

- Fukami: *Agr. Biol. Chem.*, 35, 447 (1971).
- 4) Dahm, K. H., I. Richter, D. Meyer and H. Röllner: *Life Sci.*, 10, 531 (1971).
 - 5) Brady, U. E., D. A. and D. A. Nordlund: *Ibid.*, 10, 797 (1971).
 - 6) Ganyard, M. C. and U. E. Brady: *Nature*, 234, 415 (1971).
 - 7) Karlson, P. and A. Butenandt: *Ann. Rev. Entomol.*, 4, 39 (1959).
 - 8) 桑原保正, 北村実彬, 高橋史樹, 深海 浩: 防虫科学 33, 158 (1968).
 - 9) 高橋史樹, 六浦 晃: 応動昆 8, 129 (1964).

Summary

Response of the male almond moth *Cadra cautella* Walker to the sex pheromone was tested by the following two methods:

Method 1—Unmated male moths were released in a closed room (100×150 cm, 160 cm in height, 2.4 m³) where sticky pheromone traps were

placed on positions A and B as shown in Fig. 1. Method 2—The pheromone was introduced by air stream into a glass tube in which unmated male moths were confined (Fig. 2). Response of the male moths was classed as to a) wing fluttering, b) orientation, and c) attraction.

The crude extraction from virgin female moths showed strong activity of attraction to male moths by both methods, and the activity increased with the amount of the extract applied. On the contrary, synthesized pure sex pheromone, *cis*-9, *trans*-12-tetradecadienyl acetate, showed the same results as the crude extract by method 2, but it did not show attractiveness by method 1 when the amount of the pheromone exceeded a certain level.

More rapid decrease in activity of attraction to male moths was observed on the synthesized pheromone than on the crude extract from females.

Fecundity of and Hatch of Eggs from Mulberry Leaf Beetle, *Fleutiauxia armata* Baly (Col., Chrysomelidae), Treated with Thiotepa, Metepa, Tepa, and Hempa. Masaki IBA (Kansai Branch, The Sericultural Experiment Station, Ayabe, Kyoto-623) and Chisato HIRANO (Chemistry Department, The Sericultural Experiment Station, Suginami, Tokyo-166)* Received April 24, 1972. *Botyu-Kagaku*, 37, 60 1972. (with English Summary 66)

10. クワハムシにたいする Thiotepa, Metepa, Tepa および Hempa の不妊化作用**

伊庭正樹 (蚕糸試験場関西支場) 平野千里 (蚕糸試験場化学部)* 47. 4. 24 受理

クワハムシ雌雄成虫に thiotepa, metepa, tepa および hempa の希釈液を噴霧したクワ葉を与え、それらの不妊化効果を検討した。雄成虫を処理して、無処理雌成虫と交尾させた実験では、thiotepa (0.01%以上), metepa (0.05%以上), tepa (0.025%以上) で強い不妊化効果がみられた。これらの効果は、主として孵化率の低下として観察され、処理によって誘発された精子核の異常が原因となったものと推定される。一方、hempa は4%液噴霧区でも雄成虫にたいして不妊化作用をもたない。

既交尾雌成虫を処理した場合には、thiotepa (0.002%以上), metepa (0.2%以上), tepa (0.05%以上) で強力な不妊化効果がみられた。これらの不妊化効果は、卵巣の发育抑制による産卵数の減少と、卵における发育異常の複合された結果と考えられる。Hempa 処理でも4%区ではいちじるしい産卵数の減少がみられたが、産下卵の孵化率は高く、卵そのものにたいする特異的な影響はないものと考えられる。

クワ害虫の殺虫剤による防除は、使用薬剤のカイコにたいする毒性、とくに残留毒性への配慮から、薬剤の種類や使用時期に少なからぬ制約を受けており、天敵の導入、誘殺法、不妊化法などをとり入れた、いわゆる総合防除技術体系の確立がいそがれている現状である。本文はこのような背景のもとに、養蚕領域における化学不妊剤の利用可否の目安を得るためおこなった

