для сигнализации проведения тех или иных организационных мероприятий.

При попадании первых (более 1 в ловушку, в среднем) бабочек первого поколения нужно выставить на всей контролируемой площади дополнительные ловушки из расчета 1 ловушка на 2 га, организовав их постоянное обслуживание.

При попадании 1-5 самцов в ловушку за 3 дня необходимо начать регулярные учеты численности яиц и гусениц по стандартной методике с целью сигнализация сроков проведения биологической и химической борьбы.

Учеты преимагинальных фаз продолжаются до конца лета I поколения. Такой же порядок при проведении учетов во время развития II хлопкового поколения. Те же критерии рекомендуется использовать для начала чеканки хлопчатника (в оптимальные для растений сроки). При уменьшении отлова самцов до 1-5 в ловушку учеты яиц и гусениц прекращаются. С началом уборки хлопчатника (или же после окончания защитных мероприятий) феромонные ловушки снимаются, за исключением тех, которые нужны для наблюдения за динамикой лета (25 штук на 500 га).

Таким образом, на низком и среднем фоне численности можно сократить количество учетов вредителя на растениях примерно в два раза.

Сигнализация выпуска трихограммы. Попадание первых бабочек в феромонные ловушки (1-5 самцов в ловушку) является сигналом для начала выпуска трихограммы, так как это означает появление первых яйцекладок хлопковой совки. Второй и последующие (при необходимости) выпуски паразита проводят через 6 - 7 дней после первого согласно действующим рекомендациям.

Этот же показатель используется для сигнализации борьбы со взрослой фазой вредителя (массовый вылов, дезориентация самцов, аэрозоли и др.). Первый выпуск трихограммы, так же как и борьба с бабочками, имеет профилактическое значение. В дальнейшем кратность выпуска трихограммы корректируют, учитывая улов самцов в феромонные ловушки и численность яиц на растениях.

Прогноз численности и сигнализация борьбы с гусеницами. С помощью феромонных ловушек можно только приблизительно прогнозировать необходимость и сроки борьбы с гусеницами хлопковой совки. По количеству отловленных самцов определяют предполагаемый уровень заселения хлопчатника хлопковой совкой:

Количество самцов/лов. за 3 дня	Предполагаемое заселение
до 5	слабое
от 10 до 20	среднее
свыше 25	сильное

Средняя степень заселения означает увеличение численности вредителя до экономического порога вредоносности, который составляет в Таджикистане - 10-12 гусениц на 100 растений на средневолокнистых в 3-5 гусениц на тонковолокнистых сортах хлопчатника, в Узбекистане соответственно 8-12 и 4-6 яиц и гусениц младших возрастов, в Азербайджане - 5-7 гусениц в I поколении и 10-12 гусениц во II поколении.

Эксперименты показали, что отлов до 20 самцов в ловушку за 3 дня может не приводить к увеличению количества гусениц выше пороговой численности, вместе с тем, уже после отлова 5 самцов каждой ловушкой могут потребоваться обработки.

Отлов до 5 (в Азербайджане) и до 10 (в Средней Азии) самцов позволяет отказаться от проведения химических обработок хлопчатника в течение 3-6 дней после учета бабочек. Отлов 20-30 (в Азербайджане) и 30-40 самцов (в Средней Азии) означает безусловное увеличение количества гусениц выше порога и требует обязательной борьбы с ними биологическими (габробракон, биопрепараты) или химическими средствами в течение 3-х дней после учета бабочек.

При отлове от 5 до 20 (в Азербайджане) и от 10 до 30 (в Средней Азии) самцов для сигнализаций защитных мероприятий необходимо использовать стандартный метод учета путем осмотра растений.

Ориентировочными пороговыми отловами являются 5-10 самцов в ловушку в Азербайджане и на тонковолокнистом хлопчатнике в Средней Азии и 15-20 самцов - на средневолокнистом хлопчатнике в Средней Азии. При этом достоверность прогноза оказывается менее 80%, поэтому сигнализация борьбы с гусеницами по отлову самцов в ловушки должна обязательно подкрепляться данными учетов преимагинальных фаз хлопковой совки.

В годы массового размножения пороговые отловы долж-

ны быть увеличены в среднем в 1,5 раза из-за низкой репродуктивной способности бабочек и высокой смертности преимагинальных фаз от паразитов и хищников.

Расчет экономической эффективности применения ловушек с синтетическим половым аттрактантом. Расчет экономической эффективности применения феромонных ловушек для надзора за вредителями производится на основе частичной замены и повышения качества стандартных методов учета численности, сокращения кратности обработок, повышения урожайности и качества зерна. При расчете сопоставляются варианты с применением и без применения феромонных ловушек. Необходимо строго следить, чтобы опытные и контрольные поля (бригады, хозяйства) обладали одинаковыми агротехническими характеристиками как в год испытания, так и в предыдущие годы. Затраты на защиту растений складываются из:

- затрат на приобретение инсектицидов, биопрепаратов и т.д.,
- стоимости внесения препарата,
- затрат на обследование полей стандартными методами и с применением ловушек,
- транспортных расходов,
- затрат на уборку, послеуборочную обработку, хранение, перевозку и реализацию дополнительного урожая,
- накладных расходов (общепроизводственные и общехозяйственные расходы).

Поскольку изменения урожайности и общих затрат на выращивание урожая зачастую недостоверны, экономический эффект от применения половых аттрактантов обычно рассчитывается из экономии средств или труда в затратах на защиту растений. При этом экономия средств на защиту растений представляет собой чистый доход хозяйства.

Техника безопасности при работе с феромонными ловушками. Синтетические аттрактанты - практически нетоксичные вещества, которые привлекают только один или несколько видов насекомых и не опасны для других животных и человека. При работе с феромонными материалами нужно соблюдать общие меры предосторожности: заправку ловушек феромонными материалами следует проводить в проветриваемом помещении или непосредственно в поле при развешивании. После работы нужно вымыть руки с мылом. При попадании клея на руки его удаляют с помощью тампона, смоченного растительным маслом.

4.9. СПА совок в системе прогноза вредителей яровой пшеницы

На зерновых культурах значение вредных чешуекрылых сравнительно невелико. Наибольшую роль в снижении урожая яровой пшеницы в Северном Казахстане и прилегающих областях России, то есть в основной зоне возделывания этой культуры, играет серая зерновая совка. В практике защиты зерновых культур для учета бабочек и прогноза развития серой зерновой совки ранее рекомендовали ловушки с бродящим раствором рафинадной патоки или сахара (Шек и др., 1984; Ажбенов, 1988). Нашими исследованиями установлено, что половой аттрактант этого вредителя более видоспецифичен (отлавливает 95 - 100% целевого вида) и стабилен (действует свыше 15 дней), чем пищевой, а феромонная ловушка более удобна в обслуживании, чем паточное корытце (Гричанов и др., 1988, 1989; Гричанов, Вахер, 1988, 1989). На основании исследований, проведенных совместно с сотрудниками ВИЗР и Казахского НИИ защиты растений во всех зонах вредоносности зерновой совки, составлены рекомендации по применению феромонных ловушек в системе защиты яровой пшеницы.

Серая зерновая совка - наиболее опасный вредитель яровой пшеницы в степной зоне Северного Казахстана, а также в некоторых районах Башкирии, Оренбургской, Челябинской, Омской, Новосибирской областей и Алтайского края (рис. 4.23). Она обитает в Западной Европе, Малой Азии, Иране, Монголии, странах Балтии, Белоруссии, Украине, Молдавии, Закавказье, Казахстане. В России распространена в Поволжье, южных районах Сибири (до Красноярска) и Приуралье, на севере - до Санкт-Петербурга.

В практике защиты зерновых культур для учета бабочек и прогноза развития серой зерновой совки используют ловушки с бродящим раствором рафинадной патоки или сахара (Шек и др., 1984; Ажбенов, 1988). Между тем, установлен основной компонент полового аттрактанта для бабочек этого вредителя, проявивший хорошую биологическую активность в сравнении с пищевыми приманками (Гричанов и др., 1988; Гричанов, Вахер, 1988, 1989). Обнаружено, что в эколого-географических условиях Западной Сибири и Северного Казахстана половой аттрактант более видоспецифичен (отлавливает 95-100% целевого вида) и стабилен (действует свыше 15 дней), чем пищевой, а феромонная ловушка более удобна в обслуживании, чем паточное корытце. Определена зависимость между отловом самцов на половой аттрактант и численностью гусениц серой зерновой совки на пшенице (Гричанов и др., 1989).

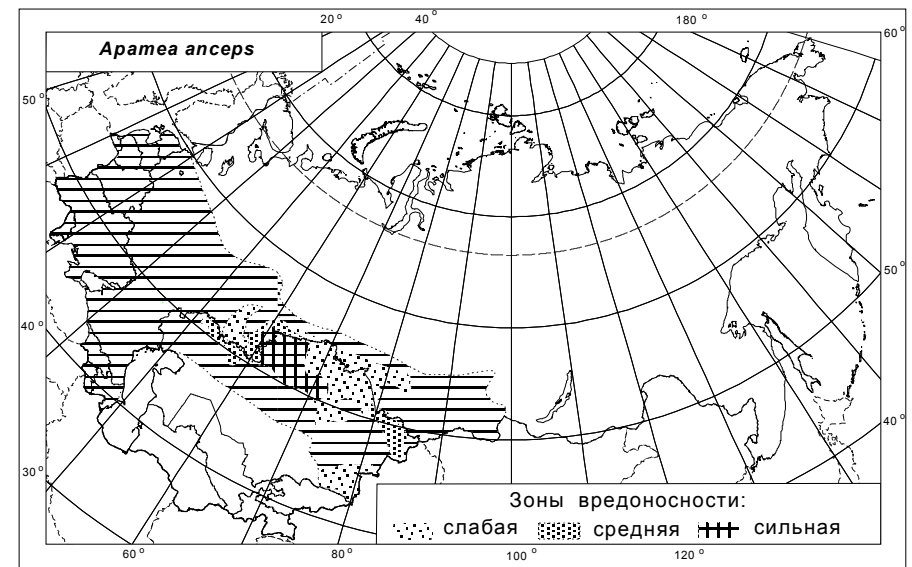


Рис. 4.23. Ареал и зоны вредоносности серой зерновой совки в б.СССР (ареал показан горизонтальной штриховкой)

Настоящие рекомендации составлены на основании исследований, проведенных ВИЗР при участии КазНИИЗР в 1987-1990 гг. в Целиноградской, Кустанайской, Карагандинской, Актюбинской, Павлодарской областях Казахстана, в Башкирии, Оренбургской, Новосибирской областях и Алтайском крае России (Гричанов, Ажбенов, 1998).

Экология. Развивается одно поколение. Лёт бабочек происходит в зависимости от метеорологических условий с середины июня - начала июля и продолжается до августа включительно. Период откладки яиц часто совпадает с колошением яровой пшеницы и пырея. Бабочки могут перелетать на дальние расстояния. На их плодовитость большое влияние оказывает температура и влажность, а также дополнительное питание нектаром цветков сорняков (осота, сурепки, василька, подсолнечника и др.). Для питания гусениц необходимо зерно с повышенной влажностью не менее 20%, чему способствуют осадки в августе-сентябре. Массовому размножению вредителя способствует синхронность откладки яиц с колошением яровой пшеницы. Сочетание оптимальной температуры (24-25°C) и влажности воздуха (70-85%) увеличивает плодовитость бабочек. Ограничивают размножение энтомофаги (хищники и паразиты) и болезни.

Хозяйственное значение. Наибольший ущерб гусеницы наносят пшенице и ячменю, меньше повреждает рожь, вредят и кукурузе. Овес не повреждают. Защитные мероприятия: своевременная и без потерь уборка урожая, лущение и ранняя зяблевая вспашка с оборо-

том пласта. Междурядные обработки пропашных культур и обработка паров в 1-ю декаду июня, подбор оптимальных сроков сева яровой пшеницы и устойчивых сортов; обработка растений инсектицидами против гусениц 3-4 возраста. Основным средством борьбы с совкой являются авиахимические обработки полей против гусениц. Среди современных направлений защиты растений от вредителей большое значение придается феромонам, использование которых обеспечивает рациональную организацию защиты сельскохозяйственных культур. Применение СПА уменьшает отрицательное влияние пестицидов на окружающую среду, в частности, на энтомофагов, на фоне ограниченных химических обработок получают развитие агротехнические и биологические методы борьбы с вредителями.

Половые аттрактанты. В настоящее время известны половые аттрактанты ряда жуков-щелкунов, серой зерновой, озимой, воскликательной совок и некоторых других вредителей пшеницы. В условиях Западной Сибири и Северного Казахстана наиболее перспективно применение полового аттрактанта серой зерновой совки.

Основным компонентом препаративной формы ХС-2 является альдегид цис-11-гексацеценаль с одной двойной связью, нанесенный на отрезки резиновой трубки длиной 1,5 см с дозой 2 мг на капсулу. В настоящее время это действующее вещество производят также в г.Щелково (Московская область), Уфе (Башкирия) и в Казахстане. Аттрактивность СПА сохраняется 15-30 дней на уровне не менее половины активности свежего аттрактанта.

Феромонные капсулы используют в течение года после их изготовления. До использования их следует хранить в холодильнике в закрытой упаковке.

Феромонная ловушка. Испытывалась и показала удовлетворительные результаты трехгранная ловушка Атракон АА производства ПО "Флора" с площадью ловчей поверхности 400 см², изготовленная из ламинированной бумаги "Тетрапак" размером 29x48 см. Средняя треть этого листа размером 14x28 см служит днищем ловушки. Лист бумаги складывается в виде трехгранной призмы, края полученной ловушки шириной 1-1,5 см загибаются внутрь.

Комплект феромонной ловушки содержит одну картонную заготовку ловушки Атракон АА, три резиновые капсулы с синтетическим аттрактантом ХС-2 и пятнадцать клеевых вкладышей с клеем "Пестификс". При сборке на дно ловушки помещается клеевой вкладыш из ламинированной бумаги, в центре ловушки на проволоке подвешивается капсула с СПА. Готовые ловушки прикрепляют к заранее вбитым в землю

(под углом 60 градусов) колышкам длиной 1,5-2 м, примерно на 20-30 см выше верхушек растений. С ростом растений ловушки периодически поднимают на соответствующую высоту. Горизонтальная ось ловушки должна совпадать с направлением господствующего в ночные часы ветра.

Размещение ловушек на полях. После получения карт размещения сельскохозяйственных культур контролируемой площади посевов яровой пшеницы (в одном или нескольких хозяйствах) разбивают на группы полей с близкими агротехническими условиями (например, одного и того же сорта, срока сева, предшественника). В каждой группе выделяют типичное поле со средними агротехническими характеристиками (в том числе по численности вредителей в предыдущем сезоне или в осенне-весенний период). На каждом таком поле перед началом лета бабочек серой зерновой совки (около 15 июня) устанавливают по 5 феромонных ловушек с расстоянием между ними 150-200 м. При невозможности установки ловушек посередине поля их размещают в ряд вдоль границы участка, учитывая преобладающий ночной ветер. Например, если основное направление ночного ветра северное, то ловушки устанавливают вдоль северного края поля так, чтобы феромонные облака покрывали учетное поле к югу от ловушек. Допускается помещать ловушки на межах полей (кроме заросших деревьями и густым кустарником), на телеграфных столбах и т.п.

Обслуживание ловушек. Обслуживание ловушек проводит специально обученный обследователь под руководством агронома по защите растений. За каждым обследователем закрепляются контрольные поля в количестве, которое зависит от марки приданного ему транспортного средства, длины маршрутного обследования и поставленных перед ним задач. За день один обследователь может проверить 50-75 ловушек при длине автомобильного маршрута обследования 100-150 км.

Отловленных бабочек учитывают через каждые три дня, а в период массового лета бабочек (более 10-15 самцов за ночь) - ежедневно. Бабочки серой зерновой совки удаляются из ловушек при каждом учете, для чего ловушка с торцевой стороны открывается путем выдвижения наружу нижних углов треугольного отверстия. Следует избегать излома его сторон и нарушения тем самым размера отверстия ловушки. Окончание массового лета бабочек регистрируют при устойчивом значительном (в 5-10 раз от максимального) снижении суточного отлова бабочек. После этого трехдневные учеты продолжают вести до конца июля.

Для удобства работы ловушки необходимо пронумеровать и записать на карточке адрес ловушки. Запись результатов вылова бабочек в ловушки удобно делать на карточке из плотного картона или в специальных журналах учета по форме:

Хозяйство _____, бригада _____, поле _____, площадь _____ га								
Дата учета	Количество отловленных самцов, номера ловушек					Среднее к-во самцов, экз./лов.		Примечание
	1	2	3	4	5	за 1 учет	нарастающий итог	

В примечаниях отмечают период выколашивания пшеницы, среднюю температуру воздуха и осадки в этот период (по данным ближайшей метеостанции), номера испорченных ловушек и другие сведения при необходимости. Замену капсулы с аттрактантом проводят через каждые 10-15 дней. При сильном загрязнении клеевой поверхности следует заменять вкладыш. Нужно учитывать, что при попадании в ловушку более 10 бабочек совок клеевая поверхность ловушки сильно загрязняется и уловистость ее резко снижается. Поэтому в период массового лета бабочек вредителя клеевые вкладыши необходимо заменять ежедневно. При низкой численности зерновой совки замену вкладыша производят по мере загрязнения или высыхания, а также после сильного дождя, но не реже, чем через 10 дней. Поскольку сам корпус ловушки, независимо от продолжительности ее действия, не снижает уловистости, замена его не производится. Нужно следить за тем, чтобы дно ловушки располагалось горизонтально во избежание стекания клея.

Практическое применение. Наблюдение за динамикой лета серой зерновой совки проводят с целью картирования полей и определения очагов заселения, прогноза численности, сигнализации сроков и определения необходимости проведения летних обследований пшеницы и борьбы с гусеницами. Чтобы получить хорошую картину динамики лета, лучше всего представлять данные учета в виде графических схем в координатах: дата учета - количество отловленных самцов (в пересчете на одну ловушку за ночь). На графике отмечают начало и окончание лета, период максимального лета, пики лета бабочек. Наиболее важные количественные показатели - максимальный суточный отлов бабочек и суммарный отлов самцов на одну ловушку за период массового лета. Полученные на типичном поле данные экстраполируют на всю группу полей с одинаковыми агротехническими характеристиками и используют для прогностических целей.

Картирование полей и определение очагов заселения. По

окончании массового лета бабочек серой зерновой совки данные учетов анализируют с целью выявления участков с повышенной (очаговой), средней и низкой плотностью популяции. По величине отлова самцов феромонными ловушками поля картируют, разделяя их на три основные группы:

первая - участки с низкой плотностью популяции - при отлове до 150 бабочек серой зерновой совки в ловушку за период массового лета или до 15 - за ночь,

вторая - со средней плотностью - при увеличении средних уловов соответственно до 200-400 или до 20-40 самцов в ловушку,

третья - с высокой плотностью - при отлове соответственно свыше 400 или свыше 40 самцов в ловушку.

Выявленные очаги повышенной численности (высокая плотность бабочек на рядовых посевах и средняя плотность - на семенных посевах яровой пшеницы) нуждаются в особенно пристальном внимании во время обследования посевов для выявления гусениц вредителя. В хозяйства и бригады с установленными очагами заселения необходимо в первую очередь выделять средства защиты растений.

Сигнализация сроков проведения обследований и обработок посевов. Летнее обследование посевов необходимо провести в период массового появления в колосьях пшеницы гусениц 2 возраста. При этом используют таблицу Г.Х.Шека и др. (1984):

Температура воздуха в период массового лета бабочек и выколашивания пшеницы, °С	Число дней от массового лета бабочек и выколашивания пшеницы до начала обследования
16 - 17	22
19 - 20	15
23 - 24	11

Важно установление конкретной даты, от которой отсчитываются сроки начала обследования посевов, так как в некоторые годы период массового лета бабочек растягивается на три недели и более. Поэтому для апробации предлагается следующая методика. При ярко выраженном одном пике лета бабочек, вдвое-втрое превышающем средний уровень отлова в период массового лета самцов, сроки начала обследования отсчитываются от даты максимального суточного отлова бабочек. При наличии двух и более пиков лета имаго примерно одинаковой интенсивности за точку отсчета принимается дата максимума по каждому пику и могут быть рекомендованы обследования в несколько туров.

