

**ФАУНА
И ЭКОЛОГИЯ
НАСЕКОМЫХ
ПРИМОРСКОГО
КРАЯ
И КАМЧАТКИ**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

ФАУНА
И ЭКОЛОГИЯ
НАСЕКОМЫХ
ПРИМОРСКОГО
КРАЯ
И КАМЧАТКИ

ВЛАДИВОСТОК
1981

ВЛИЯНИЕ ХЕМОСТЕРИЛЯНТОВ НА ПОЛОВУЮ
АКТИВНОСТЬ САМЦОВ 28-ПЯТНИСТОЙ
КАРТОФЕЛЬНОЙ КОРОВКИ *EPILACHNA*
VIGINTIOSTOMACULATA MOTSCH.

Л. Ф. РАДЫГИНА

Дальневосточная станция ВИЗР, Уссурийск

Метод борьбы с вредными насекомыми посредством химической стерилизации предполагает выпуск стерильных самцов в природную популяцию. Поэтому в изучении стерилизующего действия химически активных веществ на насекомых особое внимание должно быть уделено вопросу половой активности обработанных особей при спаривании их с нормальными. При этом половая активность стерилизованных самцов складывается из их способности отыскивать самок природной популяции, возможности проведения такого же количества спариваний, какое наблюдается у необработанных самцов, и способности спермы обработанных самцов конкурировать со спермой нормальных насекомых в семяприемнике самок при оплодотворении яйцеклеток.

Обработка хемотрериянтами самцов различных видов насекомых из отряда Coleoptera по-разному может влиять на их половую активность. При этом необходимо учитывать дозы препарата, вызывающие достаточно эффективное снижение численности потомства и способ применения хемотрериянта.

Самцы хруща *Rhizotrogus aequinoctialis* Herbst. и шелкона *Agriotes litigiosus* Rossi, погруженные в 0,1%-ный раствор тиотэфа на 15 с, по своему поведению не отличались от контрольных и при оплодотворении самок были способны конкурировать с нормальными [Иващенко, Олещенко, 1973а]. Применение более высоких концентраций тиотэфа (1,0—2,0%) вызывало у обработанных самцов шелкона временное снижение половой активности. И только через 2—4 сут после обработки отмечалось восстановление активности спариваний стерилизованных самцов до уровня нормальных [Иващенко, Олещенко, 1973б].

Стерилизация жуков китайской зерновки *Callosobruchus* та-

culatus F. методом погружения в 0,1%-ный раствор афолата на 30 с не снижала половую активность обработанных самцов [Ezuch et al., 1967].

Питание хлопкового долгоносика *Anthonomus grandis* Boh. в течение 5—6 сут кормом, содержащим 0,08% бусульфана и 0,4% гемпа, показало, что в первое время после обработки (на 3, 4, 7-е сут) конкурентоспособность стерилизованных самцов не отличалась от таковой нормальных, а в остальное время их конкурентоспособность была в 3—4 раза ниже [Haynes et al., 1975].

Совместная обработка самцов хлопкового долгоносика гамма-лучами и хемотрестерилиантом гемпа, который предлагали жукам с пищей, вызывала изменение их половой активности. Частота спаривания обработанных самцов, содержащихся индивидуально с 4 девственными самками, была наполовину меньше, чем необработанных [Nilakhe, Earle, 1976].

Половая активность самцов хлопкового долгоносика, дважды погруженных в 0,25%-ный раствор афолата на 20 с, была понижена по сравнению с активностью нормальных самцов. Жизнеспособность яиц, отложенных нормальными самками после 4—5-дневного совместного содержания их с обработанными самцами, в течение первой декады была на 5—20%, а в течение второй декады на 12—57% выше, чем по теоретическим расчетам [Lindquist et al., 1974].

Дозы тиотэфа 0,08—0,16 мг на особь, нанесенные на тергиты брюшка жуков эпиляхны, угнетали половую активность самцов, в то время как применение субстерилизующих доз препарата (0,02—0,04 мг на особь) не влияло на их половую активность, и жуки были вполне конкурентоспособны [Чугунова, 1970; Булыгинская и др., 1972].

Определение половой активности стерилизованных и нормальных самцов эпиляхны проводилось нами в лабораторных условиях. Жуки перезимовавшего поколения собирались на полях картофеля в период их заселения коровкой. Молодые жуки были выведены в лабораторных условиях из куколок, собранных на полях картофеля в конце июля. У жуков картофельной коровки оплодотворение происходит без образования сперматофоров, поэтому спаривания фиксировались визуально. Оплодотворенную самку отсаживали и проводили наблюдение за ее яйцеклеткой, а к самцу подсаживали другую самку. Таким образом подсчитывалось количество спариваний, проведенных самцом в течение 1,5 мес. Оплодотворение устанавливалось по наличию спермы в сперматеках самок при анализе их содержимого под микроскопом. Самцы обрабатывались методом погружения в водно-ацетоновые (20% ацетона+80% воды) растворы 0,5%-ного диматифа или 0,5%-ного тиотэфа на 15 с. Опыты с перезимовавшими и молодыми самцами ставились по одной схеме.