実験の一部であり、クワハムシ *Fleutiauxia armata* にたいして4種の既知化学不妊剤を経口的に投与し、

* Present address: Pesticide Research Laboratory, Kochi University, Nangoku-shi, Kochi-783. 現在：高知大学農学部。

** 本報の一部は日本蚕糸学会第38回学術講演会において講演した。

それらの不妊効果を調査した結果である。

アジリジン系化合物を中心とするいわゆる化学不妊剤の有効性の検討は、はじめ主として双翅目の人畜害虫を対象におこなわれたが、その後農作物害虫もとり上げられるようになり、食植性鞘翅目害虫としては、テントウムシダマシ^{1,2)}、マメコガネ^{3,4)}、ハムシ類⁵⁻⁸⁾、ゾウムシ類⁹⁻¹⁷⁾などで研究が進められている。とくにワタゾウムシ *Anthonomus grandis* では、単なる不妊効果の検討だけでなく、虫体内における不妊剤の代謝^{18,19)}、処理虫の生殖巣の形態学的・組織学的観察^{20,21)}、交尾行動に関連した調査^{22,23)}、さらに小規模の野外試験²⁴⁻²⁶⁾までおこなわれている。

本実験実施にあたり、供試薬剤を分譲して下さった農業技術研究所 浅川勝技官、ならびに種々御便宜をはかれた蚕糸試験場 菊地実・安村作郎両技官に厚くお礼申し上げる。

材料と方法

供試不妊化薬剤：化学不妊剤として、下記の4化合物を用いた。

Thiotepa: Tris [1-(2-methyl) aziridinyl] phosphine sulfide (テスパミン® 注射液)

Metepa : Tris [1-(2-methyl) aziridinyl] phosphine oxide (純度95%)

Tepa : Tris (1-aziridinyl) phosphine oxide (純度80%)

Hempa : Tris (dimethylamino) phosphine oxide (純度98%)

これらのうち thiotepa は注射用アンプルのまま室温下に、また metepa 以下3種は密栓した褐色ビンに入れ5°Cの冷蔵庫内にそれぞれ保存し、使用のつど、蒸留水で所定の濃度に希釈した。

供試虫：実験供試昆虫は、羽化直後のクワハムシ *Fleutiauxia armata* BALY である。雄成虫処理の実験では、4月下旬に発生の多いクワ園の地表にビニールネット製のトラップを設置して、未交尾の雌雄成虫を採集し、雌雄を分け、供試した。また雌成虫処理の実験では、同じ頃にクワ樹上で交尾中の雌雄を採集し、雌のみを供試した。

不妊化処理方法：供試薬剤は経口的に投与した。すなわち第2、3開葉期の芽が数個着生した約10 cm長のクワ枝、または鉢植えのクワ実生苗に、調製直後の各薬剤希釈液を、十分濡れる程度に噴霧した。風乾後、伐採枝の場合は砂挿して、また鉢植えの場合は鉢のまま、飼育箱に入れ、成虫を5～8日間放飼することにより、薬剤の付着したクワ葉を食下させた。このようにして得た個体を処理雄成虫、または処理雌成虫と

してとり扱った。

飼育および調査方法：雄成虫処理の場合には、処理雄成虫を未交尾無処理雌成虫群とともに飼育箱内に放飼して自由に交尾させた。交尾を確認した雌雄は、ただちに1対ずつ試験管(2×20 cm)に移し、無処理クワ葉を与えて30～50日間、1対育をおこない、試験管底部にあらかじめ入れておいた土壤中に産卵させた。産卵用の土壌としては、卵の識別計数が容易かつ正確におこなえるよう、20メッシュの分析用ふるいを通した腐植質火山灰土を用い、乾燥による産下卵の死亡を防ぐため適宜水滴で補湿した。