Начало обработок посевов (при их необходимости) назна-

чается через 4 дня после проведения обследований с учетом требуемого времени для сбора, сушки и анализа колосьев. Более точно сроки начала обработок в конкретном районе Северного Казахстана рассчитывают по фенотипическому календарю (Ажбенов, 1988), считая, что от начала массового лета бабочек до массовой откладки яиц проходит 5–7 дней.

Прогноз численности и определение необходимости борьбы с гусеницами. Вредоносность гусениц серой зерновой совки зависит от степени совпадения массового лета бабочек и выколашивания пшеницы, плодovitости самок, продолжительности периода от отрождения гусениц до созревания пшеницы, от выживаемости гусениц в этот период. В годы с засушливой жаркой погодой экономические пороги вредоносности примерно вдвое превышают пороги во влажные и относительно прохладные годы (Шек и др., 1984; Ажбенов, 1988).

Определение целесообразности проведения обследований и обработок против гусениц основывается на посылке, что количество самцов, отловленных ловушками, позволяет в какой-то мере судить о будущей численности гусениц на полях. С помощью феромонных ловушек можно только приблизительно прогнозировать необходимость борьбы с гусеницами серой зерновой совки. Более или менее установленными можно считать следующие критерии.

Погодные условия и вид посевов яровой пшеницы	Пороговый отлов самцов в ловушку		Сроки обследований и обработок после массового лета, дней
	Максимальный суточный	За весь период массового лета	
Сухая и жаркая погода:			
- семенные посевы	15	150	
- рядовые посевы	40	400	11-15
Влажная и прохладная погода:			
- семенные посевы	7	75	
- рядовые посевы	20	200	15-22

При меньшем отлове бабочек можно отказаться от проведения летних обследований и защитных мероприятий против гусениц зерновой совки. С превышением указанных критериев проводят сплошное обследование полей, чтобы определить численность гусениц выше экономического порога вредоносности и выделить поля, подлежащие химической обработке. Пока не установлена плотность бабочек, при которой можно назначать проведение химических обработок без предварительного обследования посевов.

Отлов самцов на контрольных полях со средними условиями экстраполируют на всю группу полей в хозяйстве с одинаковыми характеристиками.

4.10. Интегрированный фитосанитарный мониторинг в плодовом саду на основе СПА

Надежный контроль состояния вредителей и болезней возможен лишь при интеграции всех методов фитосанитарного мониторинга в единую систему. Интегрированный фитосанитарный мониторинг можно определить как систему наблюдений за вредными организмами и влияющими на них факторами окружающей среды, которая интегрирует методологию всех направлений диагностики, контроля и прогноза, программирования и планирования в защите растений в единое целое, и является составной частью интегрированной защиты растений, совместимой с устойчивой (сбалансированной) системой выращивания растений.

Плодовые культуры – одни из самых поражаемых вредителями и болезнями, следствием чего является их интенсивная химическая защита. Для таких культур существует риск потерять значительную часть урожая (от 37 до 95%) с вероятностью 100%. Основные виды мониторинга и краткосрочного прогноза здесь – фенологический, метеорологический и феромонный (ловушечный) контроль. Примерно половина всех обработок плодовых культур производится против яблонной плодовой жоржки, совок, листоверток и других вредных чешуекрылых, для которых разработаны технологии применения феромонных ловушек.

На основе анализа многолетних данных о сезонной динамике среднесуточных температур в Азовском районе, лета бабочек основных видов вредных совок, листоверток и молей в феромонные ловушки, а также методической литературы об оптимальных сроках проведения обследований и обработок в садах южных регионов России и Украины, предложена схема проведения целевых учетов вредителей при накоплении определенных СЭТ выше 10°C (Гричанов, 1995). На практическом опыте показано, что для точной сигнализации сроков опрыскиваний против вредных организмов в плодовом саду следует руководствоваться сведениями приборов, регистрирующих метеоусловия, фенофазами развития растения, вредителей и возбудителей болезней, степенью устойчивости сортов, харак-

теристикой применяемого препарата.

Сбор и обработка фитосанитарной информации производятся в целях прогнозирования потерь урожая от вредных организмов и затрат на защитные мероприятия на основе изучения причинно-следственных связей в агроэкосистеме и в сельскохозяйственном производстве, для программирования максимального урожая при оптимальной схеме защитных мероприятий и минимальном влиянии их на окружающую среду и для планирования объемов и видов защитных мероприятий.

Обследования плодового сада с целью сигнализации защитных мероприятий против вредителей рекомендуют проводить главным образом по фенологическим срокам развития растений, используя при этом более десятка различных методик учета только основных вредителей (Сазонов и др., 1991). До распускания почек требуется установить численность цветоедов, плодовой чехликовой моли, златогузки, боярышницы и некоторых видов листоверток, после распускания почек, но до цветения - клещей, тлей, листоблошек, ряда молей, листоверток, пядениц, шелкопрядов и совок, щитовок и пилильщиков. Действующие рекомендации (Алехин и др., 1988) предлагают проводить мониторинг в общей сложности трех десятков видов вредителей почек, бутонов, распускающихся листьев и цветов, не считая комплексов из десятков видов молей и листоверток. Примерно 15-20 видов вредных насекомых угрожают яблоне сразу после цветения. На практике хозяйства интенсивного типа обычно проводят две обязательные обработки с комплексом вредителей в фазу розового бутона и фазу осыпания избыточной завязи, часто совмещая их с обязательной борьбой с паршой и мучнистой росой. По окончании цветения деревьев трудоемкость и погрешность учетов значительно увеличиваются, точность сигнализации обследований, а следовательно и обработок, снижается, между тем как опасность для урожая со стороны вредителей многократно возрастает.

Для мониторинга основных вредных чешуекрылых и калифорнийской щитовки используют феромонные ловушки, для ряда мелких вредителей (некоторые виды молей, тлей и т.д.) и полезных насекомых - цветные клейкие ловушки (выбор цветового оттенка зависит от доминирования того или иного вида), для клещей, пилильщиков и некоторых видов молей и щитовок - визуальный учет численности на 100 листьев, или 100 плодов, или на 2 м ветвей.

Феромонный мониторинг. СПА широко применяются в защите растений от вредных бабочек, жуков и некоторых дру-

гих насекомых для выявления вредителей (обнаружение мигрантов и карантинных видов, раннее обнаружение первых особей нового поколения, выявление очагов заселения и картирование полей), для надзора за популяцией (наблюдение за динамикой лета, надзор за расселением популяции, расчет плотности имаго), для определения сроков обследований и обработок, для сезонного прогноза численности и вредоносности и определения необходимости проведения защитных мероприятий. СПА используются в простейших клеевых и неклеевых ловушках различной конструкции, требующих регулярной проверки и ручного обслуживания. Для большинства основных вредных насекомых плодового сада известны феромонные составы, для ряда видов разработаны технологии применения феромонных ловушек для мониторинга.

С целью получения своевременной и точной информации о сроках развития, численности и состоянии популяций вредителей в саду феромонные ловушки размещают примерно за 10 дней до предполагаемого начала лета, ориентируясь на среднесезонные данные для каждого региона и сумму эффективных температур.

Размещение ловушек осуществляют с учетом размеров и конфигурации участков, их рельефа, господствующих ветров, возможных мест резервации вредителей, технологии выращивания культуры и т.д. Ловушки предпочтительно размещать рядами, что обеспечивает наиболее высокую производительность труда обследователей в период их эксплуатации. Осмотр ловушек до начала лета бабочек проводят ежедневно, а в дальнейшем - один раз в неделю.

Ловушки вывешивают, размещая их не ниже середины кроны дерева на внешних концах ветвей, не менее 5 штук на каждом участке из расчета 1 ловушка на 3 га. Только при такой плотности ловушек можно использовать приводимые в рекомендации пороги вредоносности. Во всех случаях расстояние между ловушками должно быть одинаковым.

Выявление калифорнийской щитовки в саду осуществляется с помощью феромонных ловушек, которые вывешивают по периферии крон деревьев на высоте 2 м от поверхности почвы перед началом лета самцов. В молодых плодоносящих садах ловушки размещают из расчета одна на 2 га, в питомниках - одна на 1 га. В массивах сада, расположенных на возвышенных местах, где ветер способствует перемещению самцов на большие расстояния, достаточно вывешивать одну ловушку на 5 га.

Метеорологический мониторинг. В 1993-1996 гг. в КСП "Виноградарь" Азовского района Ростовской области и в 1994-1995 гг. в КСП "Красный Сад" и КСП "Пионерское" Азовского комбината детского питания апробированы австрийские автоматические агрометеостанции (АМС) KMS-P фирмы Anton Raag для сигнализации сроков борьбы с основными вредителями и болезнями яблони. На основе измеряемых каждые 15 минут метеоданных в автоматизированном режиме сигнализируются степень и период заражения паршой яблони, процент отрождения гусениц сетчатой листовертки и фенофазы развития яблонной плодовой жорки (Гричанов, Законникова, 1994). Наряду с прочей информацией ежесуточно распечатывается на бумаге и заносится в память компьютера сумма эффективных температур (СЭТ) нарастающим итогом с начала сезона. Преимуществами АМС перед штатными метеостанциями являются более полный и разнообразный учет местных погодных условий и оперативность получения итоговой информации специалистами хозяйств.

На основе анализа многолетних данных о сезонной динамике среднесуточных температур в Азовском районе (предоставлены авторам А.Г.Махоткиным), а также методической литературы об оптимальных сроках проведения обследований и обработок в садах южных регионов России и Украины, предлагается следующая схема проведения целевых учетов вредителей при накоплении СЭТ выше 10°C.

СЭТ*	Вредители
130	Яблонная запятовидная щитовка, боярышниковая кружковая моль
220	Клещи, калифорнийская щитовка, яблонная моль-малютка, яблонная нижнесторонняя минирующая моль, яблонная стеклянница, восточная, сливовая и яблонная плодовой жорки, американская белая бабочка
310	Щитовки (красная грушевая и желтая грушевая)
420	Клещи, ложнокалифорнийская щитовка, древесница вьедливая, яблонная белая моль-крошка, яблонная стеклянница, плодовая моль-листовертка, восточная, сливовая и яблонная плодовой жорки, американская белая бабочка
530	-
660	Клещи, древесница вьедливая, восточная, сливовая и яблонная плодовой жорки, американская белая бабочка
790	Клещи, древесница вьедливая, яблонная белая моль-крошка, плодовая моль-листовертка, восточная, сливовая и яблонная плодовой жорки, американская белая бабочка
930	Калифорнийская щитовка
1070	Клещи

*СЭТ - сумма эффективных температур (выше 10°C). Календарный интервал между табличными СЭТ соответствует примерно декаде.

Значения СЭТ и перечень вредителей рекомендуется скорректировать для каждой зоны плодоводства. При отсутствии эффективной борьбы в ранневесенний период, а также в годы массового размножения вредителей, могут иметь значение после цветения другие виды листоверток, пяденицы, шелкопряды, волнянки, совки и боярышница. Обработки проводятся только при превышении экономических порогов вредоносности. Для сигнализации применения биологических средств и биологически активных веществ приведенная схема нуждается в корректировке.

Мониторинг яблонной плодовой жорки (рис. 4.24). Исходный ареал вида занимал среднюю Европу, Средиземноморье, Малую и Центральную Азию. В настоящее время он обитает в Европе (кроме крайнего севера), Северной и Южной Африке, Пакистане, Китае, Америке, Южной Австралии, Новой Зеландии; в странах Балтии, Белоруссии, Украине, Молдавии, Закавказье, Казахстане, Средней Азии. В России распространен по всей европейской части (кроме севера), на Урале, юге Сибири и Дальнего Востока (Амурская область, Хабаровский и Приморский края).

В лесной зоне вредитель имеет 1-1,5, в степной зоне - 2-3, в Закавказье и Средней Азии - до 4 поколений. Окукливание гусениц перезимовавшего поколения начинается при переходе среднесуточной температуры через 10°C и растягивается на севере ареала на месяц, на Украине - на 1,5-2 месяца. Массовое окукливание совпадает с цветением ранних сортов яблони. Лёт имаго весной происходит при температуре не ниже 16-17°C и наблюдается вскоре после цветения яблони, достигая максимума через 2-3 недели в период образования завязей. Бабочки после выхода из куколок нуждаются в капельной влаге. Вылет бабочек 2-го поколения начинается раньше, чем заканчивается лет 1-го поколения. Благодаря этому в природе встречаются одновременно все стадии развития вредителя. Бабочки активны после захода солнца в безветренную погоду. СЭТ для развития 1 генерации вредителя составляет свыше 500°. Развитие 2-го поколения возможно, если СЭТ достигнет указанной величины до 2 августа, после чего все гусеницы уходят в диапаузу. СЭТ для развития 2-х полных генераций равна 1000-1300°. Диапаузирующие гусеницы коконируются, как правило, под корой штамбов яблони.

Их основным кормовым растением являются дикие и культурные яблони; сильно вредит плодам груши и айвы, изредка косточковым - персику, абрикосу; гранату. В виде исключения

они встречаются на сливах и апельсинах. В южных районах является важным вредителем плодов грецкого ореха. Гусеницы минируют плоды, питаются семенами. Меры борьбы. Агротехнические: очистка штамбов и сучьев от старой коры, уборка растительных остатков, ошпаривание кипятком подпор и тары из-под яблок, перекопка почвы для уничтожения зимующих гусениц, сжигание мусора, негодных упаковочных материалов с садах, на платформах и в плодохранилищах; наложение ловчих поясов на штамбы в средней их части и на крупные сучья на их основание; просмотр ловчих поясов и уничтожение гусениц через каждые 10 дней; сбор падалицы с последующей ее вывозкой из сада. Биологические: выпуск в сады трихограммы, применение биопрепаратов. Химические: обработки инсектицидами в период выхода из яиц до внедрения в плод гусениц в очагах, заселенных вредителем.

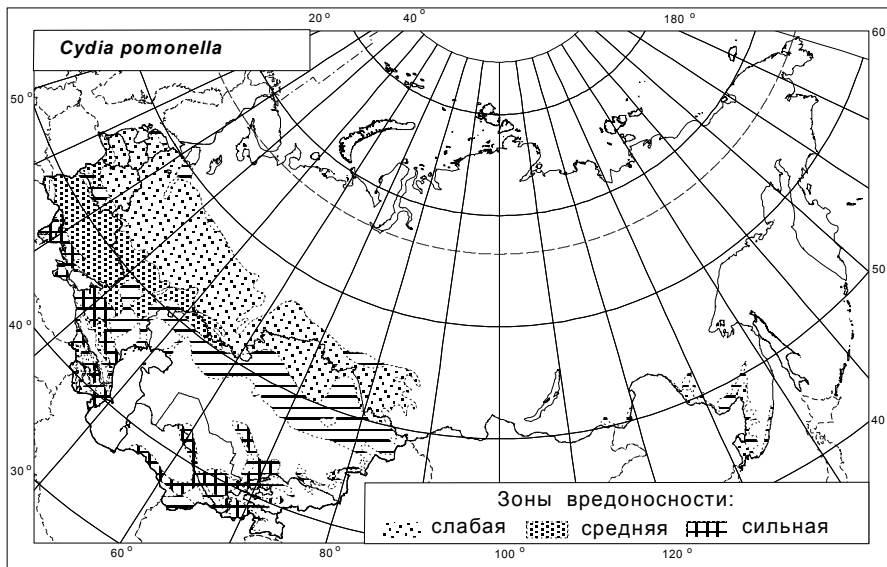


Рис. 4.24. Ареал и зоны вредоносности яблонной плодовой жорки в б.СССР (ареал показан горизонтальной штриховкой)

Для наиболее изученных вредителей установлено, что ошибка сигнализации по СЭТ достигает $\pm 30^\circ$, то есть нескольких дней (Васильев, Лифшиц, 1984). Уточнение срока и необходимости обработок против чешуекрылых проводят с помощью феромонных ловушек. Например, для первой обработки против гусениц яблонной плодовой жорки обычно необходима СЭТ 230°C . В первом поколении защита может потребоваться после

накопления СЭТ $= 130^\circ$ от начала лета бабочек или 60° - от середины массового лета бабочек. Во втором поколении - при СЭТ $= 100^\circ$ от начала массового лета бабочек в ловушки. Встроенная в KMS-P программа для подсчета СЭТ позволяла прогнозировать фенологию яблонной плодовой жорки, которая, как показали наблюдения, адекватно отражала действительную ситуацию в природных условиях. Так, в 1994 г. появление первых бабочек яблонной плодовой жорки весной, ожидавшееся при СЭТ $100-130^\circ$, произошло при СЭТ $= 132^\circ$, а их массовый лет наблюдался при СЭТ $= 196^\circ$, что также соответствовало экологическим требованиям вида. Выход гусениц первого поколения из плодов на окукливание был отмечен, как и предполагалось, при СЭТ $= 507^\circ\text{C}$. Использование одновременно метеорологического и феромониторинга наиболее точно прогнозирует развитие различных стадий и определяет сроки защитных мероприятий против яблонной плодовой жорки в саду (Медведева, 1984).

По количеству отловленных на феромонные ловушки бабочек сады картируют, разделяя их на три основные группы.

- отлов в течение недели не более 5 бабочек на ловушку в 1-м поколении и не более 10 во втором и третьем (низкая плотность вредителя);

- отлов 5-10 особей в 1-м поколении и 10-15 во втором и третьем (средняя плотность);

- отлов в течение недели 10 и более бабочек на ловушку в 1-м поколении и 15 и более во втором и третьем (высокая плотность плодовой жорки).

На участках первой группы нет опасности серьезных повреждений урожая яблонной плодовой жоркой. На участках со средней и высокой плотностью вредителя проводят защитные мероприятия в оптимальные сроки.

Основанием для отмены химических обработок против первой генерации может служить отлов менее 5 бабочек за неделю. Обработки против следующих генераций проводят при условии попадания в одну ловушку в среднем 3 и более бабочек за неделю. В связи с различным механизмом действия на насекомых химических, микробиологических, биологических средств и биологически активных веществ сроки их применения не совпадают. Данные по отлову бабочек, среднесуточные температуры и суммы эффективных температур используют при решении вопроса о сроках применения тех или иных средств защиты растений.

Срок проведения каждой обработки инсектицидами ши-

рокого спектра действия и микробиопрепаратами устанавливают по пороговому отлову самцов в ловушки (5 бабочек за неделю) и времени, необходимом для откладки яиц и эмбрионального развития: в первом поколении 8-10 дней, во втором - 5-6 дней. Приведенные показатели зависят от метеоусловий. Весной для сигнализации первой обработки следует ориентироваться на пороговую величину только с момента устойчивого повышения температуры воздуха в сумерки выше $+16^{\circ}\text{C}$, когда бабочки начинают откладывать яйца.

Имеются свои особенности мониторинга яблонной плодоярки при использовании бактериальных и вирусных биопрепаратов для борьбы с нею. Защитные мероприятия против яблонной плодоярки позволяют существенно снизить численность ее популяции, однако, в настоящее время для этой цели используются главным образом инсектициды. Из микробиологических препаратов для борьбы с вредителем рекомендованы бактериальные (дендробациллин, лепидоцид, битоксибациллин) и вирусные (вириин-ГЯП, карповирусин) биопрепараты, но их применение в настоящее время ограничено и незначительно. В последние годы становится очевидным, что в ряде случаев применение микробиологических средств для борьбы с яблонной плодояркой не только целесообразно, но и необходимо, в особенности тогда и там, где использование инсектицидов нежелательно или запрещено: в садах, расположенных вблизи населенных пунктов, рек, водоемов, на участках, продукция которых используется для приготовления детского питания, на приусадебных участках, в районах пасек, животноводческих ферм и т.п. Санитарно-гигиенический контроль вирусного препарата на листьях и плодах яблонь показал, что вирус гранулеза может сохраняться на растениях в течение одной-двух недель в зависимости от климатических условий, причем за этот период активность вируса по отношению к гусеницам плодоярки постепенно снижается на 15-30%, что необходимо учитывать при определении срока воздействия на отрождающихся гусениц и кратности обработок биопрепаратом. Возможна одновременная обработка яблонь вириин-ГЯП с применяемыми в садах фунгицидами и акарицидами в виде баковых смесей. Вторая и последующие обработки проводятся через 5-7 суток после первой и продолжаются до окончания лета бабочек. Динамика лета бабочек может успешно контролироваться при помощи аттрактантных ловушек, смена генераций хорошо учитывается при использовании ловчих поясов, поставленных на стволы яблонь.