В другой серии опытов к одному молодому самцу эпиляхны, нормальному или стерилизованному, подсаживали 5 девственных самок. Через 1 сут этих самок убирали и вскрывали для определения наличия спермы в их сперматеках. К самцу подсаживалось такое же количество новых девственных самок.

Во всех вариантах опытов жуки кормились свежими листьями картофеля.

Самцы 28-пятнистой картофельной коровки отличаются высокой степенью полигамии и способны спариваться в течение жизни от 3 до 10 раз [Чугунова, 1970; Булыгинская и др., 1972]. При этом следует отметить, что самцы очень активны и способны спариваться с самками до ухода на зимовку и весной.

Наши данные о степени полигамии перезимовавших и молодых жуков эпиляхны представлены в таблице. Один перезимовавший самец картофельной коровки, стерилизованный водно-ацетоновым раствором 0,5%-ного диматифа, по нашим наблюдениям, спаривался от 1 до 11 раз, в среднем $4,1 \pm 3,2$, в контроле — $8,5 \pm 2,11$. При этом нам не удалось выявить влияния количества и очередности спариваний на плодовитость самок эпиляхны и процент отрождения личинок. В варианте, где один стерилизованный самец провел 4 копуляции, в среднем было отложено 411 яиц, из которых отродилось 34,1% личинок. В другом варианте, где один обработанный самец спаривался с 11 самками, т. е. почти в 3 раза больше, чем предшествующий, из отложенных самкой в среднем 299,3 яйца отродилось 29,1% личинок. В варианте, где самец провел только 2 копуляции, все отложенные самками яйца были нежизнеспособными. Нами отмечено, что спаривание самок с обработанными самцами стимулировало откладку яиц самками. При этом процент отрождения личинок был в 2 раза меньше, чем в контроле.

Один перезимовавший самец картофельной коровки, стерилизованный 0,5% тиотэфа, спаривался от 1 до 10 раз, в среднем $5,11 \pm 3,28$, в контроле — от 5 до 14, в среднем $8,9 \pm 3,04$. Плодовитость самок после копуляции со стерилизованными самцами была также выше, чем в контроле, однако личинок отродилось в 4 раза меньше. В варианте, где самец спаривался только с одной самкой, отродилось 11,7% личинок. В другом варианте, где самец провел 10 копуляций, процент отрождения личинок в среднем составил 14,6, причем сначала все яйцекладки были полностью нежизнеспособными, а к концу наблюдений отмечалось некоторое восстановление жизнеспособности яиц.

Как уже отмечалось, самки 28-пятнистой картофельной коровки в основной массе уходят на зимовку оплодотворенными и имеют запас спермиев в сперматеке. При повторных спариваниях у эпиляхны используется сперма, полученная самками при последней копуляции, независимо от того, происходила она со стерилизованным или нормальным самцом [Булыгин-

Действие хемостерилизатов на активность спариваний самцов
и плодовитость самок картофельной коровки
(время погружения в раствор 15 с)

Год	Варианты опыта	Колич. самцов	Колич. спариваний, проведенных 1 самцом	Колич. яиц, отложенных в среднем на 1 кладущую самку	Колич. отродившихся личинок, %	Снижение численности потомства, %
-----	----------------	---------------	---	--	--------------------------------	-----------------------------------

Перезимовавшее поколение

1975	0,5%-ный диматиф	10	4,1 ± 3,2	367,22 ± 135,87	36,46 ± 21,13	41,7
	Контроль	10	8,5 ± 2,11	327,79 ± 52,46	77,93 ± 5,00	—
1976	0,5%-ный тиотэф	9	5,1 ± 3,28	491,00 ± 126,68	18,04	70,6
	Контроль	12	8,9 ± 3,04	413,10 ± 58,20	70,40 ± 4,12	—
1976	0,5%-ный тиотэф	10	5,5 ± 3,00	210,01 ± 77,46	0,02	99,9
	Контроль	10	8,0 ± 2,86	117,10 ± 45,20	71,81 ± 10,35	—

Молодое поколение

1977	0,5%-ный тиотэф	10	7,0 ± 2,28	220,20 ± 79,82	0,12	99,7
	Контроль	10	7,1 ± 2,84	177,32 ± 89,82	68,89 ± 24,74	—

ская и др., 1974]. Таким образом, в наших опытах с перезимовавшими особями мы использовали уже оплодотворенных самок. Снижение численности потомства наблюдалось до 41,7% при обработке диматифом и до 70,6% при обработке тиотэфом.