産下卵は、成虫の飼育が終了してからさらに約50日間放置した後、実体顕微鏡下で土と分離し、産卵数と孵化卵数を調査した。このようにして各処理区ごとに孵化率を算出し、さらに次式²⁷⁾にしたがって不妊化率を求めた。

$$\text{不妊化率(\%)} = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100$$

V_1 ……無処理区の平均孵化卵数

V_2 ……各処理区の平均孵化卵数

また既交尾雌成虫に薬剤処理クワ葉を食下させた実験では、処理雌成虫を1頭ずつ試験管に移し、雄成虫処理区と同様に産卵させ、産下卵の孵化状態を調べた。

以上の飼育はすべて網・ガラス室内で、自然温度下でおこなった。それぞれの実験によって異なる条件は、以下そのつど記す。

実験結果

(1) 雄成虫にたいする不妊化効果 I

未交尾雄成虫にたいする thiotepa (供試濃度範囲 0.02～0.001%)、metepa (0.2～0.025%)、tepa (0.2～0.0125%)、および hempa (4.0～0.25%) の不妊化効果を検討した。

Thiotepa を用いた実験は1966年におこない、各濃度の薬剤希釈液を噴霧したクワ葉を5日間食下させて処理雄成虫を得、交尾後は15日間、雌雄1対育をおこなった後雄成虫を除き、雌成虫のみをさらに35日間飼育し、この間における産下卵を調査した。

Metepa, tepa および hempa を用いた実験は1967年におこない、薬剤噴霧クワ葉を5日間食下させて処理雄成虫を得、交尾後は30日間、雌雄1対育をおこない、この間の産下卵を調査した。

実験結果を第1表および第2表に示す。

交尾行動：薬剤噴霧クワ葉を食下した雄成虫の、未交尾雌成虫との交尾行動には、いずれも異常は認められなかった。ただし無処理雄成虫との間の交尾競争については、実験していない。

生存期間：処理雄成虫の生存期間は、tepa 高濃度

Table 1. Fecundity and egg-viability of a normal female beetle, after confinement with a male beetle fed mulberry leaves sprayed with different concentrations of thiotepa.

% concentration	No. replicates	Mean no. eggs laid	Mean no. eggs hatched	% viable eggs	% control of reproduction*	% male mortality after 15 days
0.02	8	104	3	2.9	98.6	38
0.01	8	129	8	6.2	96.2	50
0.004	8	182	42	23.1	79.8	13
0.002	8	189	97	51.3	53.4	25
0.001	8	185	152	82.2	26.9	63
Control	8	215	208	96.7	0.0	50

$$* \% \text{ control of reproduction} = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100$$

V_1 —the number of viable eggs per female in a control,

V_2 —the number of viable eggs per female in a test treatment.

Table 2. Fecundity and egg-viability of a normal female beetle, after confinement with a male beetle fed mulberry leaves sprayed with metepa, tepa, or hempa.

Compound and concentration (%)	No. replicates	Mean no. eggs laid	Mean no. eggs hatched	% viable eggs	% control of reproduction	Mean male longevity in days
Metepa 0.2	5	163	10	6.1	94.4	21
0.1	5	155	7	4.5	96.0	24
0.05	5	217	18	8.3	89.8	21
0.025	5	162	99	61.1	44.1	22
Tepa 0.2	5	134	3	2.2	98.3	14
0.1	5	148	5	3.4	97.2	11
0.05	5	177	12	6.8	93.2	25
0.025	5	172	21	12.2	88.1	20
0.0125	5	192	88	45.8	50.3	23
Hempa 4.0	5	157	144	91.7	18.6	18
2.0	5	156	155	99.4	12.4	26
1.0	5	121	120	99.2	32.2	18
0.5	5	150	135	90.0	23.7	23
0.25	5	173	170	98.2	4.0	17
Control	5	180	177	98.3	0.0	23

区 (0.1~0.2%) でやや短縮した以外は、とくに対照区との間に差はみられなかった。また処理雄成虫と交尾した無処理雌成虫の生存期間は、各処理区とも対照区との間に差はみられなかった。

