

УДК 591.58:632.936.2

ИНГИБИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ФОРМИАТОВ НА ХИМИЧЕСКУЮ КОММУНИКАЦИЮ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ

И. Я. ГРИЧАНОВ, А. А. РАКИТИН, И. В. ШАМШЕВ, П. Л. ВАХЕР

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 [2]. При помещении этих веществ в небольшой дозе в одну ловушку с источником полового аттрактанта наблюдается резкое снижение привлекательности последнего.

Известно, что цис-9-тетрадеценилацетат, цис-11-гексадеценол и цис-9-тетрадеценил формиат проявляли ингибирующую активность к половому аттрактанту хлопковой совки [3, 4]. Однако, не была изучена активность цис-11-гексадеценил формиата, являющегося аналогом основного компонента феромона самок этого вида — цис-11-гексадеценаля.

В задачу нашего исследования входила электроантеннографическая и полевая оценка ингибирующего действия указанных соединений на химическую коммуникацию хлопковой совки.

Материал и методы. 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:ОН), цис-9-тетрадеценил ацетат (Z9-14:Ас), цис-9-тетрадеценил формиат (Z9-14:Fo), цис-11-гексадеценил формиат (Z11-16:Fo) синтеза ПОБХ «Флора» (г. Тарту) и Тартуского университета, нанесенные на куски красного резинового шланга длиной 2 см в дозе 1—2 мг/капсулу.

Электрофизиологическая часть работы выполнялась на электроантеннографе, разработанном и изготовленном А. Н. Кравчуком в 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 использованы хлор-серебряные электроды пипеточно-желобкового типа, заполняемые физиологическим раствором, соответствующим гемолимфе антенн насекомых: KCl 1M — 0,32 мл; MgCl₂ 1M — 0,6 мл; CaCl₂ 1M — 0,05 мл; дистиллированная вода до 50 мл; pH — 6,5; глюкоза — 3,18 г.

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 эталона использовались разовые стимулы воздуха с тем же временем экспозиции. После ампутации антенну для адаптации в состоянии *in vitro* выдерживали во влажной среде в течение 10 мин, после чего она фиксировалась на электродах. Для сохранения антенны от высыхания зона ее расположения окружалась влажными тампонами.

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.

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 с площадью ловчей поверхности 400 см². В ловушках использовали вкладыши с нанесенным на них клеем «Пестификс». Ловушки размещали и обслуживали по стандартной методике [1].

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

Результаты и обсуждение. При испытании СПА ХС получали четкие и устойчивые в течение длительного времени (90 мин) ответы. Амплитуда ЭАГ составляла 0,85 мВ (рисунок). 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.

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.

Форминаты в значительной степени влияли на ЭАГ. Так, например, Z11-16: F₀ полностью нарушал механизм генерирования волны возбуждения. А Z9-14: F₀ 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: F₀ 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 феромона развития фронта волны можно объяснить затруднением процесса генерирования электрической активности за счет оказывания 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 феромона СПА ХС — ЭАГ-реакция не возникала. Это свидетельствует, что испытываемые нами форматы 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.