Изучение динамики половой активности перезимовавших самцов эпиляхны показало, что у обработанных 0,5%-ным диматифом или 0,5%-ным тиотэфом самцов половая активность в первые дни после обработки (на 2—8-й день) была выше, чем у нормальных, а затем понижалась. К концу наблюдений (на 28—36-й день) отмечалось повышение половой активности.

Молодые самцы 28-пятнистой картофельной коровки очень активно спариваются с самками. Один самец, обработанный 0,5%-ным тиотэфом, копулировал, по данным 1976 г., от 2 до 11 раз, в среднем $5,5 \pm 3,0$; по данным 1977 г., $7,0 \pm 2,28$; в контроле — от 1 до 12 раз, в среднем $8,0 \pm 2,83$ и $7,1 \pm 2,84$ соответственно. Плодовитость самок летней генерации сильно варьирует. Основная масса оплодотворенных самок уходит на зимовку, не приступив к откладке яиц. По нашим данным за 1976 г., около 50,9% самок, спаривавшихся со стерилизованными самцами, и 53,7% с нормальными, за весь период наблюдений не отложили ни одного яйца. Только в одном варианте, где самец провел 8 копуляций, из отложенных одной самкой 197 яиц отродилось 2,0% личинок. Все остальные самки, спаривавшиеся с обработанными самцами, откладывали только нежизнеспособные яйца. В контроле процент отрождения личинок колебался от 66,7% до 85,8, в среднем $71,8 \pm 10,35\%$.

По данным 1977 г., 67,6% самок, спаривавшихся с нормальными самцами, так и не приступили к откладке яиц. В среднем одной самкой было отложено 177,32 яйца, из которых отродилось 69,7% личинок. В варианте, где самец спаривался с 5 самками, в среднем было отложено 52,8 яйца, из которых отродилось 87,9% личинок. В другом варианте, где самец провел 12 копуляций, плодовитость самок составила в среднем 45,6 яйца, а процент отрождения личинок — 77,5.

Плодовитость самок, спаривавшихся с обработанными 0,5%-ным тиотэфом самцами, как и у перезимовавших особей, выше, чем в контроле. Причем только в одном варианте, где стерилизованный самец провел 6 копуляций, из отложенных самкой 178 яиц отродилось 3,9% личинок. Во всех других вариантах самки откладывали только нежизнеспособные яйца. В среднем процент отрождения личинок составил 0,11, в контроле — $69,9 \pm 24,7\%$. Снижение численности потомства достигло 99,9%.

Наблюдения за половой активностью молодых стерилизованных самцов показали, что они так же, как и перезимовавшие, активнее, чем необработанные, спариваются с самками в течение первой недели после обработки.

Полученные нами данные, обработанные с помощью корре-

ляционного метода [Доспехов, 1973], показали, что количество спариваний, проведенных как нормальными, так и стерилизованными 0,5%-ными растворами диматифа или тиотэфа самцами, не влияло на плодовитость самок, спаривавшихся с многократно копулировавшими самцами. Например, у апрельского хруща плодовитость самок, копулировавших с многократно спаривавшимися самцами, снижалась на 15—20% при концентрации тиотэфа 0,1—0,5% и на 25—35% — при концентрации 1,0—2,0% [Иващенко, Олещенко, 1973б].

Продолжительность спариваний фиксировалась визуально. Обработка самцов раствором 0,5%-ного тиотэфа не влияла на их поведение. Спаривание у жуков 28-пятнистой картофельной коровки может продолжаться, по нашим наблюдениям, от 35 мин до 3 ч 40 мин и более. У стерилизованных самцов так же, как и у нормальных, 62,7 и 64,3% спариваний длится не более 1 ч, а 30,4—30,5% спариваний — от 1 до 2 ч.

Вскрытие молодых самок, спаривавшихся с самцами, обработанными 0,5%-ным тиотэфом (1976—1977 гг.), показало, что 14,0—15,3% из них не имело спермы в сперматеках. Следовательно, спаривание не завершилось переносом спермы в сперматеку самок. В контроле 15,3% самок, у которых визуально было зафиксировано спаривание с нормальными самцами, также не имело спермы. Таким образом, обработка самцов 0,5%-ным раствором тиотэфа не влияла на перенос спермы самцом в сперматеку спаривавшейся с ним самки.

Динамика половой активности стерилизованных 0,5%-ным водно-ацетоновым раствором тиотэфа и нормальных самцов изучалась на молодых жуках картофельной коровки. Полученные нами данные показывают, что один нормальный самец может оплодотворить от 1 до 3 самок из 5 предложенных, стерилизованный — 1—2. Нами установлено, что при ежедневной смене самок (1—4 августа) как обработанный, так и нормальный самец в среднем оплодотворял не более одной самки. Вскрытие самок, находящихся в течение 7 сут с одним и тем же самцом, показало, что стерилизованный самец в среднем оплодотворил 26,7% самок, нормальный — 45,8%.