産卵数：Metepa および hempa 処理区では、産卵数と処理濃度の間に一定の関係はみられない。一方 thiotepa と tepa 処理区では高濃度 (thiotepa では 0.01~0.02%, tepa では 0.1~0.2%) で産卵数の減少する傾向が認められた。この一因は、これらの処理区の雌成虫の一部が、比較的早く死亡してしまったことによる。この死亡が雄成虫に投与された薬剤の影響であるかどうかは明らかでないが、平均値でみる限り、

これらの処理区の生存期間が短いということは決してない。したがって thiotepa と tepa を含めて、いずれの薬剤による雄成虫処理も、供試した濃度範囲内では、産卵数には大きい影響を与えないといえよう。

孵化率：Hempa を除く 3 薬剤で雄成虫を処理した場合、産下卵の孵化率はいちじるしい低下を示した。すなわち thiotepa 0.01%以上、metepa 0.05%以上、tepa 0.025%以上で、ほとんどの卵は孵化せず、さらに thiotepa 0.002%, metepa 0.025%, tepa 0.0125%でも産下卵の約半数は孵化しなかった。これに反し、hempa では供試最高濃度 4%においても、産下卵の大部分が孵化した。

不妊化率: Hempa を除く 3 薬剤で雄成虫を処理した場合、きわめて高い不妊化効果がみられた。すなわち thiotepa では 0.01% 以上, metepa では 0.05% 以上, tepa では 0.025% 以上の各濃度で、不妊化率は 90% あるいはそれ以上を示した。Hempa でも 0.5% 以上の各濃度で 10~30% の不妊化率が得られたが、濃度との間に比例的な関係は認められなかった。

(2) 雄成虫にたいする不妊化効果 I

前実験で雄成虫にたいして不妊化効果のみられた metepa と tepa を用い、不妊化効果の詳細、とくに再交尾した場合の効果を中心に検討した。実験は 1968 年におこない、処理濃度は両薬剤とも 0.05% および 0.1% である。

薬剤噴霧クワ葉を 7 日間摂食させて得た処理雄成虫を、一旦未交尾雌成虫と交尾させた後、再度別の未交尾雌成虫と交尾させた。それぞれの雌成虫を 40 日間個体別に飼育し、その間における産卵数とその孵化状態を調査した。結果を第 3 表に示す。

処理雄成虫の交尾行動: 処理雄成虫の交尾行動は、2 回の交尾を通じて、いずれの処理区でも、無処理雄

成虫と比較して異常はみられなかった。

産卵数および孵化率: 処理雄成虫と交尾した雌成虫の産卵数は、最初に交尾した雌成虫も 2 回目に交尾した雌成虫も、供試した濃度範囲内では薬剤の種類にかかわらず、対照区と差がなかった。さらに未交尾雌成虫はほとんど産卵しないことからみて、処理雄成虫は完全な交尾能力をもつこと、またその精子の運動性は正常であることが推定される。

一方、産下卵の孵化率は、初回交尾の雌成虫でも、2 回目交尾の雌成虫でも、ともに 10% 以下であり、あきらかな不妊化効果が認められた。

(3) 雌成虫にたいする不妊化効果

Thiotepa を用いた実験は 1966 年におこない、既交尾雌成虫に処理クワ葉を 8 日間食下させた後、50 日間試験管内で個体飼育し、産下卵数および孵化状態を調査した。また metepa, tepa および hempa を用いた実験 (1967 年実施) では、処理クワ葉を 5 日間食下させた既交尾雌成虫を、3 頭ずつ 1 組として、30 日間試験管飼育し、産下卵を調査した。結果を第 4 表および第 5 表に示す。

Table 3. Fecundity and egg-viability of two normal female beetles mated successively with a single male fed mulberry leaves sprayed with metepa or tepa.