В памяти KMS-P заложена специальная программа для сигнализации отрождения гусениц *листоверток* по минимальным и максимальным суточным температурам. Специальные наблюдения и расчеты показали, что эмбриональное развитие ряда видов листоверток проходит одинаково при равных метеорологических условиях (Grichanov et al., 1994). На практике с момента начала массового лета бабочек следует суммировать выдаваемый метеостанцией ежесуточно коэффициент "доля отродившихся гусениц". Необходимость обработки наступает при получении нарастающего итога 100%.

Применение метода дезориентации самцов яблонной плодоярки сигнализируют по отлову первых бабочек в феромонные ловушки. После обработки лет самцов в ловушки прекращается. Повторное применение метода необходимо при начале лета бабочек последующих поколений.

Момент опрыскивания сада регуляторами роста и развития, а также первого выпуска трихограммы, определяется без учета времени на эмбриональное развитие, то есть в период начала откладки яиц яблонной плодоярки. Этот срок определяется по пороговому отлову самцов (5 особей в ловушку за неделю) при условии подъема температуры воздуха в вечерние часы до 16°C и выше.

Технологию мониторинга болезней изложим на примере парши яблони.

Фитопатологический мониторинг болезней плодовых культур предполагает начинать работу со стадии сеянцев, отбирая для этой цели здоровые семена, выявляя семенную инфекцию с целью получения здорового посадочного материала, далее - уточнение зональных особенностей биологии фитопатогенов, в том числе и аэрогенной инфекции, динамики развития патогенов, количества генераций и мест зимовок.

Мониторинг парши яблони, прогноз ее развития в течение вегетационного периода и сигнализации защитных мероприятий тесно связаны с метеоусловиями конкретной местности и строятся на основе длительности и частоты выпадения осадков и длительности инкубационного периода гриба, зависящего от температуры. Среди защитных мероприятий от парши важное значение помимо правильного выбора срока опрыскивания имеет также выбор эффективного фунгицида и качество проведения опрыскивания.

Технология мониторинга парши яблони, разработанная для условий садов Приазовья, опирается на экспериментальные данные по динамике лета аскоспор гриба, срокам возник-

новения первичной и вторичной инфекции и длительности их инкубационных периодов, суммам эффективных температур для их прохождения, фенологии развития растений и степени их зараженности паршой с применением информационно-советующей программы, заложенной в память метеостанции. Использование автоматической агрометеостанции KMS-P явилось методически новым подходом к технологии мониторинга. В основу информационно-советующей системы прогноза парши положена таблица Миллса, в которой отражена зависимость между продолжительностью увлажнения листьев, средней температурой за этот период и ожидаемой зараженностью паршой.

Технология защиты яблони от парши предусматривает минимально четырехкратную обработку скором с нормой расхода 0.17-0.2 л/га: первую - в фазе "зеленого конуса", остальные - по показаниям KMS-P, которые зачастую совпадают (при наличии длительных дождей и туманов) с фенофазами "зеленый конус", "начало цветения", "конец цветения", "величина плода размером с лесной или грецкий орех". Последнее опрыскивание должно быть не позднее, чем за 20 дней до сбора урожая. При опрыскиваниях следует учитывать профилактический срок действия препарата, составляющий 10 - 14 дней.

Учет эффективности обработок против парши проводится по 5-балльной шкале (Федорова, 1977):

- 1 - поражение очень слабое, пораженная поверхность составляет до 5%,
- 2 - поражение слабое, пораженная поверхность составляет 6-15%,
- 3 - поражение среднее, пораженная поверхность составляет 16 -30%,
- 4 - поражение сильное, пораженная поверхность составляет 30 -50%,
- 5 - поражение очень сильное, пораженная поверхность составляет более 50%.

KMS-P следует включать при устойчивом переходе среднесуточной температуры через 0°C, так как с этого момента идет процесс созревания аскоспор - первичной инфекции парши. Первое защитное опрыскивание скором или контактным фунгицидом (купроксат, 34.5% с.п. или 3% бордоская жидкость) принято проводить при наличии зрелых желтовато-окрашенных двухклеточных аскоспор гриба, определяемых под микроскопом на увлажненных перезимовавших листьях

яблони, усыпанных микроскопическими плодовыми телами - перитециями, в фенофазу яблони "зеленый конус". Зрелость аскоспор можно также определить с помощью споролушек, простейшая из которых - клейкая лента на предметном стекле, выставляемая в сад под деревья на смоченные после дождей перезимовавшие листья.

Метеостанция KMS-P выдает на бумажном носителе, на дисплее и записывает на минидискете сигналы о сложившихся условиях, благоприятных для заражения яблони инфекцией - слабой, средней и сильной степени заражения. Но это не значит, что сад следует немедленно обработать. После сигнала о заражении болезнь находится в стадии инкубации, которая длится от 6 - 8 до 24 дней в зависимости от температуры или агрессивности расы гриба.

Практическая работа со станцией KMS-P в садоводческом хозяйстве "Виноградарь" в 1993-1995 гг. показала, что критические инфекционные периоды прибор регистрировал довольно часто - от 14 до 37 раз за сезон, из них от 3 до 18 раз создавались условия для сильного заражения. Некоторые из них зафиксированы в ранневесенний период до лета аскоспор или распускания почек, другие - во второй половине вегетационного сезона незадолго до или в период уборки урожая. В мае - июне критические периоды иногда регистрировались с интервалом в несколько дней, то есть по несколько раз за период действия препарата.

Считается, что сильные эпифитотии возникают в годы, когда до 15 июня наблюдается больше шести критических инфекционных периодов. В условиях 1993 г. за это время 9 раз создавались условия для сильного заражения; в условиях 1994 г. - 3 раза, а также 5 раз для среднего и 6 раз для слабого заражения. В соответствии с этими сигналами и фактическими сроками возникновения первичной (8 апреля 1994 г.) и вторичной (5 мая того же года) инфекции, выявлением инкубационного периода гриба местной географической популяции и учетом фенологии развития растений проводились защитные мероприятия в опытных и производственных садах (5 опрыскиваний) препаратами скор и альто. Первый сигнал о сильном заражении станция KMS-P зафиксировала 22 апреля 1994 г. Средняя температура воздуха составила 14°C, по таблице Миллса инкубационный период равен 12 дням, следовательно, 4 мая должна была появиться конидиальная стадия гриба. Обработка препаратом скор (0.17 л/га) была проведена 26 апреля приблизительно на середине инкубационного периода в фено-

фазу "порозовение бутонов". Следующий сигнал о сильном заражении был получен 10 и 11 мая. Опрыскивание проведено 11 мая (скор 0.2 л/га, фенофаза - массовое опадение лепестков). Срок действия препарата - 12 дней, следовательно 8 мая профилактическое и лечебное действие препарата закончилось и вторая обработка была проведена своевременно. 27 мая провели третье опрыскивание (скор 0.2 л/га), в этот день был сигнал метеостанции о средней степени заражения (фенофаза "образование завязей" - уязвимый момент для инфицирования растений). Следующий сигнал о слабой степени заражения был зарегистрирован 2 июня, то есть в период профилактического действия препарата. Четвертое производственное опрыскивание предполагалось профилактическим (9 июня, альто, 0.1 л/га, фенофаза "плоды с лесной орех") и оказалось преждевременным и ненужным, так как благоприятные условия для нового заражения сложились только 20 июня (слабая степень). Скорее лечебной, чем профилактической, оказалась обработка скором (0.2 л/га) с 25 по 29 июня (фенофаза "плоды с лесной орех").

Своевременное проведение защитных мероприятий сказалось положительно на сдерживании развития парши на плодах и листьях. Проведенные учеты пораженности паршой и развития болезни на летних, осенних и зимних промышленных сортах яблонь в "Виноградаре" показали, что степень пораженности зависит также от восприимчивости сортов, которая колебалась от 6 до 55%. Развитие болезни составляло от 0.5 до 26.3%. В контроле (без химической защиты) пораженность и развитие болезни составили соответственно 100 и 50.2%. Наиболее пораженными были летние сорта, наименее - зимние; практически иммунными к парше оказались сорта Прима и Присцилла.

Таким образом, для четкой сигнализации сроков опрыскиваний против парши яблони следует руководствоваться сведениями приборов, регистрирующих метеоусловия, фенофазами развития растения и возбудителя, степенью устойчивости сортов, характеристикой применяемого препарата. Скор и другие препараты на основе триазола наиболее предпочтительны при автоматизированном прогнозе парши, так как обладают лечебным (уничтожают возбудителя через 4 - 5 дней после заражения) и профилактическим действием (предотвращают заражение в течение 10 - 14 дней), а также эффективны против мучнистой росы (Колесова, 1993; Федулова, 1993). Последнее обстоятельство имеет важное значение пото-

му, что специальной системы краткосрочного прогноза мучнистой росы, пригодной для автоматизации, не существует.

Автоматические агрометеостанции с программами фитосанитарного прогноза стали обязательным элементом высоко развитого растениеводства во многих странах (Егураздова, Поляков, 1990). Показана их экономическая эффективность благодаря уточнению сроков и отмене лишних обработок. Внедрение АМС в России требует унификации и упрощения методов фитосанитарной диагностики и прогнозирования, разумеется, без ущерба для их достоверности. Предложенный подход к сигнализации проведения учетов вредителей с использованием АМС в конечном счете будет способствовать экологизации защиты растений. Мониторинг парши яблони с использованием информационно-советующих систем и автоматических метеостанций типа KMS-P обеспечит регистрацию общей фитосанитарной ситуации в садах, позволит рационально применять фунгициды на разных этапах развития болезни.

Роль феромонного мониторинга вредных видов чешуекрылых в системе фитосанитарного мониторинга в агробиоценозах (вместо заключения)

Фитосанитарный мониторинг является основой интегрированной защиты растений, т.е. системы мероприятий, направленной на уменьшение количества вредителя до хозяйственно неощутимого уровня и увеличение урожая, включающей рациональное сочетание средств защиты растений при сохранении основных механизмов биоценоза. Надежный контроль состояния вредителей и болезней возможен лишь при интеграции всех методов фитосанитарного мониторинга в единую систему. Интегрированный фитосанитарный мониторинг можно определить как систему наблюдений за вредными организмами и влияющими на них факторами окружающей среды, включающую методологию всех направлений диагностики, контроля и прогноза, программирования и планирования в защите растений в единое целое (Гричанов и др., 1997). Например, в садовых агроценозах применяются различные методы мониторинга: биологический, метеорологический и феромонный.

Биологический мониторинг состоит из системы наблюдений за динамикой популяций вредителей и их естественных врагов, которая дает информацию о конкретной фитосанитар-

ной ситуации на отдельных участках насаждений в определенный фенологический период.

Планируемая система мер борьбы на данный год составляется на основе зональной системы и годичного прогноза ожидаемой угрозы отдельных видов вредителей (Васильев, Лившиц, 1958, 1984). Полученные таким образом данные используются для составления прогнозов развития и динамики численности вредных чешуекрылых.

Сбор сведений о вредителях, их паразитах и болезнях и другие данные получают в результате систематических обследований плодовых культур, используя общепринятые методы: визуальный, отряхивание в энтомологический сачок, а также лабораторный анализ проб различных биологических единиц с растений – розеток, цветков, листьев и плодов (Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений, 1984; Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации, 1988).

По времени проведения обследования можно разделить на три группы: осенние, весенние и проводимые в вегетационный период (летние).

Задача осенних обследований – получить данные о зимующем запасе вредителей. На основе этих сведений разрабатываются прогнозы распространенности и численности вредных объектов на следующий год, намечаются возможные объемы защитных мероприятий. В осенний период используется визуальный метод учета. При данном методе проводится осмотр 100 учетных элементов (почек, соцветий, листьев или плодов) на отдельных модельных плодовых деревьях (по двадцать пять учетных элементов с четырех сторон яблони). Визуальный метод наиболее приемлем для учета вредных объектов на преимагинальных стадиях развития. Для снижения трудоемкости визуального метода специальными опытами (Рябчинская, 2002) была положительно оценена возможность снижения количества осматриваемых на дереве розеток до 50.

При весенних обследованиях необходимо оценить зимнюю смертность и уточнить годичный прогноз. Обычно их проводят в тех местах, где осенью отмечалась наиболее высокая численность вредных чешуекрылых.

Обследования в вегетационный период проводят с целью определения сроков развития вредителей, их численности, поврежденности плодовых культур, определения сроков и целесообразности проведения защитных мероприятий. Эти об-

следования наиболее разнообразны по методике выполнения, и их проводят несколько раз за сезон (Бичина, Талицкий, 1955; Бичина, Маркелова, 1957; Маркелова, 1957; Танский, 1988).

Таким образом, для эффективного мониторинга вредных чешуекрылых на плодовых культурах в годы существенного подъема их численности необходимо выполнение мероприятий, которые связаны друг с другом и проводятся в определенной последовательности. Во-первых, требуется сбор различной информации о вредителях, состоянии защищаемых культур, проведенных агротехнических мероприятиях, метеорологических условиях в течение года. Во-вторых, на основе полученной информации разрабатываются прогнозы различной заблаговременности, осуществляется сигнализация сроков борьбы. Полученные данные используются также для определения технической, хозяйственной и экономической эффективности мероприятий по защите растений.

Однако учеты численности вредных чешуекрылых, в особенности листоверток на разных стадиях развития часто вызывают различные сложности, в частности, из-за скрытого образа жизни вредящей стадии, проблем с определением видов, трудностями с поисками яйцекладок вредителей. Визуальные учеты листоверток трудоемки и длительны, зачастую недостоверны, поэтому получение данных для разработки прогнозов целесообразно проводить с использованием феромонного мониторинга.

Метеорологический мониторинг. В течение вегетационного сезона необходимо контролировать фенологию разных сортов яблони и изменение погодных условий с целью прогнозирования развития вредителей и болезней и определения сроков проведения химических обработок. Метеонаблюдения проводятся с помощью автоматических агрометеостанций (АМС), а в случае их отсутствия – на основании сведений от ближайшей штатной государственной метеостанции.

Из литературных источников (Ефимова и др., 1995) известно, что первые приборы для автоматической регистрации локальных погодных условий в саду начали разрабатываться в начале 70-х годов в США. С конца 1980-х гг. АМС с программами фитосанитарного прогноза стали обязательным элементом высокоразвитого растениеводства во многих странах (Егураздова, Поляков, 1990). Показана их экономическая эффективность благодаря уточнению сроков и отмене лишних обработок против вредителей и болезней яблони (Гричанов и др., 1997). На основе измеряемых каждые 15 минут метеодан-

ных в автоматизированном режиме сигнализируются степень и период заражения паршой яблони, процент отрождения гусениц сетчатой листовёртки и фенофазы развития яблонной плодовой гнили (Гричанов, 1994; Гричанов, 1995). Преимуществами АМС перед государственными метеостанциями являются более полный и разнообразный учет местных погодных условий и оперативность получения итоговой информации специалистами хозяйств (Гричанов и др., 1997).

Одной из отечественных разработок в области систем автоматизированного прогноза является информационно-советующая система агрометеоролога (ИССА) "Элагр", созданная во Всероссийском НИИ метеорологии В.В. Вольвачем (Каширская, 2001). Данная система осуществляет автоматический мониторинг окружающей среды по основным агрометеорологическим параметрам: температура воздуха и почвы, относительная влажность воздуха, длительность росы и сумма жидких осадков. Прибор представляет собой малогабаритную, миниэнергопотребляющую станцию, снабженную постоянной или сменной памятью, в которую заносятся прикладные модели развития заболеваний или вредителей плодовых. Объем памяти позволяет вводить в комплекс до 10 программ расчетных алгоритмов, в частности для прогнозирования сроков развития плодовой гнили, листовёрток, минирующей моли, клещей, парши яблони и других фитопатогенов. В частности, для яблонной плодовой гнили система сигнализирует следующие фазы: возобновления жизнедеятельности зимней генерации, откладка яиц бабочками, отрождения гусениц, выход гусениц (начало окукливания), вылет бабочек и т.д. Наиболее важными с практической точки зрения являются наиболее уязвимые фазы вредителя – откладка яиц и отрождение гусениц. Данный прибор работает как в автоматическом режиме, так и по запросу оператора. Он прост в обращении и надежен в работе, что позволяет рекомендовать его для использования в промышленном садоводстве (Каширская, 2001).

Феромонный мониторинг. Одно из характерных свойств насекомых – необычайно тонкое обоняние. Ориентация по пахучему стимулу, или ольфакторная реакция, является процессом передачи информации. Биологически активные вещества, продуцируемые насекомыми и выделяемые в окружающую среду для воздействия на другие особи называются феромонами (от греческих слов "pherein" – нести и "horman" – возбуждать, стимулировать). Именно потому, что обостренная чувствительность к запахам жизненно необходима для многих

насекомых, имеется возможность использовать феромоны в качестве приманки в ловушках для уничтожения насекомых или же для подавления у них способности к нормальному размножению (Буров, Сазонов, 1987). Феромоны вырабатываются экзокринными железами. В этом их отличие от собственно гормонов, являющихся продуктами внутренней секреции.

Кроме **половых** известны также **агрегационные феромоны**, например, для насекомых из отряда Coleoptera, вырабатываемые только одним полом: самками *Scolytus quadrispinosus* и др. или самцами *Ips confusus* (Джекобсон, 1976) и вызывающие концентрацию популяций с целью спаривания и питания (Ritter, Person, 1975).

С помощью **феромонов тревоги** общественные насекомые (пчелы, муравьи, тли и др.) способны узнавать об опасности и мигрировать из зоны распространения вещества (Brown et al., 1970). Посредством **следовых феромонов** насекомые (муравьи и термиты) отмечают путь своего следования с целью поиска пищи. **Феромоны социального опознавания и регулирования** у перепончатокрылых (пчел и др.) играют роль в контроле размножения в рамках колонии или семьи (Butler, 1970).

Исторически сложилось так, что идентификация первого феромона в царстве животных была проведена на чешуекрылых: лауреат Нобелевской премии Бутенанд в 1959 г. определил химическую структуру вещества, выделяемого самками тутового шелкопряда. Это послужило сильным толчком для дальнейших исследований хемокоммуникации, а чешуекрылые в этой проблематике заняли место, подобное месту дрозофил в генетике (Буда, 1997). Отечественные исследования по применению феромонов насекомых были начаты энтомологами в середине 60-х годов с изучения поведения полов отдельных видов насекомых, познания закономерностей выделения и восприятия феромонных сигналов. В 70-80-х годах крупные химические институты СССР наладили массовое производство продуктов первичного синтеза и аналогов синтетических половых аттрактантов.

Первые в Советском Союзе работы по применению биологически активных веществ, а именно, синтетических половых феромонов, появились в семидесятые годы (Пятнова, 1979; Ковалев, 1979; Рошка, 1980; Лебедева, 1983; Яцынин, 1989). Известно, что к 1985 г. из 475 идентифицированных природных композиций видов из отряда Lepidoptera нашли практическое применение 81 синтетический половой аттрактант (Шумаков, 1986). К концу 80-х годов стали известны феромо-

ны уже более чем для 1000 видов насекомых (Скиркиявичюс, 1988), из которых препараты для 50 видов были синтезированы в Советском Союзе (Сазонов, 1988). В эти годы в нашей стране развернулись широкие исследования по синтезу феромонов и разработке различных приемов их практического использования в защите сельскохозяйственных культур от вредителей. Именно тогда разрабатывались программы включения их в биологические системы защиты растений (Буров и др., 1986; Буров, Сазонов, 1986).