В течение первых 5 сут после обработки, когда самки были заменены через 2 и 3 сут, стерилизованные самцы оплодотворили 48% девственных самок. За это же время нормальные самцы оплодотворили около 28,5% предложенных самок. При этом мы не исключаем возможность повторных копуляций самцов с одними и теми же самками.

Проведенное нами вскрытие самок показало, что ежедневная смена их не стимулировала у самцов картофельной коровки, как стерилизованных, так и нормальных, более высокую активность спариваний. Совместное длительное содержание самцов и самок (2, 3 и 7 сут) обеспечивало увеличение количества оплодотворенных самок как в опыте, так и в контроле.

В результате проведенных нами исследований показано (см. таблицу), что обработка самцов эпипляхны диматифом или тиотэфом оказывала существенное влияние на их половую активность. Стерилизованные диматифом перезимовавшие самцы спаривались в 2 раза менее интенсивно, чем контрольные. После погружения в 0,5%-ный раствор тиотэфа перезимовавшие самцы провели в среднем 5,1 спаривания, в то время как контрольные — 8,9.

На половую активность самцов летнего поколения хемостерилианты не оказывали такого большого отрицательного воздействия, как на перезимовавших насекомых. После стерилизации тиотэфом обработанные самцы провели в среднем 5,5 (в 1976 г.) и 7,0 (в 1977 г.) копуляций, контрольные соответственно — 8,0 и 7,1 (см. таблицу).

Наблюдаемое снижение половой активности обработанных хемостерилиантами самцов не может служить существенным препятствием при проведении борьбы с эпипляхной методом выпуска стерилизованных насекомых, так как метод половой стерилизации предполагает значительное численное преобладание (не менее чем в 10 раз) стерилизованных самцов над нормальными. Кроме того, проведенные нами опыты показывают, что половая активность самцов после стерилизации, хотя и снижается по сравнению с контролем, но все же остается на достаточно высоком уровне. В течение первой недели активность спариваний стерилизованных самцов превышает таковую нормальных. Следовательно, разработанные нами способы химической стерилизации 28-пятнистой картофельной коровки могут быть использованы в программе интегрированной борьбы с этим вредителем.

ЛИТЕРАТУРА

Булыгинская М. А., Вронских Г. Д., Чебанов Г. Е. Половая химическая стерилизация как возможный метод борьбы с 28-точечной картофельной коровкой. — Энтомологический обзор, 1972, т. 51, вып. 4, с. 760—767.

Булыгинская М. А., Иванова Т. В., Вронских Г. Д. Влияние повторных копуляций самок полигамных видов с нормальными и стерилизованными самцами на жизнеспособность яиц. — Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та защиты растений, 1974, вып. 40, с. 82—93.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.

Иващенко И. И., Олещенко И. Н. Половая активность самцов шелкоуна *Agriotes litigiosus* Rossi и хруща *Rhizotrogus aequinoctialis* Herbst., стерилизованных тиотэфом. — В кн.: Материалы совещания по прогрессивным методам борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. М., 1973а, с. 76—77.

Иващенко И. И., Олещенко И. Н. Химическая стерилизация апрельского хруща с помощью тиотэфа. — С.-х. биология, 1973б, т. 8, № 4, с. 622—624.

Чугунова Г. Д. Стерилизующее действие производных этиленмина на репродуктивные функции карадрины *Laphygma exiqua* Hb. и картофельной коровки *Epilachna vigintioctomaculata* Motsch.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: ВАСХНИЛ. Всесоюз. н.-и. ин-т защиты растений, 1970.

Ezuch M., Kechuku K. T., Hopingazner Roder A. Apholate chemosterilization of the cereal leaf beetle. — J. Econ. Entomol., 1967, v. 60, n. 4, p. 907—910.

Haynes J. W. et al. Mating sterility of male boll weevils treated with busulfan plus hempa/J. W. Haynes, N. Milin, T. B. Davich, B. J. Nail, J. R. Dawson. — Environ. Entomol., 1975, v. 4, n. 2, p. 315—318.

Lindquist D. A. et al. Laboratory studies on sterilization of the boll weevil with apholate/D. A. Lindquist, L. J. Gorzycki, M. S. Mayner, A. L. Scalles, T. B. Davich. — J. Econ. Entomol., 1974, v. 57, n. 5, p. 745—750.

Nilakhe S. S., Earle N. W. Mating frequency of normal vs. sterile male boll weevils in the laboratory. — Ibid., 1976, v. 69, n. 4, p. 459—461.