Compound and concentration (%)	Mating order in female	No. replicates	Mean no. eggs laid	Mean no. eggs hatched	% viable eggs	% control of reproduction
Metepa 0.1	1 st	9	229	7	3.1	96.9
	2 nd	9	242	10	4.1	95.5
	1 st	9	239	17	7.1	92.4
	2 nd	9	231	19	8.2	91.5
Tepa 0.1	1 st	10	222	6	2.7	97.3
	2 nd	10	216	10	4.6	95.5
	1 st	8	296	14	4.7	93.7
	2 nd	8	206	14	6.8	93.7
Control Unmated	—	10	228	223	97.8	0.0
	—	5	7	0	0	—

Table 4. Fecundity and egg-viability of a mated female beetle fed mulberry leaves sprayed with thiotepa.

% concentration	No. replicates	Mean no. eggs laid	Mean no. eggs hatched	% viable eggs	% control of reproduction	% mortality	
						female after 20 days	after 50 days
0.02	5	18	6	33.3	97.3	40	100
0.01	5	32	6	18.8	97.3	60	100
0.004	5	45	15	33.3	93.3	20	80
0.002	5	106	26	24.5	88.3	20	20
0.001	5	128	99	77.3	55.6	0	60
Control	5	224	223	99.6	0.0	20	40

Table 5. Fecundity and egg-viability of a mated female beetle fed mulberry leaves sprayed with metepa, tepa, or hempa.

Compound and concentration (%)	No. replicates	Mean no. eggs laid	Mean no. eggs hatched	% viable eggs	% control of reproduction	Mean female longevity in days
Metepa 0.2	6	33	13	39.4	94.4	16
0.1	6	110	50	45.5	78.4	23
0.05	6	140	61	43.5	73.5	30<
0.025	6	242	145	59.9	37.5	30<
Tepa 0.2	6	33	14	42.4	94.0	18
0.1	6	44	16	36.4	93.1	25<
0.05	6	70	28	40.0	87.9	24<
0.025	6	100	57	57.0	75.4	18<
0.0125	6	173	119	68.8	48.7	26<
Hempa 4.0	6	71	70	98.6	69.8	14
2.0	6	185	182	98.4	21.6	24<
1.0	6	230	222	96.5	4.3	26<
0.5	6	218	216	99.1	6.9	29<
0.25	6	197	196	99.5	15.5	24<
Control	6	233	232	99.6	0.0	26<

生存期間：雄成虫処理の場合とは異なり、雌成虫の生存日数は、thiotepa 0.01%以上、metepa 0.2%、tepa 0.2%、hempa 4%（以上はいずれも供試最高濃度）の各区で、あきらかに短縮することが観察された。

産下卵数および孵化率：Thiotepa, metepa および tepa で処理したクワ葉を食下した場合、既交尾雌成虫の産卵数は、薬剤濃度の上昇とともに急激に減少する。また hempa 区でも供試最高濃度（4%）で産卵数が減少した。このような産卵数の減少の原因は、一部は雌成虫の生存日数の短縮にあるかもしれない。しかし hempa を除き、生存日数の短縮がまったくみられない低濃度（thiotepa 0.004%, metepa 0.05%, tepa 0.025%）ですでにあきらかな産卵数の減少が認められることから、tepa 系3薬剤によって造卵能力の低下が起きていると結論できよう。

孵化率は thiotepa 0.002%以上、metepa 0.05%以上、tepa 0.05%以上の濃度区で50%以下となり、明瞭な影響がみられた。これに反し hempa では、すべての濃度区で孵化率95%以上を示し、産下卵の發育はまったく影響を受けていないことがわかる。

不妊化率：不妊化率は供試した4薬剤とも、濃度の上昇とともに高くなる。とくに thiotepa では0.004%以上、metepa では0.2%以上、tepa では0.1%以上の濃度で90%以上の不妊化率が得られた。しかし hempa では供試最高濃度4%でようやく70%の不妊化率が得られるにとどまった。