Многие исследователи феромонов насекомых уделяли большое внимание проблеме **видоспецифичности** (или селективности) аттрактивных препаратов. Известно, что природные половые феромоны, как правило, высокоспецифичны. Напротив, синтетическими половыми аттрактантами привлекаются и другие виды насекомых. Например, в работах отечественных и зарубежных исследователей приводятся многочисленные примеры привлечения кодлемоном, кроме яблонной плодовой, "посторонних" видов. Так, в Англии и Финляндии в ловушках для яблонной плодовой зарегистрировано 9 видов чешуекрылых (Alford, 1978; Heikinheimo, 1978; цит. по Chambon, Biewer, 1978), во Франции их количество достигало 13 (Chambon, Biewer, 1978). Данные отечественных исследователей в разных регионах нашей страны показали, что на кодлемон, кроме целевого вида, прилетают самцы не менее пяти видов бабочек (Сумарока и др., 1981). В прибалтийских странах отмечено 20 "посторонних" видов, привлекаемых феромоном яблонной плодовой, относящихся к 5 семействам: *Argyresthiidae*, *Gracillariidae*, *Gelechiidae*, *Tortricidae* и *Geometridae* (Буда, 1984). Феромон восточной плодовой цис-8-додецен-1-илацетат, идентифицированный в 1969 г. в США, кроме целевого вида привлекал самцов сливовой плодовой *Grapholita funebrana* Tr. (Carde, 1979), а также *Grapholita lobarzewskii* N. и *Grapholita packardii* (Gentry, 1974). Эти примеры свидетельствуют о том, что СПА не являются абсолютно видоспецифичными. Однако, вопрос о степени их специфичности остается до сих пор неясным, хотя представляет интерес для понимания взаимодействия коммуникативных систем разных видов, а также в связи с дальнейшей перспективой использования синтетических половых аттрактантов в практике защиты растений (Золотарь, 1981; Иванова, Митусова, 1985). В практике защиты растений важно учитывать, что синтетические половые аттрактанты чешуекрылых многокомпонентны, причем, каждый из компонентов играет определен-

ную роль в процессе встречи полов (Roelofs, 1976; Silverstein, Young, 1976). Например, у яблонной плодовой предполагается до тринадцати компонентов в феромоне (см. ниже). Многокомпонентность рассматривается с точки зрения действия её как средства межвидовой изоляции. Для своего вида они могут быть синергистами, а для другого – ингибиторами реакции. Любые изменения молекул феромонов, как правило, ведут к снижению биологической активности веществ или к полному ее исчезновению, что имеет значение при синтезе аттрактантов (Кондратьев и др., 1978).

В природных условиях работами ряда авторов отмечено привлечение самцов самками не только своего, но и других видов, но при этом никогда не наблюдалось межвидового спаривания (Буда, 1985; David, Birch, 1989; Миняйло и др., 1985; Осецкимский, 1988). Как правило, виды с идентичной структурой феромона отличаются разными местами обитания, образом жизни или принадлежат к различным систематическим группам (Сафонкин, Булеза, 1988).

Из литературных источников известно, что **репродуктивную изоляцию** видов обеспечивает наличие «минорных» компонентов феромонов, т.е. веществ, находящихся в очень малых количествах (до 10% от количества основного компонента), а также разное их соотношение. Они могут усиливать активность основного компонента для своего вида (синергизм) или ингибировать привлечение другого вида. Особая роль в химической изоляции видов отводится вторичным компонентам феромонов (Roelofs, Comeau, 1969; Roelofs, Carde, 1974; Frerot et al., 1979). Способ изоляции с помощью минорных компонентов существует не только у таксономически отдаленных видов, но и у одного и того же вида, обитающего в разных климатических районах; так, общеизвестен пример исследований на кукурузном мотыльке (Klun, Maini, 1979; Фролов, 1987; Dorman et al., 2004).

Следовательно, при исследовании феромонов необходимо учитывать зависимость состава феромона от географического обитания и структуры популяции (Лебедева и др., 1984). К основным факторам репродуктивной изоляции следует отнести выделение самками двух видов идентичного феромона с разным соотношением компонентов (Roelofs, 1977) и различия в суточных ритмах половой активности (Миняйло, Миняйло, 1978; Sato, Tamaki, 1977).

Таким образом, успехи в области идентификации и синтеза половых феромонов явились основой для перехода к ис-

пользованию их в управлении численностью вредных насекомых (Розинская, 1982).

Синтетические половые аттрактанты относятся к классу малотоксичных для теплокровных организмов препаратов (ЛД₅₀ – от 4,5 до 15,5 г и выше на 1 кг веса), поэтому большинство из них гигиенически неопасны. Они обладают высокой скоростью деградации в окружающей среде и имеют достаточно высокий уровень селективности. Проверка некоторых уже используемых за рубежом феромонов на их токсическое действие по отношению к теплокровным животным подтвердила безвредность этих веществ. Токсичность феромонов для крыс при оральном введении колеблется от 2000 до 34000 мг на 1 кг веса. Для кроликов при нанесении на кожные покровы она составляет 2000–5000 мг, а предел, не оказывающий влияния при вдыхании паров феромонов – от 6 до 120 мг/л (Рукавишников, 1979; Мыттус, Гранат, 1983).

В практических целях наиболее широко используются **синтетические половые аттрактанты (СПА)** – соединения, вызывающие направленное движение особей определенного пола к источнику запаха. (Емельянов, Мыттус, 1987). Полимерные материалы – носители СПА в виде таблеток, трубок, капсул и т.п. называют в научной литературе диспенсерами, или препаративными формами СПА.

Общий принцип действия синтетических половых аттрактантов на популяции вредных видов насекомых заключается в том, что аттрактивность их для самцов целевого вида соизмерима с популяционно-видовой нормой реакции на естественный феромон самок. Синтетические аналоги данных биологически активных веществ, помещенные в агроценоз, на конкурентных началах включаются в природную систему феромонной коммуникации, а степень воздействия их на популяции определенного вида зависит от комплекса факторов абиотической и биотической природы (Beroza, 1977; Буров и др., 1981; Войняк, 1991; Рябчинская, 2002).

Синтетические половые аттрактанты насекомых используются для изучения их биологии и физиологии, а также для управления поведением хозяйственно важных видов как вредных, так и полезных насекомых. Высокая избирательность действия половых аттрактантов полностью исключает возможность нежелательных воздействий на другие компоненты биоценоза в зоне их применения (Быховец и др., 1980). Половые аттрактанты характеризуются высоким уровнем биологической активности, что очень важно при практическом приме-

нении, так как позволяет использовать минимальное количество вещества для обнаружения и регулирования численности вредной популяции.

Многие из основных компонентов синтетических половых аттрактантов подробно изучены с точки зрения зависимости поведенческих функций насекомых от их отдельных компонентов и нашли широкое практическое применение. Вследствие чрезвычайно большого числа видов насекомых вообще и чешуекрылых в частности, **обнаружение новых феромонных комбинаций** продолжает оставаться самым плодотворным направлением химической экологии. В подавляющем большинстве случаев составы половых аттрактантов были описаны в результате широкого полевого скрининга (Булыгинская и др., 1999).

Полевой скрининг аттрактантов насекомых проводится с учетом знаний о наличии и встречаемости тех или иных компонентов феромонов в различных таксонах. Оказалось, что известный набор веществ, образующих феромонные смеси изученных видов чешуекрылых, представлен достаточно ограниченным числом соединений. Это значит, что уже известные феромонные композиции для одних видов, будучи размещенными в неспецифических условиях (например, в несвойственных станциях обитания или за пределами ареалов распространения), могут привлекать другие виды, не обязательно близкородственные с таксономической точки зрения (Булыгинская и др., 1999).

Применение половых аттрактантов в системе общих мероприятий по защите растений приобретает все большее значение, поскольку оно соответствует требованиям, предъявляемым к мероприятиям по борьбе с вредными насекомыми в связи с охраной биосферы (Быховец и др., 1981). Одним из главных направлений практического использования синтетических половых аттрактантов, согласно многочисленным исследованиям, является многофункциональный мониторинг. Их можно применять для обнаружения очагов вредных видов и выявления их ареалов, для надзора за популяциями вредителей, картирования территории, определения степени заселенности площадей тем или иным вредителем, установления оптимальных сроков проведения истребительных мероприятий (Джекобсон, 1976).

Непосредственное регулирование численности вредных видов насекомых достигается путем создания самцового вакуума и методом дезориентации. Эти приемы, применяемые в

защите растений позволяют не только снизить плотность вредителей и уменьшить причиняемый ими вред, но, в первую очередь, повысить плотность популяций видов полезной энтомофауны в агроэкосистеме (Джекобсон, 1976). Результативность этих методов тем выше, чем ниже компенсаторные репродуктивные возможности популяции. Так, чем более изрежена популяция, тем большее значение в ней для встречи особей разного пола приобретают феромонная коммуникация. И именно в разреженных популяциях эффективность использования феромонов в качестве средств борьбы оказалась наиболее высокой (Рябчинская, 2002). Однако, специальными исследованиями (Войняк, 1991; Емельянов, Булыгинская, 1999) установлена эффективность этого метода и при средних уровнях плотности популяции яблонной плодовой жоржки, в особенности при проведении экспериментов на больших площадях. Практически единственным способом сигнализации для применения массового вылова и дезориентации, а также приема «привлечь и уничтожить» (attract and kill; Пятнова, 2002) является феромонный мониторинг имаго вредных видов. Большие работы в этом направлении проводятся с вредителями сада, в частности, с такими опасными и наиболее распространенными вредителями плодовых насаждений, как яблонная плодовая жоржка и садовые листовертки, обычная поврежденность плодов которыми составляет 10-12%, а в годы их массового размножения – до 50-70% (Петрушова, 1976). Так, изучение динамики развития популяции яблонной плодовой жоржки с помощью феромонных ловушек и при использовании ловчих поясов в Болгарии дало одинаковые результаты (Господинов, 1987).

Эффективность половых ловушек зависит от: плотности и расположения популяции вредителя, поведения насекомых, количества ловушек на единицу площади, типа ловушек, концентрации феромона в ловушке (Войняк, 1981; Войняк 1991; Колесова, Рябчинская, 1981, 1986). В России и других странах бывшего СССР обычно применяли бумажные и пластиковые ловушки с треугольным сечением (полые трехгранные призмы) конструкции Атракон А. За рубежом использовались также иные типы ловушек. Так, например, в Канаде для яблонной плодовой жоржки наиболее эффективными были ловушки Ферокон IC и Сектар IC, а также цилиндрические ловушки (Paradis et al., 1979), в Швейцарии – ловушки Стандарт с горизонтальным полукруглым отверстием и тарелковидные ловушки Феротрап ICP (Charmillot et al., 1975).

Эффективность работы ловушки зависит от высоты ее

размещения. Многочисленными исследованиями установлено, что наибольшее количество самцов яблонной плодовой жоржки отлавливается на ловушки, размещенные в верхней части кроны (Riedl et. al., 1979; Богданова и др., 1980; Миняйло и др., 1981). По данным Т.А. Рябчинской (2002), чаще всего отлов бабочек садовых листоверток достигал максимума в средней части кроны, и только розанная листовертка отлавливалась в большом количестве в ее нижней части.

Следовательно, при использовании СПА возможна разработка таких приемов воздействия на популяции насекомых, которые исключают многие отрицательные явления, сопутствующие широкому применению пестицидов. Одно из перспективных направлений практического применения феромонов, которое не представляет какой-либо опасности для окружающей среды – это **феромонный мониторинг**.

Половые аттрактанты используются для надзора за распространением и развитием вредных чешуекрылых и определения плотности их популяции. Отлов самцов ловушками с феромоном часто коррелирует с откладкой яиц самками. Если сравнить точность определения начала вылета и активности лета с помощью феромонных ловушек и точность визуальных учетов, то предпочтение следует отдать первым, поскольку визуальные учеты являются трудоемким методом и обнаруживают лишь незначительную часть фактического количества преимагинальных фаз насекомых.

Например, видовое разнообразие листоверток, ацикличность развития, непредсказуемость массового размножения создают трудности при прогнозировании их численности и определении сроков истребительных мероприятий по яйцам и младшим возрастам гусениц. В связи с трудоемкостью учетов вредящей стадии листоверток синтетические половые аттрактанты можно рассматривать как универсальное средство для изучения некоторых особенностей биологии вредных чешуекрылых и мониторинга их численности (Емельянов и др., 2002).

Применяя феромонные ловушки, можно установить дату спаривания и первой откладки яиц на основании отловов первых бабочек. Затем вычисляется число дней, необходимое для эмбрионального развития и выхода гусениц. Точное установление даты начала отрождения гусениц обеспечивает своевременное проведение химических обработок против имаго вредных чешуекрылых в оптимальные сроки. Это позволяет значительно повысить эффективность опрыскиваний.

Появилась возможность более глубокого изучения неко-

торых сторон биологии вредителей, которые важно учитывать при создании экологически обоснованной системы защиты плодового сада. Феромонный контроль позволил исследовать вопрос о синхронности циклов развития разных видов листоверток в Северо-западном регионе России, в том числе розанной, плодовой изменчивой, ивовой кривоусой, всеядной, сетчатой и яблонной плодовой, являющейся важнейшим целевым объектом в системе защитных мероприятий яблоневого сада. Одним из способов борьбы с вредителями является применение инсектицидов в период массового лёта бабочек листоверток, который устанавливается при помощи феромонных ловушек. В данном случае целесообразно совмещение обработок против гусениц яблонной плодовой и бабочек листоверток (Емельянов и др., 2002).

Следовательно, для успешного регулирования численности вредных чешуекрылых в период массовых размножений необходим феромонный мониторинг плотности их популяции в течение вегетационного периода. Результаты мониторинга позволяют определить относительную численность вредителей, выявить период, оптимальный для проведения защитных мероприятий и могут быть использованы для прогнозирования численности этого вида в предстоящем сезоне. Система надзора за численностью насекомых с помощью феромонов – один из наиболее эффективных путей надежной и заблаговременной оценки фитосанитарной ситуации и планирования защитных мероприятий (Иванова и др., 1982; Приставко, 1990; Сторчевая, 2002).

Для яблонной плодовой практически во всех методических указаниях для всех географических зон рекомендуется использовать феромонный мониторинг. Несмотря на резкое сокращение поставок в Россию феромонных ловушек из Эстонии и Молдавии в 1990-е гг., большинство крупных садоводческих хозяйств применяют для мониторинга этого вида половые аттрактанты производства, главным образом, ВНИИБЗР (Краснодар) и Щелковского филиала ВНИИХСЗР (Пятнова, 2002; Исмаилов, Надыкта, 2002). Это объясняется увеличившейся вредоносностью вида в последнее десятилетие.

Важнейшее значение имеет установление корреляционной зависимости между числом отловленных ловушками самцов яблонной плодовой и процентом поврежденности плодов. К сожалению, исследования такого рода для этого вредителя немногочисленны и противоречивы. По разным литературным источникам, рекомендованные пороги экономической

вредоносности по имаго (от 3 до 10 самцов в секс-ловушку за неделю) имеют ориентировочный характер. В последние годы накапливаются данные, что он носит комплексный характер и зависит от географической зоны, погодных условий, поколения вредителя и других факторов (Болдырев, 1981; Колесова, Рябчинская, 1982; Тертышный, 1989; Гричанов и др., 1997; Колесова, Чмырь, 2000; Кладь, Праля, 2000; Овсянникова, Гричанов, 2002; и др.). Так, Д.А.Колесова и Т.А.Рябчинская (1982) для Воронежской области рекомендуют ЭПВ для первого поколения 5 самцов на ловушку за неделю и 3,4 самца для второго поколения, Б. Фрайер с соавторами (1989) для условий Германии – соответственно 10 и 5 самцов за 3-4 дня. В Румынии сигналом к обработке против первого поколения вредителя является 20 самцов на ловушку при СЭТ 250°. Необходимость проведения двух обработок обуславливается отловом при таких же температурных условиях от 20 до 40 самцов на ловушку (Якоб и др., 1985). М.И.Болдырев (1981) считает, что в ЦЧО и Среднем Поволжье при отлове в среднем на 1 ловушку не более 6 самцов обработка не нужна, при вылове 7-11 бабочек на ловушку необходимо проводить одно опрыскивание инсектицидом, при наличии 12-22 бабочек – требуется одна-две химические обработки, причем в холодные влажные годы (когда 2-е поколение вредителя практически не развивается) при отлове до 15 самцов автор предлагает замену химических препаратов биологическими средствами; отлов более 22 бабочек может потребовать уже 2-3 обработок инсектицидами.

Аномальные погодные условия, а именно возврат холодов в период цветения яблони, засухи или переизбыток увлажнения, а также сверхвысокие летние температуры воздуха и различные их сочетания отрицательно влияют на развитие вредных чешуекрылых. Так, по сведениям Т.А. Рябчинской (2002), в 2000 г. очень низкая влажность воздуха в период лёта бабочек и откладки яиц яблонной плодовой летнего поколения вызвала резкое снижение ее вредоносности в садах с хорошим урожаем яблок даже при отсутствии защитных обработок, несмотря на численность бабочек 20-30 экз./ловушку. По мнению автора, высокие температуры воздуха в сочетании с низкой относительной влажностью могли вызвать гибель яйцепродукции бабочек из-за избыточного испарения внутриклеточной влаги. Т.И. Бичиной и Е.М. Маркеловой (1957) также было отмечено подобное явление, когда в условиях пониженной до 30% влажности воздуха у листоверток в 2 раза упала плодовитость, причем часть бабочек погибала с недоразвитой

яйцепродукцией.

Управление **комплексом биотических факторов**, регулирующих относительное биологическое равновесие в агроценозе, является задачей биологической, интегрированной и экологизированной систем защиты растений (Рябчинская, 2002).

Одним из основных элементов интегрированной защиты является изучение негативных побочных эффектов в плодовых насаждениях, вызываемых применением химических средств борьбы по обычным схемам. Необходимо придавать большее значение усилению активности зоофагов внутри агроценозов, которые естественным образом способствуют снижению плотности популяций вредных организмов и, в частности, вредных чешуекрылых (Толстова, Атанов, 1982, 1985; Байку, 1993). По литературным сведениям (Зерова и др., 1990) основную роль в ограничении численности садовых листоверток играют представители отрядов Hymenoptera и Diptera (около 250 видов). Согласно данным Т.А. Рябчинской (2002), в энтомоценозе яблоневого сада, особенно в части садовых листоверток, ежегодно происходят определенные качественные и количественные изменения. Из 10 и более видов этой группы в каждом конкретном саду доминируют 1-3 вида. Периодически происходит смена доминирующих представителей этого семейства чешуекрылых. Так, автор доказывает на конкретных примерах, что в большинстве кварталов плодосовхоза "Новоусманский" в 1991 г. преобладала сетчатая листовертка, а в 1992 г. наблюдалось резкое нарастание численности ивовой кривоусой листовертки. В 1993 г. при резком снижении ее численности произошла замена освободившейся экологической ниши розанной листоверткой. Изменения, происходящие в популяциях насекомых-фитофагов агроценоза, вызывают соответствующие изменения и в комплексе энтомофагов, трофически связанных с этими видами. Так, при смене доминирующего вида листоверток в агроценозе наблюдалось снижение численности всего комплекса паразитов, в результате чего зараженность листоверток снизилась с 72,5 до 5,9%.

Как отмечают В.Я. Исмаилов с соавторами (2002), в настоящее время открыты новые возможности использования феромонов для повышения регулирующей роли энтомофагов, привлечения их в заселенные вредителями поля и сады. Так, размещение феромонных ловушек хлопковой совки на посадках томатов и болгарского перца в 3 раза повысило численность наездников *Habrobracon hebetor* и *Hyposoter didumator* и на 12-18% увеличило численность зараженных гусениц. В яб-

лоневых садах при уплотненном расположении приманок с феромоном калифорнийской щитовки удалось увеличить паразитирование вредителя проспальтеллой с 1-3 до 23%. При этом отмечено увеличение численности хилокорусов в 2-7 раз (Коваленков, Исмаилов, Тюрин, 2000).

Преимуществом феромонного мониторинга перед другими методами мониторинга является вылов целевого вида даже при низкой численности популяции. Следует отметить, что феромониторинг важен в годы нарастания численности вредителя и определения его миграции с сопредельных территорий. С помощью ловушек могут быть установлены новые участки расселения насекомых на ранней стадии, спрогнозирована динамика развития популяции, определено распределение насекомых по заселенному участку (Пятнова, 2002).

В заключение следует еще раз отметить, что феромониторинг популяций вредных чешуекрылых является важным элементом современной интегрированной защиты с.-х. культур от вредителей. Использование половых аттрактантов в качестве средств мониторинга позволяет быстро и с высокой степенью точности определять раннее появление вредных чешуекрылых и устанавливать критические уровни их численности для прогнозирования оптимальных сроков обработок.