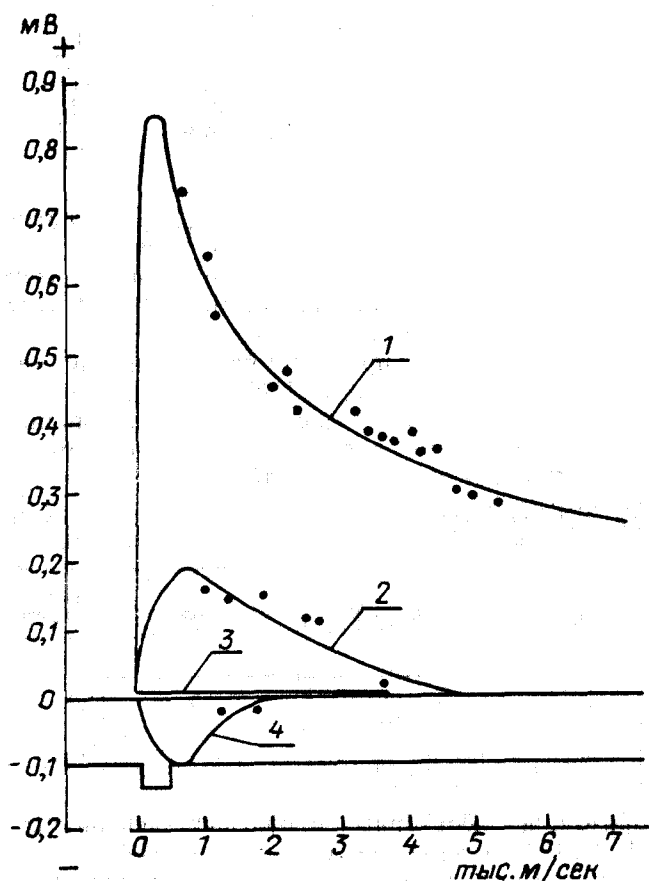


Рис. 1. Динамика электрической волны возбуждения антенн самцов бабочек при действии СПА ХС (1), 9-14: Fo (2), 11-16: Fo (3), эталона-воздуха (4).

Непосредственной мишени действия этих веществ пока предположить не представляется возможным. Соответствующие данные получены и в полевых испытаниях с использованием феромонных ловушек.

В полевых опытах 1986 года в период лёта бабочек I-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 инги-

бирования — 98%), тогда как Z9-14: Fo не влиял на отлов самцов ловушками. 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. 1). В дальнейших опытах данный препарат не использовался, так как показал низкую ингибирующую активность.

Таблица 1. Влияние форматов на активность полового аттрактанта хлопковой совки в ловушках. Кумсангирский район, 1986 г.

Дата опыта	Аттрактант /2 мг/ + испытываемое вещество	Доза, мг	Число самцов, экз./ловушку	Снижение отлова, %
16—30.VI	Z 9—14 : Fo	2,0	14,2	0
	Z 11—16 : Fo	2,0	0,2	98
	Контроль	2,0	11,8	—
20—29.VI	Z 9—14 : Fo	20,0	2,3	66
	Z 11—16 : Fo	2,0	0,1	99
	Контроль	2,0	6,8	—

Близкие результаты получены в опытах И. Я. Гричанова, проведенных в окрестностях Кустаная, в которых установлено, что Z9-14: Fo (2 мг) уменьшает привлечение самцов серой зерновой совки *Aratea ancers* в ловушки с половым аттрактантом (цис-11-гексадеценаль, 1 мг) на 88%, а Z11-16: Fo — на 100%.

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).

Таблица 2. Влияние синтетических соединений на активность полового аттрактанта хлопковой совки в ловушках. Кумсангирский район, 1987 г.

Дата опыта	Аттрактант /2 мг/ + испытываемое средство	Доза, мг	Число самцов, экз./ловушку		Снижение отлова, %
			контроль	опыт	
4—13.VI	Z 11—16 : OH	2,0	11,2	0,8	93
10—27.VI	Z 11—16 : OH	2,0	11,8	0,4	97
12—15.VI	Z 9—14 : Ac	1,0	8,8	0,2	98
13—17.VIII	Z 11—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 Y9-14: Fo. Это, вероятно, объясняется тем, что последнее вещество является менее близким по структуре аналогом основного компонента феромона самок хлопковой совки, чем Z11-16: Fo.

Для определения возможности использования Z11-16: Fo в защите растений от хлопковой совки необходимы дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булыгинская М. А., Буров В. Н., Гричанов И. Я. и др. Рекомендации по практическому применению полового феромона хлопковой совки в интегрированной защите растений. М., 1987. 16 с.
2. Albans K. R., Baker R., Jones O. T. et al. Inhibition of response of *Heliothis virescens* to its natural pheromone by antipheromones. Crop. Prot., 1984, v. 3, n. 4, p. 501—506.

3. Gothilf S., Kehat M., Galun R. Screening pheromone analogues by EAG technique for biological activity on males of *Earias insulana*, *Heliothis armigera*, and *Spodoptera littoralis*. — Environ. Entomol., 1978, v. 7, n. 1, p. 31—35.

4. 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. et appl., 1980, v. 27, p. 306—308.

SUMMARY

Inhibitory effects of formiates on chemical communication of cotton boll worm/I. Ya. Grichanov, A. A. Rakitin, I. V. Shamrshev, P. L. Vakher.

Electrophysiological and field experiments have demonstrated that Cis-11-hexadecenylphormiate is the most effective inhibitor of cotton bollworm sex attractant.