考 察

クワハムシはクワ樹の発芽開葉期にあたる4月中旬ごろから、地中で羽化し、地上にあらわれる。雄成虫の出現は雌よりもほぼ1週間早く、一方生存日数はあきらかに雄が短い。したがって圃場における性比は、羽化出現期前半には雄が多いが、最盛期をすぎると雌が多くなる²⁸⁾。

本実験では、雄成虫処理区では羽化最盛期に採集した未交尾雌雄成虫を、また雌成虫処理区では、同時期に採集した既交尾雌成虫を供試した。野外の新鮮成虫の個体数が多く、内容的には比較的多数の未交尾雄成虫と比較的少数の既交尾雌雄成虫とで代表される時期である。

クワ葉に水溶液として噴霧し、雄成虫に経口的に投与した場合、thiotepa は0.01%以上、metepa は0.05%以上、また tepa は0.025%以上で非常に高い不妊化効果がみられた。さらに metepa と tepa に関しては、処理雄成虫は初回の交尾だけでなく、未交尾雌成虫と再交尾させても、その不妊性が持続されていることが示された。

一方雄成虫を不妊化させる濃度範囲内で、処理雄成虫の生存日数や交尾行動は何の影響も受けない。鞘翅目昆虫のうち、apholate 処理のテントウムシダマシ雌雄成虫⁹⁾、クビボソハムシ雄成虫⁹⁾、ハムシの1種 *Diabrotica undecimpunctata howardi* 雌雄成虫⁹⁾、アルファルフゾウ雌雄成虫¹⁷⁾、apholate あるいは

tepa 処理のワクゾウムシ雄成虫^{11,20}、さらに aphamide, apholate あるいは tepa 処理のプラムゾウムシ雄成虫^{12,19}、などでは多少とも死亡率の上昇が報告されているが、クワハムシ雄成虫では供試した3化合物とも毒性は示さなかった。しかしながら一見正常にみえる処理雄成虫が、無処理雄成虫との交尾競争に十分たえられるかどうかは、今後検討を要する。

処理雄成虫と交尾した雌成虫の産卵数が、対照区とほとんど変わらないことからみて、thiotepa, metepa, tepa で不妊化された雄成虫においても精子の形成やその活動性は正常であり、おそらく受精能力ももっているものと考えられる。そして不妊効果が主として産下卵の不孵化として現われることを考えあわせると、不妊化機構として精子核における優性致死変異の誘起を推定することができる。

現在まで化学不妊剤の作用について研究されている鞘翅目昆虫のうち、metepa で処理されたアズキゾウムシ雄成虫では、クワハムシと同様に精子核における優性致死変異の誘発が推定されている²⁰。一方ワクゾウムシでは精巣発育の抑制や減数分裂中・後期における染色質の行動異常²⁰や精子形成の異常とくに精原細胞の壊死²¹が観察されている。また apholate 処理のハムシでは、正常な精子が形成されるが、生殖付属腺の発育異常のため精液が分泌されず、交尾しても精子が雌虫体内に送られないという⁷。

3種類のアジリジン系化合物が強力な不妊化作用をもつのに反し、分子中にエチレンジアミン基をもたない hempa はまったく効果がなかった。Hempa は tepa ときわめてよく似た化学構造をもち、イエバエの雄成虫にたいして tepa と同様に強力な不妊化作用をもつことが示されて以来³⁰、多くの昆虫で試験されているが、興味あることに *Musca sorbens*³¹、*Fannia canicularis*^{32,33}、*Anastrepha ludens*³⁴ など双翅目の害虫にたいしてのみ不妊化効果をもち、タバコガ類^{35,36,37}、マイマイガ³⁸、カイコ³⁹、エンドウヒゲナガアブラムシ⁴⁰、カメムシの1種 *Oncopeltus fasciatus*⁴¹、ワタゾウムシ^{11,15,25}、マメコガネ³ などには、ほとんどあるいはまったく不妊化作用を示さない。