Использование феромонных ловушек повышает эффективность защитных мероприятий и ведет к сокращению объемов применения средств борьбы в 2-3 раза. Вместе с тем, продолжают исследования, направленные на повышение эффективности СПА в качестве средств мониторинга чешуекрылых в разных почвенно-климатических зонах и усовершенствование методики фитосанитарного мониторинга численности вредных чешуекрылых агробиоценозов в различных регионах России и за рубежом на основе новых аттрактантных композиций и диспенсеров.

Литература

Ажбенов В.К. Сроки обследования и проведения защитных мероприятий в борьбе с серой зерновой совкой (рекомендации). - Алма-Ата: Кайнар, 1988. - 28 с.

Алехин В.Т., Березников Г.А., Бурова Н.М. и др. Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации. - Воронеж: ВНИИЗР, 1988. - 333 с.

Алимухамедов С.Н., Ходжаев Ш.Т., Кучкарова Н.Г., Верба Г.Г., Абдувахабов А.А. Повышение эффективности применения энтомофагов против хлопковой совки путем использования полового феромона // Докл. АН УзССР. 1987. № 7. С. 44-45.

Анисимов А.И., Булыгинская М.А. Генетический метод борьбы с вредными насекомыми в ВИЗР // Сб. науч. тр. - Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1999. Т. 99. С. 187-200.

Байку Т. Интегрированная защита плодовых садов в странах ВПС МОББ // Информ. бюл. ВПС МОББ. 1993. № 29. С. 7-21.

Бичина Т.И., Маркелова Е.М. Садовые листовертки. - М., 1957. - 74 с.

Бичина Т.И., Талицкий В.И. Листовертки - вредители садов - Кишинев, 1955. - 82 с.

Богданова Т.П., Филимонов Г.И., Химерик С.Г. Факторы, влияющие на вылов самцов яблонной плодовой совки феромонными ловушками // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1980. № 5. С. 127-131.

Болдырев М.И. Краткосрочное прогнозирование развития яблонной плодовой совки // Защита растений. 1981. №7. С. 41-43.

Болдырев М.И. Краткосрочное прогнозирование развития яблонной плодовой совки // Защита растений. 1981. № 5. С. 38-39

Болдырев М.И. Роль температурных условий и фотопериодизма в сезонном развитии яблонной плодовой совки // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве: Сб. докл. - Т. 1. - Мичуринск, 1998. С. 123-126.

Боярский А.Я., Громыко Г.Л. Корреляция рядов динамики // Общая теория статистики. М., 1985. С. 217-226.

Буда В.Г. Особенности феромонной коммуникации яблонной плодовой совки *Laspeyresia pomonella* L.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М., 1981. - 16 с.

Буда В.Г. Двигательная активность бабочек яблонной плодовой совки при разной скорости ветра // Acta entomol. Lituanica. 1984. Т. 7. С.40-45.

Буда В.Г. О специфичности феромона бабочек яблонной плодовой совки // Матер. Всесоюз. совещ. - Томск, 1985. С. 38-40.

Буда В.Г. Современные тенденции в исследованиях химической коммуникации // Проблемы химической коммуникации животных. М., 1991. С. 167-181.

Буда В.Г. Хемокоммуникация чешуекрылых (биологические, экологические и химические аспекты): Габилитационная работа. Естествен. науки: биол., экология. - Вильнюс: Ин-т экологии Литовск. Республ., 1997. - 162 с.

Букзеева О.Н., Васильев С.В. Методические указания по учету и прогнозу развития и вредности капустной совки, сигнализации сроков и планирования объемов проведения защитных мероприятий. Л.:

Всесоюз. НИИ защиты растений. 1987. - 41 с.

Булеза В.В. Хлопковая совка (*Heliothis armigera*) в Закарпатской области // Зоол. журн. 1989. Т. 68, № 5. С. 142-145.

Булеза В.В., Мыттус Э.Р., Ковалева А.С. и др. Лет самцов хлопковой совки *Helicoverpa armigera* на компоненты полового феромона // Докл. АН СССР. 1983. Т. 272, № 1. С. 244-247.

Булеза В.В., Сафонкин А.Р., Мыттус Э.Р., Лаанмаа М.К. Половые аттрактанты листоверток - вредителей сада // Химическая коммуникация животных. М., 1986. С. 57-64.

Булыгинская М.А. Стерилизация насекомых в природных условиях с помощью ловушек с феромоном // Пробл. практ. применения феромонов в защите с.-х. культур: Тез. докл. научно-метод. совещ., Тарту. - Тарту: Тартус. гос. ун-т, 1981. С. 99-102.

Булыгинская М.А., Буров В.Н., Гричанов И.Я. и др. Рекомендации по практическому применению полового феромона хлопковой совки в интегрированной защите хлопчатника. - М.: Агропромиздат, 1987. - 16 с.

Булыгинская М.А., Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. и др. Полевой скрининг половых аттрактантов для чешуекрылых (Lepidoptera), обитающих в северо-западном регионе России // Зоол. журн. 1999. Т. 78, № 10. С. 1179-1183.

Булыгинская М.А., Порсаев М.М., Гричанов И.Я. Сезонный прогноз численности хлопковой совки с помощью феромонных ловушек. - Теория, методы и технология фитосанитарной диагностики: Сб. науч. тр. - Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1993. С. 60-70.

Буров В.Н., Сметник А.И., Шумаков А.Е., Петрушова Н.И. Использование биологически активных веществ // Интегрированная защита растений. М., 1981. С.188-278.

Буров В.Н., Сазонов А.П. Феромоны и регуляторы роста и развития насекомых в интегрированной защите растений // Экологические основы предотвращения потерь урожая от вредителей, болезней и сорняков: Сб. науч. тр. - Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1986. С. 50-55.

Буров В.Н., Сазонов А.П., Анисимов А.И., Сметник А.И. Перспективные методы // Защита растений. 1986. №1. С. 23-26.

Буров В.Н., Сазонов А.П. Биологически активные вещества в защите растений - М.: Агропромиздат, 1987. - 199 с.

Буров В.Н., Сазонов А.П. (ред.) Феромоны насекомых и разработка путей их практического использования. Сб. науч. тр.- Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1988. - 134 с.

Быховец А.И., Сумарока А.Ф., Золотарь Р.М. Испытание ловушек с синтетическими половыми феромонами для надзора за яблонной плодовой совкой // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1981. № 6. С. 121-126.

Быховец А.И., Сумарока А.Ф., Золотарь Р.М. и др. Использование новых методов в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур: Обзор. информ. Бел. НИИТЭИСХ. - Минск, 1980. - 37 с.

Васильев В.П., Лившиц И.З. Вредители плодовых культур.- М.: Сельхозгиз, 1958. С. 233-245.

Васильев В.П., Лившиц И.З. Вредители плодовых культур. - М.: Колос, 1984. - 399 с.

Войняк В.И. Результаты практического использования феромонов

// Пробл. практ. применения феромонов в защите с.-х. культур: Тез. докл. научно-метод. совещ., Тарту. – Тарту: Тартус. гос. ун-т, 1981. С. 56-57.

Войняк В.И. Некоторые методические вопросы работы с феромонами // Проблемы химической коммуникации животных. М., 1991. С. 185-193.

Воронкова В.В. Гричанов И.Я., Иванченко В.В., А.Л. Ильичев, А.С. Ковалева, К.В. Лебедева, В.Х. Таксиди, Т.М. Ташлыкова, Ю.Б. Пятнова, Д.А. Колесова. Исследование полового феромона озимой совки (*Agrotis segetum* Schiff.). // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1987. № 9. С. 101-107.

Галетенко С.М. К фауне плодовых листоверток Крыма // Энтомол. обозр. 1966. Т. 45, вып. 2. С. 261.

Гольберг М.А., Волобуева Г.В., Кулешова И.Ю. Климатические изменения в Беларуси в конце XX века // Науч. конф. по результатам в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государстве - участников СНГ, посвящ. 10-летию образов. Междуна-род. совета по гидрометеорологии, СПб, 23-26 апреля 2002 г.: Тез. докл. Секция 3. - СПб. 2002. С. 10-12.

Господинов Г. Исполноване на синтетични полови феромони за про-слецяване динамиката на летяже на някои вредни пеперуди // Растителна защита. 1987. № 12. С. 26.

Гричанов И.Я. Биологическое обоснование применения половых феромонов хлопковой и озимой совок в защите растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Л., 1984. - 20 с.

Гричанов И.Я. Отлов совки *Acontia luctuosa* (Lepidoptera, Noctuidae) на синтетический половой аттрактант // Вестн. зоол. 1984. № 1. С.58.

Гричанов И.Я. Оценка воздействия биологически активных веществ на поведение имаго хлопковой (*Heliothis armigera* Hubn.) и озимой (*Scotia segetum* Schiff.) совок в полевых условиях. // Хеморецепция насекомых. Феромоны. 1984. № 8. Вильнюс: Мокслас. С.58-65.

Гричанов И.Я. Нарушение химической коммуникации бабочек хлопковой совки (*Heliothis armigera* Hubner) компонентами полового феромона самок и антиферомонами // Химическая коммуникация животных. Теория и практика. - М.: Наука, 1986. С.73-79.

Гричанов И.Я. Оценка численности хлопковой совки с помощью феромонов // Защита растений. 1986. № 12. С.42-43.

Гричанов И.Я. Взаимовлияние половых аттрактантов хлопковой и озимой совок в ловушках // Реф. докл. IV всесоюз. симп. по хеморецепции насекомых. - Вильнюс, 1988. С. 48.

Гричанов И.Я. Итоги полевого скрининга половых феромонов совок // Konf. Nove Smery Vo Vyskume, Vyrobe A Pouziti Pripravkov Na Ochranu Rastlin, Prve, Okt. 1989. - Bratislava. 1989. Vol. 1. P.16-17.

Гричанов И.Я. Полевой скрининг аттрактивных компонентов половых феромонов совок. - Современные методы исслед. в энтомол., фитопатол. и микробиол.: Метод. реком. науч. семинара, Пушкин, февр. 1988. - Л.: ЛОП ВА НТО/Всесоюз. НИИ защиты растений. 1989. С. 44-45.

Гричанов И.Я. Феромонные ловушки. // Хлопок. 1990. № 1. С. 26 - 27.

Гричанов И.Я. Статистический анализ сходства и различия высших таксонов листоверток и совок по химической структуре половых феромонов. // Зоол. журн. 1991. Т. 70. № 1. С. 32-39.

Гричанов И.Я. Половые антиферомоны чешуекрылых. // Энтомол. обозрение. Л., 1991. - 34 с. - Деп. в ВИНТИ, Люберцы, 14.01.1991, № 240-B91.

Гричанов И.Я. Прогноз вредителей по феромонным ловушкам // Защита растений. 1993. № 9. С. 37 - 38.

Гричанов И.Я. Феромоны совок (Lepidoptera: Noctuidae): хемотаксономия, полевой скрининг и пути практического использования. // Энто-мол. обозрение, Л./СПб. 1993. 49 с. - Деп. в ВИНТИ, Люберцы, 29.01.1993, № 198-B93.

Гричанов И.Я. Химическая структура половых феромонов как таксономический признак высших таксонов чешуекрылых. // Энтомол. обозр. 1993. Т. 72, № 2. С. 283-294.

Гричанов И.Я. Структурное сходство половых аттрактантов чешуекрылых с их ингибиторами //Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений, 1994. № 76. С. 72-76.

Гричанов И.Я. Автоматизированный прогноз в защите плодового сада от вредителей // Защита растений. 1995. № 7. С. 30.

Гричанов И.Я., Ажбенов В.К. Рекомендации по практическому применению феромонных ловушек для серой зерновой совки на яровой пшенице. - СПб, 1998. С. 98 -105.

Гричанов И.Я., Букзеева О.Н., Законникова К.В. Динамика лета бабочек и особенности расселения вредных чешуекрылых в Черноморской зоне Северного Кавказа // Зоол. журн. 1994. Т. 73, № 3. С. 39 - 46.

Гричанов И.Я., Булыгинская М.А., Букзеева О.Н., Законникова К.В., Овсянникова Е.И. Эколого-географическая изменчивость видоспецифичности половых аттрактантов чешуекрылых. // Экология. 1995. № 5. С. 277-280.

Гричанов И.Я., Булыгинская М.А., Овсянникова Е.И. Молекулярно-таксономическое направление в химической экологии как основа мониторинга вредных чешуекрылых в сельскохозяйственной практике // Биологизация защиты растений: Состояние и перспективы: Материалы докл. междуна-род. научно-практ. конф., ч. 1. Краснодар, 18-22 сент. 2000 г. - Краснодар, 2001. С. 15-16.

Гричанов И.Я., Булыгинская М.А., Овсянникова Е.И. и др. Видоспецифичность половых аттрактантов основных вредных чешуекрылых в условиях Северо-запада России // Поиск и использование биологически активных веществ в защите растений: состояние и перспективы: Тез. докл., Санкт-Петербург, 19-20 окт. 1998 г. - СПб, 1998. С. 21-23.

Гричанов И.Я., Вахер П.Л. Полевой скрининг аттрактивных веществ для самцов серой зерновой совки // Феромоны насекомых и разработка путей их практического использования: Сб. науч. тр. - Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1988. С. 40-44.

Гричанов И.Я., Вахер П.Л. Аттрактивность некоторых синтетических соединений для самцов серой зерновой совки // Изв. АН ЭССР. Биол. 1989. Т. 38, № 3. С. 185 - 188.

Гричанов И.Я., Вахер П.Л., Лаанмаа М.К., Родима Т.К. Полевой скрининг минорных компонентов полового аттрактанта серой зерновой

совки // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1998. № 78-79. С. 81-85.

Гричанов И.Я., Законникова К.В. О применении автоматической агрометеостанции для сигнализации обработок яблони пестицидами // Совершенствование контроля фитосанитарного состояния с.-х. культур с целью предотвращения вспышек массового развития болезней, вредителей и сорняков, Большие Вяземы, 6-8 июля 1993 г.- М., 1994. С. 241 - 243.

Гричанов И.Я., Киров Е.И., Карпенко В.И. Зависимость между отловом самцов на половой аттрактант и численностью гусениц серой зерновой совки на пшенице // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1989. № 74. С. 25 - 29.

Гричанов И.Я., Киров Е.И., Кононенко А.П., Майоров В.И. Связь вылова бабочек хлопковой совки в ловушки с численностью яиц и гусениц на хлопчатнике // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1987. № 67. С. 54-59.

Гричанов И.Я., Кононенко А.П. Отлов *Chrysodeixis chalcites*, *Trichoplusia ni* и *Autographa gamma* на синтетический половой аттрактант // Изв. АН Тадж ССР. 1989. Т. 115. № 2. С. 64-67.

Гричанов И.Я., Кравченко В.Д., Папиян Р.Ф., Саттар-заде Н.Р. Зависимость между отловом самцов на феромон и численностью преимагинальных фаз хлопковой совки на хлопчатнике в Азербайджане // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1987. № 67. С. 49-54.

Гричанов И.Я., Либликас И., Мыттус Э., Николаева З.В., Ояранд А., Овсянникова Е.И. Изменчивость *Archips podana* (Lepidoptera: Tortricidae) // Устойчивое развитие горных территорий. - Владикавказ, 2001. С. 365-367.

Гричанов И.Я., Митрофанов В.Б., Сазонов А.П. и др. Интегрированный фитосанитарный мониторинг в экологически безопасной технологии защиты плодового сада от вредителей и болезней // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства: Сб. тр. Всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, декабрь. 1995 г.- СПб: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1997. С.158-165.

Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. Метод мониторинга имаго чешуекрылых насекомых в садах по феромонным ловушкам и сумме эффективных температур // Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов, М., СПб: РАСХН, 2002. С. 46-51.

Гричанов И.Я., Ракитин А.А., Ковалев Б.Г., Конюхов В.П., Болтыхова В.В. Исследование полового феромона серой зерновой совки *Aranea anpers.* // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1994. № 76. С. 77-80.

Гричанов И.Я., Ракитин А.А., Шамшев И.В., Вахер П.Л. Ингибирующее действие форматов на химическую коммуникацию хлопковой совки // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1989. № 74. С. 67- 71.

Гричанов И.Я., Цапкина Л.Б., Грязнова А.С. Аттрактант для самцов серой зерновой совки.// Защита растений. 1988. № 6. С. 48.

Гричанов И.Я., Шамшев И.В., Босенко М.В., Вахер П.Л., Вилесова М.И., Лаанма М.К., Пярисма Р.Р. Ингибитор полового аттрактанта хлопковой совки *Heliothis armigera*. // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1991. № 75. С. 56 - 60.

Гричанов И.Я., Шамшев И.В., Лаанмаа М.К. Феромонная ловушка хлопковой совки с диспенсером "Ферофлор ХС". Рекомендации по применению. - Тарту: Флора; Тартус. гос. ун-т, 1989. - 12 с.

Гричанов И.Я., Цапкина Л.Б., Ажбенов В.К. Особенности сезонной динамики лета серой зерновой совки // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1998. № 78-79. С. 86-93.

Громовая Е.Ф. Требования к инсектицидам для защиты от плодояжорок // Тр. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1964. № 20. С. 4-5.

Данилевский А.С. Фотопериодизм и сезонное развитие насекомых. - Л.: Ленинг. Гос. ун-т, 1961. - 243 с.

Джекобсон М. Половые феромоны насекомых. - М.: Мир, 1976. - 392с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1979. - 415 с.

Дружелюбова Т.С. Экологофизиологические различия отдельных поколений озимой совки в Средней Азии//Сб. науч. тр. - Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1971 Т. 32, ч. 1. С. 110-122.

Дусманов И.Э. Листовертки в садах Узбекистана. // С. х. Узбекистана. 1995. № 5. С. 42-43.

Егураздова А.С., Поляков И.Я. Фитосанитарная диагностика и прогнозирование в современном растениеводстве.- М.: ВНИИТЭИСХ, 1990. 56 с.

Елецкий С.В. Использование половых феромонов для наблюдения за некоторыми совками, повреждающими томаты // Феромоны насекомых и разработка путей их практического использования. - Л., 1988. С. 50-57.

Емельяненко Л.В. Применение половых феромонов плодовых листоверток в орошаемых садах Крыма // Феромоны листоверток - вредителей сельского и лесного хозяйства: Материалы Всесоюз. конф., ч .2, Кяэрику, 19-21 нояб. 1984 г. - Тарту: Тартус. гос. ун-т, 1986. С. 174-177.

Емельянов В.А. Биологическое обоснование защиты яблони от главных вредителей на Северо-Западе России: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. - СПб, 1995. - 30 с.

Емельянов В.А., Булыгинская М.А. Использование феромонов для борьбы с яблонной плодовой жоркой *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) методами элиминации и дезориентации самцов // Энтومол. обзор. 1999. Т. 78, вып. 3. С. 555-564.

Емельянов В.А., Мыттус Э.Р. Половые феромоны насекомых: Учеб. пособие для студентов факультета защиты растений - Елгава, 1987. - 37 с.

Емельянов В.А., Николаева З.В., Павлов И.Н., Овсянникова Е.И. Определение степени синхронности лёта листоверток (Lepidoptera, Tortricidae) при феромонном способе контроля в яблоневых садах на Северо-Западе России // Энтومол. обзор. 2002. Т. 81, вып. 2. С.281-291.

Ефимова Г.Г., Законникова К.В., Карпиловский Л.Н., Котикова Г.Ш. Автоматическая система прогноза парши яблони // Защита растений. 1995. № 5. С. 34.

Завелишко И.А., Вылегжанина Г.Ф. Влияние температуры на скорость испарения синтетического полового аттрактанта яблонной плодовой жорки из препаратов // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1988. № 10. С. 37-48.

Запавалов С.Б., Тропика С.М., Ларченко К.И. и др. Методические

указания по прогнозу развития и размножения основных вредителей хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. - Ташкент, 1987. - 38 с.

Зерова М.Д., Мелика Ж.Г., Толканиц В.И., Котенко А.Г. - Аннотированный список насекомых - паразитов листоверток, повреждающих яблоню на юго-западе европейской части СССР // Информ. бюл. ВПС МОББ. 1990. № 28. С. 7-69.

Золотарь Р.М. Влияние способа размещения половых феромонов в саду на эффект нарушения коммуникационной связи самцов яблонной плодовой моли // Пробл. практ. применения феромонов в защите с.-х. культур: Тез. докл. научно-метод. совещ., Тарту. - Тарту: Тартус. гос. ун-т, 1981. С. 23 - 24.