アジリジン系の3化合物は既交尾のクワハムシ雌成虫にたいしても、雄成虫にたいするとほぼ等しい濃度範囲で不妊化効果を示した。ただ雄成虫処理区とは異なり、処理によって産卵数そのものが、あきらかに減少する。ハムシの1種 *Diabrotica undecimpunctata howardi* 雌成虫を apholate で処理した場合には、卵巣の発育が悪く、さらに卵巣小管の大きさが小さく数も少ないことが知られている⁷。クワハムシ雌成虫でも、卵核における優性致死変異の誘発というよりも、卵巣の発育の抑制が不妊化効果の主因になっている可

能性が大きいように思われる。もちろん処理区では産下卵の孵化率も対照区にくらべて低いので、卵巣の発育ばかりでなく、卵の発生そのものも優性致死変異などの影響を受けていることはあきらかである。なおマメコガネの既交尾雌成虫を tepa 溶液に浸漬した実験から Ladd ら⁴は、卵の不妊化に必要な濃度よりもずっと低い濃度で、雌成虫体内にある精子が不妊化されると述べている。

既交尾雌成虫を供試した実験で観察されたもうひとつの興味ある事実は、hempa 処理でも高濃度になるとあきらかな産卵数の減少がみられることである。恐らく卵巣の発育が抑制されたためであろう。ただアジリジン系化合物の場合とは異なり、産下卵の孵化率は非常に高いので、雄成虫処理の場合と同様に、hempa によって特異的な不妊化は誘導されないものと推定できる。

引用文献

- 1) Henneberry, T. J., Smith, F. F. and W. L. McGovern.: *J. Econ. Entomol.*, 57, 813 (1964).
- 2) Webb, R. E. and F. F. Smith.: *J. Econ. Entomol.*, 61, 521 (1968).
- 3) Ladd, T. L., Jr.: *J. Econ. Entomol.*, 59, 422 (1966); 61, 1058 (1968); 63, 438 (1970); 63, 458 (1970).
- 4) Ladd, T. L., Jr., Collier, C. W. and E. L. Plasket.: *J. Econ. Entomol.*, 61, 942 (1968).
- 5) Creighton, C. S., Cuthbert, E. R., Jr. and W. J., Jr. Reid.: *J. Econ. Entomol.*, 59, 163 (1966).
- 6) Ezneh, M. I. and R. A. Hoopingarner.: *J. Econ. Entomol.*, 60, 907 (1967).
- 7) Hamilton, E. W. and G. R. Sutter.: *J. Econ. Entomol.*, 62, 1285 (1969).
- 8) Skelton, T. E. and P. E. Hunter.: *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 63, 335 (1970).
- 9) Hedin, P. A., Cody, C. P. and A. C., Jr. Thompson.: *J. Econ. Entomol.*, 57, 270 (1964).
- 10) Lindquist, D. A., Gorzycki, L. J., Mayer, M. S., Scales, A. L. and T. B. Davich.: *J. Econ. Entomol.*, 57, 745 (1964).
- 11) Haynes, J. W., Hedin, P. A. and T. B. Davich.: *J. Econ. Entomol.*, 59, 1014 (1966).
- 12) Hays, S. B. and J. H. Cochran.: *J. Econ. Entomol.*, 57, 217 (1964).
- 13) Roach, S. H. and J. A. Buxton.: *J. Econ. Entomol.*, 58, 802 (1965).
- 14) Cram, W. T.: *J. Econ. Entomol.*, 60, 885

- (1967).
- 15) Klassen, W., Norland, J. F. and A. B. Borkovec.: *J. Econ. Entomol.*, 61, 401 (1968).
- 16) McLaughlin, J. R. and R. G. Simpson: *J. Econ. Entomol.*, 61, 1730 (1968).
- 17) Sprengel, R. K. and W. G. Yendol: *J. Econ. Entomol.*, 62, 122 (1969).
- 18) Parish, J. C. and B. W. Arthur: *J. Econ. Entomol.*, 58, 976 (1965).
- 19) Hedin, P. A., Wiygul, G. and N. Mitlin: *J. Econ. Entomol.*, 60, 215 (1967).
- 20) Hedin, P. A., Wiygul, G., Vickers, D. A., Bartlett, A. C. and N. Mitlin: *J. Econ. Entomol.*, 60, 209 (1967).
- 21) Reinecke, L. H., Klassen, W. and J. F. Norland: *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 62, 511 (1969).
- 22) Lindquist, D. A. and V. S. House: *J. Econ. Entomol.*, 60, 468 (1967).
- 23) Gilliland, F. R., Jr. and T. B. Davich: *J. Econ. Entomol.*, 61, 852 (1968).
- 24) Davich, T. B., Keller, J. C., Mitchell, E. B., Huddleston, P., Hill, R., Lindquist, D. A., McKibben, G. and W. H. Cross: *J. Econ. Entomol.*, 58, 127 (1965).
- 25) McGovern, W. L., Hardee, D. D. and T. B. Davich: *J. Econ. Entomol.*, 62, 1144 (1969).
- 26) Schuster, M. F. and J. C. Boling: *J. Econ. Entomol.*, 62, 1372 (1969).
- 27) Chamberlain, W. F.: *J. Econ. Entomol.*, 55, 240 (1962).
- 28) 伊庭正樹: 日蚕関西講要, 27 (1963).
- 29) 中山 勇・長沢純夫: 応動昆, 10, 192 (1966).
- 30) Chang, S. C., Terry, P. H. and A. B. Borkovec: *Science*, 144, 57 (1964).
- 31) Hafez, M., Osman, M. F. and M. A. S. Erakey: *J. Econ. Entomol.*, 63, 1167 (1970).
- 32) Davis, H. G. and G. W. Eddy: *J. Econ. Entomol.*, 59, 993 (1966).
- 33) Pausch, R. D.: *J. Econ. Entomol.*, 62, 25 (1969).
- 34) McFadden, M. W. and R. E. P. Rubio: *J. Econ. Entomol.*, 59, 1400 (1966).
- 35) Flint, H. M., Klassen, W., Kressin, E. and J. Norland: *J. Econ. Entomol.*, 61, 938 (1968).
- 36) Flint, H. M., Klassen, W., Norland, J. F. and E. L. Kressin: *J. Econ. Entomol.*, 61, 1726 (1968).
- 37) Benkwith, K. B., Jr. and J. B. Graves: *J. Econ. Entomol.*, 63, 984 (1970).
- 38) Collier, C. W. and J. E. Downey: *J. Econ. Entomol.*, 60, 265 (1967).
- 39) 伊庭正樹・平野千里・井上昭司 (蚕糸研究投稿中)
- 40) Bhalla, O. P. and A. G. Robinson: *J. Econ. Entomol.*, 61, 552 (1968).
- 41) Economopoulos, A. P. and H. T. Gordon: *J. Econ. Entomol.*, 62, 1326 (1969).

Summary

To determine effects of four insect-chemosterilants thiotepa, metepa, tepa, and hempa on reproduction of *Flautiauxia armata*, adult beetles were fed mulberry leaves sprayed with aqueous solutions of test chemicals at different concentrations. Male specimens were effectively sterilized with 0.01% thiotepa, 0.05% metepa, or 0.025% tepa. Eggs of normal female beetles paired with these males were 90% sterile, yet the longevity of the treated males was not reduced. Sterilized males retained their normal mating behavior.

When mated females were fed sprayed mulberry leaves, the egg per female and the viability of the eggs reduced significantly. Ninety per cent sterility (control of reproduction) was induced with 0.002% thiotepa, 0.2% metepa, or 0.05% tepa. Longevity of treated females was slightly reduced at the sterilizing concentrations.

Thiotepa was the most effective sterilizing agent for both sexes, then tepa, with metepa the least effective. Hempa, administered orally with mulberry leaves, had no effect on reproduction of this insect.