Золотов Л.А. Полевые испытания и попытка практического применения синтетического полового феромона капустной совки // Феромоны и поведение. - М., 1982. С. 260-271.

Иванова Т.В., Мыттус Э.Р. О взаимном ингибировании феромонов некоторых плодовых листоверток и яблонной плодовой моли // Изв. АН ЭССР. Сер. Биол. 1985. Вып. 31, № 1. С. 29-33.

Иванова Т.В., Мыттус Э.Р. Гетерогенность географических популяций всеядной листовертки // Химическая коммуникация животных. Теория и практика. - М., 1986. С. 79-88.

Иванова Т.В., Праля И.И., Сазонов А.П. Синтетические половые феромоны листоверток, их применение для изучения видового состава и учета численности вредителей // Синтез и испытание феромонов: Уч. зап. Тарт. гос. ун-та. - Тарту, 1982. Вып. 616. С. 111-118.

Иванченко В.А., Артамонов В.Г., Соловьева Е.А., Лебедева К.В. Электроантеннографический детектор для газохроматографического анализа феромонов насекомых. // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1982. № 7. С. 89-94.

Исмаилов В.Я., Коваленков В.Г., Надыкта В.Д. Биологический метод: прошлое, настоящее, будущее // Защита и карантин растений. 2002. № 3. С. 13-16.

Исмаилов В.Я., Надыкта В.Д. Регуляция численности фитофагов с помощью синтетических половых феромонов. // Защита и карантин растений. 2002. № 5. С. 16-18.

Калинкин В.М., Маслак А.А., Гричанов И.Я. Планирование и анализ эксперимента при оценке эффективности инсектицидов против чешуекрылых вредителей садовых культур // Рациональное природопользование и с.-х. производство в южных регионах РФ. - М.: Современные тетради, 2003. С.467-476.

Караджов С.Я. Яблонная плодовая моль (*Laspeyresia pomonella* L.) и комплекс приемов борьбы с ней в условиях Болгарии: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Л., 1974. - 21 с.

Каширская Н.Я., Зуева И.М. Автоматизированный прогноз развития доминирующих фитопатогенных объектов яблони // Биологизация защиты растений: Состояние и перспективы: Матер. докл. междунар. научно-практ. конф., ч. 1. Краснодар, 18-22 сент. 2000 г., - Краснодар, 2001. С. 41-42.

Кейсер Л.С., Менчер Э.М., Рошка Г.К. Исследование процесса убыли аттрактанта яблонной плодовой моли из резиновой композиции // Хемо-

рецепция насекомых, Вильнюс: Мокслас, 1980, № 5. С. 19-14.

Кейсер Л.С., Ретунский В.Н., Гонтаренко М.А. Оценка резиновых композиций с аттрактантами яблонной плодовой моли. Динамика убыли аттрактанта и эффективность применения аттрактанта в ловушках // Пробл. практ. применения феромонов в защите с.-х. культур: Тез. докл. научно-метод. совещ., Тарту. - Тарту: Тартус. гос. ун-т, 1981. С. 157-160.

Киршенблат Я.Д. Телергоны - химические средства воздействия на животных. // М.: Наука, 1974. - 126 с.

Кладь А.А., Праля И.И. Решаем проблемы защиты садов // Защита растений. 2000. № 8. С. 6-12.

Ковалев Б.Г. Исследование половых феромонов насекомых во ВНИИБМЗР // Биол. активные вещества в защите растений. - М., 1979. С. 18-23.

Коваленков В.Г., Исмаилов В.Я., Тюрина Н.М. Феромоны в интегрированных системах // Защита и карантин растений. 2000. № 8. С. 12-13.

Коваленков В.Г., Ковалев Б.Г. Рекомендации по применению полового феромона хлопковой совки в интегрированных системах защиты хлопчатника, кукурузы и томатов в Таджикистане. Душанбе, 1984, 18 с.

Колесова Д.А. Перспективный препарат для садов Черноземья // Защита растений. 1993. № 6. С. 11-12.

Колесова Д.А., Рябчинская Т.А. Разработка метода дезориентации самцов в борьбе с яблонной плодовой моли // Пробл. практ. применения феромонов в защите с.-х. культур: Тез. докл. научно-метод. совещ., Тарту. - Тарту: Тартус. гос. ун-т, 1981. С. 64 - 67.

Колесова Д.А., Рябчинская Т.А. Секслюшки в борьбе с яблонной плодовой моли // Защита растений. 1982. №1. С.31.

Колесова Д.А., Рябчинская Т.А. Оптимизация технологии применения феромонных ловушек яблонной плодовой моли для сигнализации сроков химических обработок // Феромоны листоверток - вредителей сельского и лесного хозяйства: Матер. Всесоюз. конф. Тарту, 1986. Ч. 2. С. 200-203.

Колесова Д.А., Рябчинская Т.А., Лаанмаа М.К., Мыттус Э.Р. Продолжительность действия различных препаратов синтетического феромона яблонной плодовой моли (*Laspeyresia pomonella* L.) // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1984. № 8. С. 86-93.

Колесова Д.А. Чмырь П.Г. Система защиты яблоневых садов в ЦЧР // Защита и карантин растений. 2000. № 7. С. 33-35.

Комарова О.С., Кузнецова, М.С. Весенний порог развития у диапавирующей куколки хлопковой совки из разных районов ее ареала // Сб. науч. тр.- Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений. 1971. Т. 32, ч. 1. С. 70-74.

Кондратьев Ю.А., Лебедева К.В., Пятнова Ю.Б. Перспективы практического применения феромонов насекомых // Журн. Всесоюз. хим. об-ва им. Менделеева. 1978. Т. 23, № 2. С. 179 - 188.

Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации /Под ред. И.Я.Полякова, Ю.Б.Шуровенкова, А.Ф.Ченкина. - Воронеж: Всесоюз. НИИ защиты растений, 1988. -335 с.

Косаев Э.М., Гричанов И.Я. О применимости влаготемпературного критерия в анализе динамики лета бабочек хлопковой совки в Туркме-

нии. // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1990. № 3. С. 67- 69.

Кузнецов В.И. Сем. Tortricidae - листовертки // Определитель насекомых Европейской части СССР (ред. Медведев Н.С.). Ч.1, т. 4. Л.: АН СССР, 1978. С. 193-681.

Кузнецов В.И. Насекомые и клещи - вредители сельскохозяйственных культур. Т. 3, ч. 1. - СПб.: Наука, 1994. - 314 с.

Кузнецов В.И., Стекольников А.А. Эволюция и система высших таксонов листоверток (Lepidoptera, Tortricidae) мировой фауны с учетом сравнительной морфологии гениталий. // Чтения памяти Н.А. Холодковского. Л., 1983. С. 51-59.

Кузнецов В.И., Стекольников А.А. Система высших таксонов чешуекрылых (Lepidoptera) с учетом данных по сравнительной морфологии гениталий. // Тр. Всесоюз. энтомол. о-ва. 1986. Т. 68. С. 42-46.

Кузнецов В.И., Стекольников А.А. Новые подходы к систематике чешуекрылых мировой фауны. - СПб.: Наука. 2001. - 462 с.

Лебедева К.В. Современные тенденции в выделении и идентификации феромонов // II Всесоюз. совещ. по химической коммуникации животных. - М., 1983. С. 50.

Лебедева К.В., Миняйло В.А., Пятнова Ю.Б. Феромоны насекомых. - М.: Наука, 1984. - 268 с.

Лефстедт Х. Феромонная коммуникация бабочек озимой совки *Agrotis segetum* Schiff. // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1987. № 9. С. 123 - 130.

Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ. - М.: Колос, 1981. - 320 с.

Логинов В.Ф., Мельник В.И. Влияние изменения климата на продуктивность сельскохозяйственных культур // Науч. конф. по результатам в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государстве - участников СНГ, посвящ. 10-летию образов. Международ. совета по гидрометеорологии, СПб, 23-26 апреля 2002 г.: Тез. докл. Секция 3. - СПб. 2002. С. 104-106.

Лозина-Лозинский Л. К. Роль питания в развитии и размножении хлопковой совки (*Chloridea obsoleta* Fabr.) // Тр. Всесоюз. энтомол. об-ва. 1954. Т. 44. С. 3 - 61.

Майр Э. Популяции, виды и эволюция - М.: Мир, 1974.- 460 с.

Мамедова С.Р., Саттар-Заде Н.Р., Конохов В.П., Ковалев Б.Г. Временные методические указания по испытанию биологической активности полового феромона хлопковой совки для надзора и сигнализации сроков борьбы. Кировабад; Кишинев, 1981. - 8 с.

Махоткин А.Г., Махоткина Л.Я., Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. Феромонный мониторинг яблонной плодожорки. //Защита и карантин растений. 2004. № 5. С. 47-48.

Маркелова В.П. Розанная, заморозковая и другие виды листоверток как вредители плодово-ягодных культур и разработка химических мер борьбы с ними в условиях Ленинградской области. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.- Л., 1957. - 16 с.

Медведева Г.В. Биологические основы интегрированной борьбы с яблонной плодожоркой в Крыму: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.- Государственный Никитский ботанический сад. - Киев, 1984. - 16с.

Менжулин Г.В. Современные изменения климата и их учет при

обосновании перспектив развития зонального ландшафтного земледелия // Доклад на конф.: Методология формирования ландшафтных систем земледелия в Северо-Западном регионе России: Доклад на конф. СПб; Пушкин, 2003.

Мещерская А.В. Многолетние изменения в XX веке метеорологического режима в основной зернопроизводящей зоне СНГ // Науч. конф. по результатам в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государстве - участников СНГ, посвящ. 10-летию образов. Международ. совета по гидрометеорологии, СПб, 23-26 апреля 2002 г.: Тез. докл. Секция 3. - СПб. С. 100-102.

Миняйло А.К., Миняйло В. А., Энграф А.П., Аскаракова В.С. О влиянии высоты феромонных ловушек на улов яблонной плодожорки // Проблемы практического применения феромонов в защите с.-х. культур. - Тарту, 1981. С. 20-21.

Миняйло А.К., Миняйло В.А., Пойрас А.А. О механизме изоляции симпатрических видов листоверток - *Archips rosanus* и *Archips xylosteanus* (Lepidoptera, Tortricidae) // Зоол. журн. 1985. Т. 64, № 2. С. 300-302.

Миняйло В. А., Миняйло А.К. О репродуктивной изоляции черемуховой и дальневосточной яблонной моли (Lepidoptera, Yponomeutidae) // Науч. докл. Высш. школы. Сер. Биол. науки. 1978. № 1. С. 60-64.

Мирзоян С.А., Григорян А.Д. Рябиново-яблонная моль и борьба с нею. - Ереван: АН АрмССР, 1990. - 69 с.

Мормылева В.Ф. Паразитирование гусениц моли-малютки при химических обработках яблоневого сада плавневой подзоны Кубани // Биол. защита плодовых и овощных культур. - Кишинев, 1972. С. 66-67.

Мыттус Э.Р., Сийтан В.Р., Мязорг С.А. Алкенолы и их производные как половые аттрактанты насекомых // Исследования по феромонам. - Тарту, 1980. № 545. С.92-118.

Мыттус Э.Р., Гранат Д.А. Применение феромонов для защиты растений.- Таллин, 1983.- 31 с.-

Мыттус Э.Р., Сийтан В.Р., Мязорг С.А. Половые аттрактанты чешуекрылых СССР // Инф. бюл. ВПС МОББ. 1983. № 8. С. 31-46.

Николаева З.В. Садовые листовертки северо-западной части Нечерноземной зоны РСФСР и биоэкологическое обоснование мер борьбы с ними: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Л.; Пушкин, 1992. - 20 с.

Николаева З.В. Комплекс чешуекрылых вредителей яблони Северо-Запада России (характеристика, закономерности формирования, методы ограничения численности). Автореф. дис. ... докт. биол. наук.- СПб; Пушкин, 2003. - 34 с.

Николаева З.В., Овсянникова Е.И. Синтетические половые феромоны для мониторинга всеядной листовертки (*Archips podana* Sc.; Tortricidae) на Северо-Западе России // АГРО-XXI. 1999. № 11. С.14.

Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. Развитие яблонной плодожорки в условиях потепления климата в европейской части России // Вест. защиты растений, 2002. № 3. С. 20-28.

Ольховская-Буркова А.К. Состояние и перспективы борьбы с листовертками плодовых культур Украины и система мероприятий по борьбе с ними: Автореф. дис. ... докт. биол. наук.- Одесса, 1972. - 45 с.

Осецмский Б.И. Биологическое обоснование использования поло-

вых аттрактантов для надзора за развитием листоверток – вредителей древесных пород на примере Молдавии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1988. – 22 с.

Павлов И.Н. Биоэкологические особенности развития яблонной плодоярки и совершенствование защиты яблони от неё в южной части северо-западного региона России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб; Пушкин, 2002. – 21 с.

Переведенцев Ю.П. и др. Пространственная и временная изменчивость основных параметров глобального и регионального климата (на примере Европы) // Науч. конф. по результатам в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государстве – участников СНГ, посвящ. 10-летию образов. Международ. совета по гидрометеорологии, СПб, 23-26 апреля 2002 г.: Тез. докл. Секция 3. – СПб. С. 28-30.

Петрушова Н.И. Система защиты плодовых культур // Комплексная система защиты растений. Симферополь. 1976. С. 54-69.

Полоскина Ф.М., Кузнецова М.С. Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.) // Распространение главнейших вредителей сельскохозяйственных культур в СССР и эффективность борьбы с ними: Метод. указания /Ред.: Поляков И.Я. – Л.: ВАСХНИЛ, Всесоюз. НИИ защиты растений. 1975. – С. 58-62.

Порсаев М.М. Биологическое обоснование применения половых аттрактантов для надзора за хлопковой совкой на хлопчатнике: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1987. – 19 с.

Поспелов С.М. Совки – вредители сельскохозяйственных культур. – Л.: Колос, 1969. – 126с.

Праля И.И. Биологическое обоснование современной системы мероприятий по защите яблоневых садов от комплекса листоверток. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – СПб, 1992. – 41 с.

Праля И.И., Сазонов А.П., Толстова Ю.С., Шапарь М.В. Биологическое обоснование мер борьбы с листовертками в промышленных садах Краснодарского края // Защита плодово-ягодных культур и винограда от вредителей и болезней в зоне Северного Кавказа. – Новочеркасск, 1983. – С. 23-31.

Приставко В.П., Жуков Н.М. Феромониторинг яблонной плодоярки: современное состояние и пути решения актуальных проблем // Защита растений, Минск. 1989. Вып. 16. С. 22-39.

Приставко В.П. От «феромонного бума» – к феромониторингу // Защита растений. 1990. № 1. С.18-19.

Приставко Е.П., Петрунук В.Л., Петрунук Н.П. Динамика численности и активность лёта бабочек садовых листоверток в лесостепи Украины // Экология. 1976. № 3. С. 97-99.

Приставко Е.П., Черний А.М. Влияние температуры воздуха на суточный ритм и активность бабочек яблонной плодоярки // Экология. 1974. № 2. С. 63.

Пятнова Ю.Б. Перспективы промышленного производства феромонов насекомых // Биологически активные вещества в защите растений. М., 1979. С. 9-13.

Пятнова Ю.Б. Применение феромонов насекомых – настоящее и будущее // АГРО XXI. 2002. № 7-12. С.48-51.

Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. – Воронеж: Всерос. НИИ защиты растений, 1984. – 274 с.

Розинская Е.М. Использование половых феромонов плодоярок в целях надзора за развитием и подавлением их популяции в садах Молдавии и юга Украины. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л.; Пушкин, 1982. – 20 с.

Роща Г.К., Олой И.Н. Синтез и биологическая активность ацетата транс-7, цис-9-додекадиенола // Хеморецепция насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1980. № 5. С. 69-71.

Рубцов И.А. Влияние температуры и влажности на развитие яиц и гусениц хлопковой совки. // Вестник защиты растений. – М.: Сельхозгиз, 1941. – С. 9-19.

Рукавишников Б.И. Основные направления и элементы интегрированных систем защиты растений от вредных членистоногих // Итоги науки и техники. Энтомология. Т. 4. – М, 1979. С.30-127.

Рябчинская Т.А. Экологические основы защиты яблоневого сада от вредных организмов в условиях ЦЧР: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Воронеж, 2002. – 46 с.

Садыков А.С., Алимухамедов С.Н., Ходжаев Ш.Т. и др. Определение оптимальных сроков борьбы против хлопковой совки в зависимости от лёта бабочек на феромонные ловушки. // Докл. АН СССР. 1985. Т. 286, № 1. С. 246-249.

Сазонов А.П., Буров В.Н., Сундукова Н.Э. и др. Технология практического применения биологически активных веществ в интегрированной защите плодовых и овощных культур от вредителей (рекомендации). – М., 1991. – 32 с.

Сазонов А.П. Синтетические половые аттрактанты в защите растений // Феромоны насекомых и разработка путей их практического использования: Сб. науч. тр. – Л.: Всесоюз. НИИ защиты растений, 1988. С. 5-14.

Саркисян С.М., Манукян К.Г. Значение генетических и экологических факторов в проявлении диапаузы у яблонной плодоярки // Тр. Всесоюз. энтомол. об-ва. 1981. С. 172-174.

Саттар-Заде Н.Р., Конюхов В.П., Мамедова С.Р., Ковалев Б.Г. Применение полового аттрактанта хлопковой совки. // Химия в с. х., 1980. Т. 18, № 12. С. 12-13.

Сафонкин А.Ф. Инфраструктура популяции всеядной листовертки *Archips podana* Sc. (Lepidoptera: Tortricidae) в связи с приуроченностью к разным кормовым растениям. // Докл. АН СССР. 1987а. Т.296, № 2. С. 510-512.

Сафонкин А.Ф. Реакция самцов *Archips podana* (Lepidoptera, Tortricidae) на синтетический аттрактант в связи с полиморфизмом полового аппарата. // Зоол. журн., 1987б. Т.66, № 9. С. 1423-1426.

Сафонкин А.Ф., Булеза В.В. Роль половых феромонов в межвидовой изоляции листоверток (Lepidoptera; Tortricidae) // Журн. общей биол. 1988. Т. 49, № 3. С. 396-400.

Сиротенко О.Д., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Глобальные изменения климата и будущее сельского хозяйства России Науч. конф. по результатам в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природ-

ной среды в государстве - участников СНГ, посвящ. 10-летию образов. Международ. совета по гидрометеорологии, СПб, 23-26 апреля 2002 г.: Тез. докл. Секция 3. - СПб. С. 97-99.

Скиржавичюс А.В. Основные проблемы изучения феромонной связи насекомых // Успехи современной биологии. 1975. № 2. С.231-237.

Скиржавичюс А.В. Феромонная коммуникация насекомых.- Вильнюс, 1986.- 288 с.

Скиржавичюс А.В. Феромоны: Справочник. - Вильнюс: Ин-т зоол. и паразитол. АН ЛитССР, 1988. - 366 с.

Славгородская-Курпиева Л.Е. Опыт дезориентации яблонной плодовой плодожорки в садах предгорного Крыма // Феромоны листовёрток - вредителей сельского и лесного хозяйства: Матер. Всесоюз. конф., Клязьму 19-21 ноября 1984 г. - Тарту: Тартус. гос. ун-т, 1986. Ч.2. - С. 268 - 271.

Сливкина К.А. Материалы к системе мероприятий по борьбе с серой зерновой совкой (*Hadena sordida* Bkh.) // Тр. Казах. НИИ защиты раст. Т. 6. 1961. С. 17-34.

Сметник А.И., Шумаков Е.М., Якоб М., Якоб Н. Применение половых феромонов в борьбе с вредителями культурных растений // Информ. бюл. ВПС МОББ. 1983. № 8. С. 6 - 30.

Сметник А.И., Шумаков Е.М. Перспективы применения синтетических половых феромонов в практике карантина и защиты растений в СССР // Проблемы химической коммуникации животных. М., 1991. С. 167-181.

Сорочинская А.М., Ковалев Б.Г., Мазина В.В., Евдокимов Н.Я. Половой аттрактант для самцов серой зерновой совки // Агрохимия. 1989. № 3. С. 110-111.

Сторчевая Е.М. Регуляция численности вредных чешуекрылых на основе знания их трофических связей // Агро XXI. 2002. № 7-12. С. 19-21.

Сумарока А.Ф., Золотарь Р.М., Быховец А.И. Специфичность синтетических половых феромонов яблонной плодовой плодожорки // Проблемы практ. применения феромонов в защите с.-х. культур: Тез. докл. науч. - метод. совещ. - Тарту, 1981. С. 46-48.

Сундукова Н.Э., Барякина И.К., Игнатова Е.А. и др. Результаты зональных испытаний синтетического полового феромона сливовой плодовой плодожорки // Феромоны листовёрток - вредителей сельского и лесного хозяйства: Материалы Всесоюз. конф. Ч. 2. - Тарту, 1986. С. 74-80.

Танский В.И. ЭПВ насекомых // Защита растений. 1988. № 6. С. 32-34.

Тертышный А.С. Яблонная плодовая плодожорка // Защита растений. 1989. №12. С.50-51.

Тихомиров А.М. Система и филогения палеарктических совков (Lepidoptera, Noctuidae) на основе функциональной морфологии генитального аппарата самцов. // Энтомол. обзор. 1979. Т. 58, вып. 2. С. 373-387.

Толстова Ю.С., Атанов Н.М. Действие химических средств защиты растений на фауну членистоногих плодового сада. 1. Долговременное воздействие пестицидов на агроценоз // Энтомол. обзор. 1982. Т. 61, вып. 3. С. 441-453.

Толстова Ю.С., Атанов Н.М. Действие химических средств защиты растений на фауну членистоногих плодового сада. II. Непосредственное

воздействие инсектоакарицидов на агроценоз // Энтомол. обзор. 1985. Т. 64, вып. 2. С. 243-253.

Федорова Р.Н. Парша яблони. - М.: Колос, 1977. - 37 с.

Федулова Т.Ю. Скор - новый фунгицид против парши // Защита растений. 1993. № 10. С. 27.

Фрайер Б., Готвальд Р., Мель И. Новые результаты применения феромонных ловушек в рамках наблюдения за яблонной плодовой плодожоркой (*Cydia pomonella* L.) и сетчатой листовёрткой (*Adoxophyes reticulana* Hubner) // Сб. докл. науч. симп.: Влияние действующих веществ на развитие и поведение насекомых. Познань, 1989. С. 85-88.

Фролов А.Н., Давидян Г.Э., Хромченко А.С. Кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis*) в Азербайджане: проблема видовой принадлежности // Зоол. журнал. 1987. Т.66, № 8. С. 1269-1272.

Холченков В.А. Минирующие моли и меры борьбы с ними в садах Крыма: Методические рекомендации. - Ялта, 1973. - 24 с.

Черний А.М. Феромоны насекомых: достижения и перспективы использования // Защита растений. 1990. № 7. С. 14-18.

Шамшев И.В., Гричанов И.Я., Босенко М.С., Першина Э.В., Вилесова М.С. Полевое испытание микрокапсулированного полового феромона хлопковой совки для дезориентации самцов // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1987. № 69. С.29-33.

Шамшев И.В., Гричанов И.Я. Особенности поведения бабочек хлопковой совки около источника синтетического полового аттрактанта. // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1987. № 68. С. 43-46.

Шамшев И.В., Гричанов И.Я. Полевые испытания цис-11-гексадеценил формиата - ингибитора привлекательности полового аттрактанта хлопковой совки. // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. 1989. № 74. С. 71 - 78.

Шапарь М.В. Биологическое обоснование приема использования синтетического аттрактанта ивовой кривоусой листовёртки (*Pandemis heparana* Den et Schiff.) в системе защиты плодового сада: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Л., 1987. - 19 с.

Шек Г.Х., Ажбенов В.К., Евдокимов Н.Я. и др. Рекомендации по учету, прогнозу и мерам борьбы с серой зерновой совкой. - М.: Колос, 1984. - 32 с.

Шек Г.Х. К вопросу о дальности перелетов серой зерновой совки. // Докл. Каз. акад. с.-х. наук.1958. Т. 4. С. 74-78.

Шек Г.Х. Совки Казахстана (Lepidoptera, Noctuidae). - . дис. ... докт. биол. наук. - Л.: ЛСХИ, 1973. - 40 с.

Шельдешова Г.Г. Значение длины дня в регуляции числа поколений и диапаузы яблонной плодовой плодожорки *Laspeyresia pomonella* L. // Докл. АН СССР. 1962. Т. 147, вып. 2. С. 480-483.

Шерман Л.В. Янишевская Л.В., Мыттус Э.Р. и др. Полевые испытания аттрактивности синтетических веществ для совков // 2-е Всес. совещ. по хим. коммуникации животных. М., 1983. С. 154-156.

Шумаков Е.М. 25 лет науке о феромонах насекомых // Энтомол. обзор. 1986. Т. 65, вып. 4. С. 859-874.

Шумаков Е.М., Богданова Т.П., Петрушова Н.И. и др. Рекомендации по испытанию и применению половых феромонов в защите плодовых

насаждений от яблонной, восточной и сливовой плодовой жорки. - М., 1980. - 17 с.

Якоб М., Якоб И., Думитриу А. Наблюдение за численностью популяции яблонной плодовой жорки *Laspeyresia pomonella* с помощью ловушек с феромонами // Информ. бюл. ВПС МОББ. 1985. № 13. С. 24-30.

Яцынин В.Г. Феромоны в борьбе с насекомыми // Защита растений. № 1. 1989. С. 60-63.

Albans K.R., Baker R., Jones O.T.G. et al. Inhibition of response of *Heliothis virescens* to its natural pheromone by antipheromones. // Crop. Prot. 1984. Vol. 3, no. 4. P. 501 - 506.

Alford D.V. Observations on the specificity of pheromone - baited traps for *Cydia funebrana* Tr. (Lepidoptera., Tortricidae.) // Bull. entomol. Res. 1978. Vol. 68, no. 1. P. 97-103.

Anisimov A.I., Saroian L.K. The genetic polymorphism of the codling moth from Ararat valley by developmental rate and diapause determination // IV-th European Work-shop of Invertebrate Ecophysiology: Abstracts.- St.Petersburg. 2001. P.68

Aoki K., Ishii S., Morita H., eds. Animal behavior. Neurophysiological and ethological approaches. - Tokyo; NewYork, 1984. - 274p.

Arn H., Bues R., eds. Working group "Use of pheromones and other semiochemicals in integrated control. WPRS Bull., 1989. Vol. 12, no. 2. - 152 p.

Arn H., Stadler E., Rauscher S. et al. Multicomponent sex pheromone in *Agrotis segetum*: preliminary analysis and field evaluation. // Z. Naturforsch. 1980/ Bd. 35. H. 11-12. S. 986-989.

Arn H., Guering P., Buser H. et al. Sex pheromone blend of codling moth *Cydia pomonella*: evidence for a behavioral role of dodecan-1-ol // Experientia. 1985. Vol. 41, no. 11. P. 1482-1484.

Arn H., Schwarz C., Limacher H., and Mani E. Sex attractant inhibitors of the codling moth *Laspeyresia pomonella* L. // Experientia. 1974. Vol. 30. P. 1142-1144.

Arn H., Toth M., Priesner E. List of sex pheromones of Lepidoptera and related attractants // Use of pheromones and other semi chemicals in integrated control. 1986. -123 p.

Arn H., Toth M., Priesner E. List of Lepidopteran Sex Attractants, 1997-2003 [http://quasimodo.versailles.inra.fr/pherolist/phlist].

Bartell R.J. Mechanisms of communication disruption by pheromone in the control of Lepidoptera: a review. - Physiol. Entomol., 1982, Vol. 7, no. 4. P. 353 - 364.

Bartell R.J., Bellas T.E., Whittle C.P. Evidence for biological activity of two further alcohols in the sex pheromone of female *Cydia pomonella* // Austral Entomol. Soc. 1988. P. 11-12.

Barton Brown L. Host-related responses and their suppression. Some behavioral consideration // Chemical Control of Insect Behavior: Theory and Application. Ed. H.H. Shorey, J.J. McKelvey Jr. - New York: Wiley. 1977. P. 117-127.

Beevor P.S., Hall D.R., Nesbitt B.F. et al. Field trials of the synthetic sex pheromones of the striped rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera, Pyralidae), and of related compounds. // Bull. Entomol. Res., Vol. 67, no. 3, 1977. P. 439-447.

Bell W.J., Carde R.T., eds. Chemical ecology of insects. - London: Chapman & Hall, 1984. - 524 p.

Belles X., Galofre A., Ginebreda A. Feromonas: relaciones entre estructura química y taxonomia. Un ejemplo de aplicacion a algunas familias de Lepidopteros. - Afinidad, 1985, Vol. 42, no. 396. P. 147-157.

Beroza M. (ed.). 1977. Pest Management with Insect Sex Attractants // Amer. Chem. Soc. Sym. 23.

Beroza M., Hood C.S., Trefrey D. et al. Large field trial with microencapsulated sex pheromone to prevent mating of the gypsy moth. // J. econ. entomol., Vol. 67, no. 5. 1974. P. 659-665.

Beroza M., Hood C.S., Trefley D. et al. Large field trial with microencapsulated sex pheromone to prevent mating of the gypsy moth // J. econ. Entomol. 1974. Vol. 67, no. 5. P. 659-665.

Bestmann H.J., Vostrowsky O., Koschatzky K.H. et al. (Z)-5-Decenylacetat ein Sexuallockstoff für Männchen der Saateule *Agrotis segetum* (Lepidoptera). // Angew. Chem., 1978, Bd 90, H. 10, S. 815-816.

Bierl-Leonhardt B.A., DeVilbiss E.D., Plimmer J.R. Rate of release of disparlure from laminated plastic dispensers // J. econ. Entomol. 1979. Vol. 72, no. 3. P. 319-321.

Birch M.C., Haynes K.F. Insect pheromones. Studies in biology, no. 147. - London, 1982. - 82p.

Bjostad L.B., Linn C.E., Du J.-W., Roelofs W.L. Identification of new sex pheromone components in *Trichoplusia ni* predicted from biosynthetic precursors // J. Chem. Ecol. 1984. Vol. 10, no. 9. P. 1309-1323.

Bjostad L.B., Wolf W.A., Roelofs W.L. Pheromone biosynthesis in lepidopterans: desaturation and chain shortening. - Pheromone Biochemistry. G.D. Prestwich, G.L. Blomquist, eds. NewYork: Acad. Press, 1987. P. 77 - 120.

Blomquist G.J., Vogt R.G. Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology: The Biosynthesis and Detection of Pheromones and Plant Volatiles. London, Elsevier Academic Press, 2003. - 768 p.

Booij C.J., Voerman S. New sex attractants for 35 tortricid and other lepidopterous species, found by systematic field screening in the Netherlands // J. Chem. Ecol. 1984. Vol. 10, no. 1. P. 135-144.

Bronskill J.B., Roelofs W.L., Champan P.J., Lienk S.E. The sex pheromone as a taxonomic principle // Proc. XIII Int. Congr. of Ent., Moscow, 2-9 Aug. 1968. - M. 1971. Vol. 1. P. 115-116.

Brown G.C., Berryman A.A., Bogyo T.P. Simulating Codling moth population dynamics // Environm. entomol. 1978. Vol. 7, no. 2. P. 227.

Brown W.L., Jr., Eisner T., Whittaker R.H. Allomones and kairomones: transspecific chemical messengers. // Bio Science. 1970. Vol. 20. P. 21.

Burghardt G., Knauf W. Biotrap - ein Pheromonfallensystem zur Prognose in Obstevau und anderen Kulturen // Mitt. Biol. Bundesanstalt Land- u. Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, 1983. H. 203. S. 270-271.

Butenand A. Pheromones (Ecto-hormones) in insects // Ann. rev. of entomol. Vol. 4. 1959. P. 39-58.

Butler C.G. Chemical communication of insects: Behavioral and ecological aspects // Johnston J.W. et al., eds. Communication by chemical signals. - Appleton, New York, 1970. P. 35.

Campion D.G. et al. Evaluation of microencapsulated formulations of

pheromone components of the Egyptian cotton leafworm in Crete // Management insect pests with semiochemicals. New York; London: Plenum Press, 1983. P. 253-265.

Campion D.G. Survey of pheromone used in pest control // Techniques pheromone res. New York, 1984. P. 405-449.

Carde R.T. Utilization of pheromones in the population management of moth pests // Environm. Health. Persp. 1976. Vol. 14. P.133-144. Carde R.T. Behavioral responses of moths to female-produced pheromones and the utilization of attractant baited traps for population // Movement of highly mobile insects: concepts and methodology in research. Rabb & Kennedy eds., 1979. P. 286-315.

Carde R.T., Bell W.J., eds. Chemical Ecology of Insects 2. - New York: Chapman & Hall, 1995. - 433 p.

Carde R.T., Taschenberg E.F. A reinvestigation of the role of (E)-2-hexenal in female calling behaviour of the poliphemus moth (*Antheraea polyphemus*) // J. Insect Physiol., 1984. Vol. 30. P. 109 - 112.

Carlson D.A., McLaughlin J.R. Diolefin pheromone mimics as disruptants of sexual communication in insects. - Pat. 4527000, USA. 1985.

Caro J.H., Bierl B.S., Fresman H.P. et al. Disparlure: volatilization rates of two microencapsulated formulations from a grass field // Environm. Entomol. 1977. Vol. 6, no. 6. P. 877-881.

Carpenter J.E., Pair S.D., Sparks A.N. Trapping of different noctuid moth species by one trap baited with two lures. - J. Ga Entomol. Soc., 1984. Vol. 19, no. 1. P. 120 - 124.

Causse R., Barthes J., Witzgall P., Einhorn J. Constituants secondaires de la pheromone sexuelle du Carpocapse des Pommes. *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae). III Effect synergique du dodecanol en piegage // C. R. Acad. Sci. Serie III. Paris, 1988. Vol. 306. P. 125-128.

Chambon J., Biwer G. A propos de la capture d'un Tortricidae nouveau pour la France: *Laspeyresia exquisitana* Rebel // Bull. Soc. entomol. France. 1978. T. 83, no. 9/10. P. 211-213.

Charmillot P. J., Baggiolini M., Murbach R. et al. Comparaison de differents pieges a attractif sexuel synthetique pour le controle du vol du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) // Schweiz. Landwirt. Forach. 1975. Bd. 14, N. 1. S. 57-69.

Common J.F.B. Evolution and classification of Lepidoptera. // Ann. Rev. Entomol., Vol. 20, 1975. P. 183-203.

David C.T., Birch M.C. Pheromones and insect behaviour // Insect pheromones in plant protection. Chichester, 1989. P. 17-35.

Dopman E.B., Bogdanowicz S.M., Harrison R.G. Genetic mapping of sexual isolation between E and Z pheromone strains of the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis*). Genetics. Vol. 167, 2004. P. 301-309.

Dore J.-C., Michelot D., Gordon G. et al. Approches factorielle des relations entre 8 tribus de lepidopteres Tortricidae et 41 molecules a effet attractif sur la males. - Ann. Soc. Entomol. Fr., 1986. T. 22, no. 3. P. 387 - 402.

Dunkelblum E., Gothilf S., Kehat M. Identification of the sex pheromone of the cotton bollworm, *Heliothis armigera*, in Israel. // Phytoparasitica. 1980. Vol. 8, no. 3. P. 209-211.

Einhorn J., Beauvaris F., Gallois M. et al. Constituants secondaires de la pheromone sexuelle du carpocapse des pommes, *Cydia pomonella* L.

(Lepidoptera, Tortricidae) // C.R. Acad. Sc. Paris, 1984. T. 299. Ser. III. No. 19. P. 773-778.

Einhorn J., Witzgall P., Cause R., Barthes J. L'emission phero-monable du carpocapse des pommes *Cydia pomonella* L. // Colloq. INRA. 1988. Vol. 46. P. 67-73.

Franz J.M. Pesticides and beneficial Arthropoda // J. Plant Disease Protect. 1977. Bd. 84, H. 3. S. 129.

Frerot B., Descoins C., Lalanne-Cassou B. et al. Essais de pregeage sexue des Lepidopteres Tortricidae des vergers de syntheses // Ann. Zool. Ecol. Anim. 1979. Vol. 11, no. 4. P. 617-636.

Gentry C. Beroza M. et al. Efficacy trials with the pheromone of the oriental fruit moth, and data on the lesser apple worm // J. econ. Entomol. 1974. Vol. 67, no. 5. P. 607-609.

Gothilf S., Kehat M., Jacobson M., Galun R. Screening pheromone analogues by EAG technique for biological activity on males of *Earias insulana*, *Heliothis armigera*, and *Spodoptera littoralis*. // Environm. Entomol., 1978, vol. 7, no. 1. P. 31-35.

Grichanov I.Ya., Bukzeyeva O.N., Zakonnikova K.V. The influence of temperature on the phenology of *Archips rozana* (Lepidoptera: Tortricidae) // Arch. Phytopath. Pflanzenschutz. 1994. Bd. 29, H. 2. S. 183 - 189.

Grichanov I.Y., Bulyginskaya M.A. Attraction of Geometridae with the sex attractant of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). - V Europ. Congr. Entomol., York. - York. 29 Aug. - 2 Sept. 1994, 1994. P. 118.

Hagley E.A.C. Effect of low temperatures on mortality of hibernating codling moth larvae and fertility of surviving adults (Lepidoptera: Olethreutidae) // Canad. Entomologist. 1977. Vol. 109, no. 1. P.123-127.

Hansson B.S., Van der Pers J.N.C., Lofquist J. Comparison of male and female olfactory cell response to pheromone compounds and plant volatiles in the turnip moth, *Agrotis segetum* // Physiol. Entomol., 1989. Vol. 14, no. 2. P. 147-155.

Haynes K.F., Hunt R.E. A mutation in pheromonal communication system of cabbage looper moth, *Trichoplusia ni*. // J. Chem. Ecol., 1990. Vol. 16, no. 4. P. 1249 - 1257.

Heikinheimo C. Peromonfaugst sem metod for faunistika undersokningar // Norwegian J. Entomol. 1978. Vol. 25, no. 1. P. 102.

Hendry L.B., Wickman J.K., Hindenlang D.M. et al. Evidence for origin of insect sex pheromones: presence in food plants // Science, 1975, no. 188. P. 59 - 62.

Hennebery T.J., Bariola L.A., Flint H.M. et al. Pink bollworm and tobacco budworm mating disruption studies on cotton // Mitchell E.R., ed. Management of Insect Pests with Semiochemicals. New York; London: Plenum, 1981. P.267-283.

Herrebut W.M., van der Water T.P.M. The effect of the hostplant on pheromone communication in a small ermine moth, *Yponomeuta cagnagellus* (Lepidoptera: Yponomeutidae) // Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 1982. Vol. 47. P. 503 - 509.

Insect pheromones in plant protection / Ed.: A.R. Jutsum, R.F.S. Gordon // New York: Wiley and Sons, 1989. - 369 p.

Inscoe M., Beroza M. Analysis of pheromones and other components controlling insect behavior // Ann. methods pestic. plant growth Regue,

1976. Vol.8. P. 31-114.

Kehat M., Gothilf S., Dunkelblum E., Greenberg S. Field evaluation of female sex pheromone components of the cotton bollworm, *Heliothis armigera*. // Entomol. exper. appl., 1980. Vol. 27, no. 2. P. 188-193.

Kehat M., Gothilf S., Dunkelblum E., Greenberg S. Sex pheromone traps as a means of improving control program for the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). // Env. Entomol., 1982. Vol. 11, no. 3. P. 727-729.

Kydonieus A. F., Beroza M. Insect Suppression with Controlled Release Pheromone Systems. Vol. I & II. CRC Press, Boca Raton, Florida. 1982. - I, 274 p., II, 312 p.

Klun J.A., Maini S. Genetic basis of an insect chemical communication system: the European corn borer // Env. Entomol. 1979. Vol. 8, no. 3. P. 423-426.

Klun J.A., Plimmer J.A., Bierl-Leonhardt B.A. et al., Trace chemicals: the essence of sexual communication systems in *Heliothis* species. // Science, 1979. Vol. 204. P. 1328-1330.

Lee M.S.Y. The molecularisation of taxonomy. Invertebrate Systematics, 2004, Vol. 18. P. 1-6.

Lofstedt Ch. Evolution of moth pheromones // Proc. Conf. Insect Chem. Ecol., Tabor, 1990. The Hague, 1991. P. 57-73.

Lord F.T. An appraisal of methods of sampling apple trees and results of some tests using a sampling unit common to insect predators and their preys // Canad. Entomol. 1968. Vol. 100, no.1. P. 23-33.

Madsen H.F., Carty B.E. Codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae): Suppression by male removal with sex pheromone traps in three British Columbia orchards // Canad. Entomol. 1979. Vol. 111, no. 5. P. 627-630.

Madsen H.F., Madsen B.J. Populations of beneficial and pest arthropods in an organic and a pesticide treated apple orchard in British Columbia // Canad. Entomol. 1982. Vol. 114, no. 11. P. 1083-1088.

Marrs G.J., Seaman D. Practical considerations in the control of bioavailability // Pesticide Sci. 1978. Vol. 9, no. 5. S. 402-410.

McDonough L.M., Davis H.G., Chapman P.S., Smithhister C.L. Codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae): is its sex pheromone multicomponents // Chemical Ecol. 1995. Vol. 21, no. 8. P. 1065-1071.

McLaughlin J.K., Mitchell E.R., Cross J.H. Field and laboratory evaluation of mating disruptants of *Heliothis zea* and *Spodoptera frugiperda* in Florida // Mitchell E.R., ed. Management of Insect Pests with Semiochemicals. New York; London: Plenum, 1981. P. 243-251.

McNeil J.N., Delisle J. Are host plants important in pheromonemediated systems of Lepidoptera? // Experientia, 1989. Vol. 45, no. 3. P. 236 - 240.

Minks A.K. Die mogliche Anwendung von Sexuelpheromonen fur des Apfelschalenwicklers, *Adoxophyes orana*, im hollandischen Obstbau // Z. angew. Entomol. 1975. Bd. 77, H. 3. S.330-336.

Miller, J.R., Baker, N.C., Carde, R.T., Roelofs, W.L. 1976. Reinvestigation of oak leaf roller sex pheromone components and the hypothesis that they vary with diet // Science, no. 192. P. 140-143.

Mitchell E.R., ed. Management of insect pests with semiochemicals. Concepts and practice. - NewYork; London: Plenum, 1981. - 514 p.

Mitchell E. R., Jacobson M., Baumhover A. H. *Heliothis* spp: disruption of pheromonal communication with (Z)-9-tetradecen-I-ol formate. // Environ. Entomol. Vol. 4, no. 4, 1975. P. 577-579.

Mitchell E. R., McLaughlin J. R. Suppression of mating and oviposition by fall armyworm and mating by corn earworm in corn, using the air permeation technique. // J. Econ. Entomol. Vol. 75, no. 2, 1982. P. 270-274.

Mitchell E. R., Tumlinson J. H., Baumhover A. H. *Heliothis vires-cens*: attraction of males to blends of (Z)-9-tetradecen-I-ol formate and (Z)-9-tetradecenal. // J. Chem. Ecol. Vol. 4, no. 6, 1978. P. 709-716.

Mottus E., Liblikas I., Ojarand A., Kuusik S. Applied research of ecochemicals in Estonia // Teadustoid. Eesti Pollumajandusulikooli loomakasvatustinstituudi. Tartu, 2001. P. 75-96 (in English).

Mottus E., Yemelyanov V.A., Nikolaeva Z.V. et al. Pheromone methods for controlling Codling moth *Cydia pomonella* L. in regions of one generation. 2. Dispenser design aspects // Development of environmentally friendly plant protection in the Baltic Region. Tartu, 2000. P. 136-140.

Nesbitt B.F., Beevor P.S., Hall D.R., Lester R. Female sex pheromone components of the cotton bollworm *Heliothis armigera*. // J. Insect Physiol., 1979. Vol. 25, no 6. P. 535-541.

Nesbitt B.F., Beevor P.S., Hall D.R., Lester R. (Z)-9-hexadecenal: a minor component of the female sex pheromone of *Heliothis armigera* (Hubner: Noctuidae). // Entomol. exper. appl., 1980. Vol. 27, no. 3. P. 306-308.

Nordlund D.A., Jones R.L., Lewis W.J., eds. Semiochemicals, their role in pest control. - NewYork: Wiley, 1981. - 306 p.

Ostrauskas H., Ivinskis P., Taluntite L. Search for American bollworm (*Heliothis armigera* Hb.) (Noctuidae, Lepidoptera) with pheromone and light traps and analysis of pheromone catches in Lithuania // Acta Zool. Lituanica. 2002. Vol. 12, no. 2. P. 1392-1657.

Paradis R.O., Trottier R., McLellan C.R. Essais de différents modèles de pièges à phéromone sexuelle de synthèse pour la capture de *Laspeyresia pomonella* L. dans l'Est du Canada // Ann. Soc. Entomol. 1979. Vol. 24, no. 1. P. 3-11.

Pawar C.S., Srivastava C.P., Reed W. Pheromone trap network for *Heliothis armigera* in India. // Ind. Pigeonpea Newslett. 1983. No. 2. P. 60-61.

Persoons C.J., Minks A.K., Voerman S. et al. Sex pheromones of the moth, *Archips podana*: Isolation, identification and field evaluation of two synergistic geometrical isomers // J. Insect Physiol. 1974. Vol. 20, no. 7. P. 1181-1188.

Plimmer J.R. Formulation and regulation: constraints on the development of semiochemicals for insect pest. management. // Management of insect pests with semiochemicals. New York; London, 1983. P. 403-420.

Plimmer J.R., Leonhardt B.A., Webb R.E. Management of the gypsy moth with its sex attractant pheromone // B.A. Leonhardt and M. Beroza, eds. Insect pheromone technology: Chemistry and application. ACS Symp. Series, no. 190. American Chemical Society, Washington, D.C. 1982. P. 231-242.

Prestwich G.D., Carvalho J.F., Ding Y.-S., Hendricks D.E. Acyl fluorides as reactive mimics of aldehyde pheromones: hyperactivation and aphrodisiac in *Heliothis virescens*. - *Experientia*, 1986. Vol. 42, no. 8. P. 964 - 966.

Priesner E., Jacobson M., Bestman H.J. Structure-response relationships in Noctuid sex pheromones // *Z. Naturforschung.*, 1975. Bd. 30. S. 283-293.

Priesner E., Witzgall P. Modification of pheromonal behaviour in wild *Coleophora laricella* male moths by (Z)-5-decenyl acetate, an attraction-inhibitor. // *Z. angew. Entomol.* Bd. 92, Nr. 2, 1984. S. 118-135.

Raina A.K. Host plant, hormone interaction and sex pheromone production and release in *Heliothis* species // *Endocrinol. Frontiers Physiol. Insect Ecol.: Proc. Int. Conf. "Low-Mol. Bioregulators Cellular Metabolism"*. - Wrocław, 1988. Vol. 1. P. 33 - 36.

Renou M. and Guerrero A. Insect parapheromones in olfaction research and semiochemical-based pest control strategies // *Ann. Rev. Entomol.* 2000. Vol. 48. P. 605-630.

Riddiford L.M. Trans-2-hexenal: mating stimulant for polyphemus moths. - *Science*. 1967, no. 158. P. 139 - 141.

Riedl H. Monitoring and methods for codling moth management in the United States and Canada // *Bull. OEPP*. 1980. Vol. 10, no. 2. P. 241-252.

Riedl H., Croft B.A. The effects of photoperiod and effective temperatures on the seasonal phenology of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) // *Canad. Entomol.* 1978. Vol. 110, no. 5. P. 455-470.

Riedl H., Hoying S.A., Barnett W.W., De Tar J.E. Relationship of within - tree placement of the pheromone trap to codling moth catches // *Env. Entomol.* 1979. Vol. 8, no. 4. P. 765-769.

Ritter R.J., ed. Chemical ecology: odour communication in animals. - Amsterdam: Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 1979. - 427 p.

Ritter F.J., Persoons C.J. Recent development in insect pheromone research, in particular in the Netherlands. *Neth. J. Zool.* Vol. 25, 1975. P. 261-275.

Roelofs W., Comeau A., Hill A., Milicevic G. Sex attractant for the codling moth: characterization with the electroantennographic technique. *Science*. Vol. 174, 1971. P. 297-299.

Roelofs W.L. The importance of defining lepidopteran pheromone blends. - Geneva, 1976. -4 p. - (Cornell. univ. Agric. exper. stat. New York state college of agriculture and life sciences. Search agric.; Vol. 6, no. 4.)

Roelofs W.L. An overview - the evolving philosophies and methodologies of pheromone chemistry. // *Chemical control of insect behavior. Theory and application*. New York et al., 1977. P. 287-297.

Roelofs W.L., ed. Establishing efficacy of sex attractants and disruptants for insect control. - College Park, 1979. - 97 p.

Roelofs W.L. Pheromones and evolutionary relationships of Tortricidae // *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1982. Vol. 13. P. 395-422.

Roelofs W.L., Brown R.L. Pheromones and evolutionary relationships of Tortricidae. - *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 1982. Vol. 13. P. 395 - 422.

Roelofs W.L., Carde R.T. Oriental fruit moth and lesser appleworm attractant mixtures refined // *Environm. Entomol.* 1974. Vol. 3, no. 4. P. 586-588.

Roelofs W.L., Comeau A., Selle R. Sex pheromone of the oriental fruit moth // *Nature*. London, 1969. Vol. 224, no. 5220. P. 723.

Roelofs W. L., Comeau A. Sex pheromone perception: synergists and inhibitors for the red-banded leafroller attractant // *J. Insect Physiol.* 1971. Vol. 17, no. 3. P. 35-49.

Roelofs W.L., Comeau A. Lepidopterous sex attractants discovered by field screening tests // *J. Econ. Entomol.*, 1970. Vol. 63, no. 3. P. 969 - 974.

Rothschild G.H.L. A comparison of methods of dispensing synthetic sex pheromone for the control of oriental fruit moth, *Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae), in Australia // *Bull. entomol. Res.* 1979. Vol. 69, no. 1. S. 115-127.

Saad A.D., Scott D.R. Repellency of pheromones released by females of *Heliothis armigera* and *H. zea* to females of both species // *Entomol. exp. appl.*, 1981. Vol. 30, no. 2. P. 123 - 127.

Sato R., Tamaki Y. Isolating factors between the smaller tea tortrix and the summer-fruit tortrix (Lepidoptera: Tortricidae). IV. Role of the pheromonal components (Z)-9- and (Z) -11- tetradecen-1-ol acetates // *Appl. Entomol. Zool.* 1977. Vol. 12, no. 1. P. 50-59.

Schwarz M., K1un J.A., Hart E.R. et al. Female sex pheromone of the yellow-headed fireworm, *Acleris minuta* (Lepidoptera: Tortricidae) // *Environ. Ent.* 1983. Vol. 12, no. 4. P. 1253-1256.

Sereni P., Manerini M. Le ricamatrici dei frutteti // *Lotta antiparasit.* 1983. Vol. 35, no. 35. P. 24-27.

Shorey H.H. Manipulation of insect pests of agricultural crops. - Chemical control of insect behavior: theory and application. - New York,.: Wiley, 1977. P. 353-367.

Shorey H.H., McKelvey J.J., eds. Chemical control of insect behavior: theory and application. - New York: Wiley, 1977. - 414 p.

Silverstein R., Young C. Insect generally use multicomponent pheromones // *Pest management with insect sex attractants*. New York, 1976. P. 57-126.

Steck W., Underhill E.W., Chisholm M.D. Structure activity relationships in sex attractants for north American noctuid moths // *J. Chem. Ecol.* 1982. Vol. 8, no. 4. P. 731-754.

Subchev M.A., Stoilov I.D. Co-attractants for *Mamestra brassicae* L. and *Mamestra suasa* Denis et Schiff. (Lepidoptera: Noctuidae). // *Compte-Rendu Acad. Sci. Bulg.* Vol. 37, no. 3, 1984. P. 353-354.

Sylvén E. Studies on fruit leaf tortricids (Lepidoptera) with special reference to the periodicity of the adult moths. Swedish state plant protection institute contributions. Stockholm 1958. 296 p.

Szocs G., Toth M., Novak L. Sex attractants for eight lepidopterous species. // *Z. angew. Entomol.* Bd. 91, Nr. 3, 1981. S. 272-280.

Teal P.E.A., Heath R.R., Tumlinson J.H., McLaughlin J.R. // *J. Chem. Ecol.*, 1981. Vol. 7, no. 6. P. 1011 - 1022.

Touzeau J. L'utilisation du piégeage sexuel pier les avertissements agricoles en France // *Bull. OEPP*. 1981. Vol. 10, no. 2. P. 97-104.

Tuovinen T. Hedelmä - ja marjakasvien tuhoeläimet. Vaasa. 1997. - 187 p.

Turpin F.T., York A.C. Insect management and the pesticide syndrome // *Env. Entomol.* 1981. Vol. 10, no. 5. P. 567-572.

Van der Pers J.N.C., Lofstedt C. Continuous single sensillum recording as a detection method for moth pheromone components in the effluent of a gas chromatograph // *Physiol. Entomol.* 1983. Vol. 8, no. 2. P. 203 - 211.

Vanwetswinkel G., Paternotte E. Biologie de la tordeuse vete *Adoxophyes reticulana* et metode de lutte eb 1969 // *Rev.Agr. (Belg.)*. 1970. Vol. 23, no. 8. P. 1067-1088.

Wakamura S. Sex attractant pheromone of the turnip moth, *Agrotis segetum* Denis et Schiffermüller (Lepidoptera: Noctuidae): effects of geometrical isomers on the attractant activity of the synthetic sex pheromone. // *Appl. Entomol. Zool.* 1981. Vol. 16, no. 4. P. 496-499.

Witzgall P., ed. Pheromones and other biological techniques for insect control in orchards and vineyards. Working group "Use of pheromones and other semiochemicals in integrated control", Proceedings of the meeting in Hohenheim (Baden-Württemberg, Germany), 10-12 November, 1999 // *IOBC/WPRS Bulletin*. 2001. Vol. 24(2).- iv + 123 p.

Witzgall P. & Ashraf El-Sayed., eds. Working Group "Use of Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Control". Scents in Orchards - Plant and Insect Semiochemicals from Orchards Environments. Dachau (Bavaria, Germany), September 21-24, 1998 // *IOBC/WPRS Bulletin*. 1999. Vol. 22(9).- vi + 127 p.

Witzgall P., Mazomenos B., Konstantopoulou M., eds. Working Group "Pheromones and other semiochemicals in Integrated control", Proceedings of the meeting "Pheromones and Other Biological Techniques for Insect Control in Orchards and Vineyards" at Samos (Greece), 25-29 September, 2000 // *IOBC/WPRS Bulletin*. 2002. Vol. 25(9).- viii + 335 p.

<i>Предисловие</i>	5
1. Хемотаксономическое обоснование полевого скрининга феромонов	9
1.1. Введение	9
1.2. Статистический анализ сходства и различия таксонов чешуекрылых по химической структуре половых феромонов	10
1.3. Химическая структура половых феромонов как таксономический признак чешуекрылых	24
1.4. Сравнительный анализ вторичных метаболитов растений и феромонов насекомых	30
1.5. Заключение	32
2. Значение и тактика полевого скрининга половых феромонов	33
2.1. Место полевого скрининга в исследованиях половых феромонов	33
2.2. Скрининг и оценка биологической активности неизвестных половых аттрактантов (на примере серой зерновой совки)	34
2.3. Оптимизация состава и оценка биологической активности половых аттрактантов (на примере хлопковой и озимой совок)	44
2.4. Тактика полевого скрининга половых аттрактантов	48
2.5. Полевой скрининг антиферомонов	49
2.6. Оценка биологической активности антиферомонов	53
2.7. Статистический анализ сходства и различия аттрактантов и их ингибиторов	68
2.8. Заключение	72
3. Аттрактивность и видоспецифичность препаративных форм синтетических половых аттрактантов (на примере вредителей плодового сада)	74
3.1. Введение	74
3.2. Методические особенности работы в садах	79
3.3. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА яблонной плодовой жоржки <i>Cydia pomonella</i> L.	87
3.4. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА всеядной листовертки <i>Archips podana</i> Sc.	92

	243
3.5. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА плодовой изменчивой листовертки <i>Hedya nubiferana</i> Hw.	97
3.6. Аттрактивность и видоспецифичность новых препаративных форм СПА рябиновой моли <i>Argyresthia conjugella</i> Z.	99
3.7. Заключение	101
4. Экологическое обоснование использования синтетиче- ских половых аттрактантов в фитосанитарном мони- торинге	103
4.1. Цели применения феромонов в защите растений	103
4.2. Сравнительная оценка видоспецифичности СПА чешуекрылых в разных эколого-географических условиях	105
4.3. Мониторинг видового состава и численного соотношения доминирующих вредных чешуекрылых плодового сада в условиях Северо-Запада России	119
4.4. Мониторинг сезонной динамики и численного соотношения доминирующих видов вредных чешуекрылых плодового сада в Северо-Кавказском регионе	127
4.5. Прогнозирование степени бездиапаузного развития гусениц яблонной плодовой гусеницы в садах по феромонным ловушкам и сумме эффективных температур	135
4.6. Применение СПА для надзора за популяциями. Определение сроков обследований и обработок с помощью СПА	147
4.7. Сезонный прогноз численности и вредоносности с помощью СПА	158
4.8. СПА совок в системе прогноза вредителей хлопчатника	176
4.9. СПА совок в системе прогноза вредителей яровой пшеницы	185
4.10. Интегрированный фитосанитарный мониторинг в плодовом саду на основе СПА	192
<i>Роль феромонного мониторинга вредных видов чешуекрылых в системе фитосанитарного мониторинга в агробиоценозах (вместо заключения)</i>	204
<i>Литература</i>	219

Феромоны для фитосанитарного мониторинга вредных чешуекрылых. Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. – Санкт-Петербург – Пушкин: ВИЗР РАСХН, 2005. – 244 с. (Приложение к журналу «Вестник защиты растений»). ISSN 1815-3682.

Pheromones for phytosanitary monitoring of Lepidoptera pests. Grichanov I.Ya., Ovsyannikova E.I. – St.Petersburg – Pushkin: VIZR RAAS, 2005. 244p. (Plant Protection News, Suppl.). ISSN 1815-3682.

Научно обоснованы пути практического использования половых феромонов в защите сельскохозяйственных культур и место технологии применения синтетических аттрактантов в интегрированной защите растений на примере чешуекрылых - вредителей хлопчатника, яровой пшеницы и плодового сада. Теоретически обоснована гипотеза о ходе развития и становления феромонной системы чешуекрылых; установлены закономерности в структурном разнообразии и функциональном значении химических соединений, входящих в половые феромоны чешуекрылых; на основе статистического анализа сходства и различия таксонов чешуекрылых по химической структуре половых феромонов обоснована приоритетность на современном этапе исследований полевого скрининга в первичных исследованиях феромонов; разработаны методы полевых исследований феромонов совок, а также приемы оптимизации состава половых аттрактантов и скрининга новых феромонов чешуекрылых; конкретизированы для вредных видов (на примере хлопковой, озимой и серой зерновой совок, яблонной плодовой гусеницы) общие подходы к применению феромонов в защите растений от насекомых; адаптированы технологии применения феромонов чешуекрылых к существующим системам защиты сельскохозяйственных культур (на примере хлопчатника, яровой пшеницы и плодового сада). Рис. 35. Табл. 61. Библиогр. 358 назв.

Рецензент Г.И. Сухорученко (ВИЗР)
Reviewer G.I. Sukhoruchenko (VIZR)

Работа выполнена в рамках программы РАСХН «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем (задание 01)» и при частичной поддержке грантами РФФИ № 97-04-49620 (1997-1999), РФФИ-ЮГ № 00-04-96093 (2000-2001) и Открытого общества (№ 320/2000).

Рекомендовано к печати редакционной коллегией Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений РАСХН 11 апреля 2005г.

Copyright 2005© I.Ya.Grichanov, E.I.Ovsyannikova

**ВЕСТНИК
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**
Приложение

PLANT PROTECTION NEWS

Supplement

**И.Я. Гричанов
Е.И. Овсянникова**

**ФЕРОМОНЫ
ДЛЯ ФИТОСАНИТАРНОГО
МОНИТОРИНГА ВРЕДНЫХ
ЧЕШУЕКРЫЛЫХ**



Санкт-Петербург – Пушкин
2005