

农药亚致死剂量对优姬蜂 交配行为影响的研究

古德就¹ D.J.Wright² J.K.Waage³

(1 华南农业大学植保系, 广州, 510642; 2 Imperial College at Silwood Park, U.K;
3 CAB International Institute of Biological Control, U.K)

摘要 用 $100 \times 10^{-6}\%$ 农梦特和空白农梦特乳油, 以及 $0.01 \times 10^{-6}\%$ 氯氰菊酯处理寄生于小菜蛾幼虫的优姬蜂雄蜂, 观察农药亚致死剂量对优姬蜂交配行为的影响。结果表明, 受农梦特处理的雄蜂只有 68.18% 在遇到雌蜂时引起翅膀扇动。在农梦特和氯氰菊酯处理中, 雄蜂对雌蜂在交配行为上的反应迟钝, 它们从试验开始到扇动翅膀的时间显著地比对照和空白农梦特乳油的推迟, 其交配率分别为 27.27% 和 55%, 交配抑制率分别为 53.68% 和 32.06%。

关键词 农药; 亚致死剂量; 优姬蜂; 交配行为; 交配抑制率
中图分类号 Q968.1

协调好生物防治和化学防治是害虫管理中一个带根本的挑战性问题 (Croft, 1990; Mority, 1969)。人们在采用化学防治技术来防治害虫以达到获得一定的经济效益的同时, 也注意到了应用化学农药对环境的污染、害虫再猖獗和害虫抗生等问题, 并作了克服这些副作用的研究 (Croft, 1990; Waage, 1990)。而农药对天敌的影响是协调好化学防治和生物防治的基础理论问题, 也是实际问题。一项生物防治措施在实践中能否成功地实施, 往往与能否协调好化学防治和生物防治有关。前人根据农药对天敌的生长发育、繁殖、行为及种群动力学的的影响都作了不少研究 (古德就, 1990, 1994; Croft, 1990; Gu et al, 1990)。

农梦特 (Nomolt) 是昆虫生长调节剂, 对鳞翅目昆虫幼虫尤为有效。但它对昆虫成虫, 尤其对膜翅目成虫的影响还没有报道 (Fisher, 1989)。优姬蜂 *Diadegma eucerophaga* (膜翅目, 姬蜂科) 是小菜蛾 *Plutella xylostella* 幼虫体内的一种寄生蜂, 它对小菜蛾种群的抑制起着重要的作用 (Chua, 1985)。本文主要研究农药农梦特和氯氰菊酯 (cypermethrin) 对优姬蜂交配行为的影响。

1 材料与方法

1.1 优姬蜂的饲养

在恒温室 (20℃, 20%, LD16:8) 用白菜饲养小菜蛾幼虫, 然后让优姬蜂成蜂在小菜蛾幼虫体内产卵, 继续饲养被寄生的小菜蛾幼虫, 直至优姬蜂结茧、化蛹。把优姬蜂的茧收集, 待 5 至 7d 后则获得优姬蜂成蜂。

1.2 试验用的优姬蜂一律经标准化 (古德就, 1990; Gu et al, 1990)

1994-08-25 收稿

方法是:把刚从茧羽化出的成蜂用吸虫器引入指头瓶内,每瓶10头,用40%蜜糖水饲养3至5d,使雌蜂和雄蜂有充足的机会交配。所以试验用蜂一律为3~5d龄期。

1.3 农药对优姬蜂毒性的试验

本试验用的农药农梦特(Nomolt)(15 EC)、空白农梦特(blank Nomolt)(15 EC)和氯氰菊酯(Cypermethrin, 10 EC)都由英国ICI公司提供。所用的浓度农梦特为 $100 \times 10^{-6}\%$ (为田间所推荐用的最高浓度);氯氰菊酯为 $0.01 \times 10^{-6}\%$ 。处理的农药均用丙酮把原药剂稀释到所需浓度。并用丙酮作对照。

处理方法:用移液吸管吸取1mL药液放入指头瓶内(2.5 cm×5.5 cm),平放在瓶滚动机上,让药液均匀分布在瓶的内壁上,直到药液干燥成药膜为止,然后在每个指头瓶内引入5头标准化的雄优姬蜂,瓶口用尼龙纱盖上,尼龙纱上沾有40%蜜糖液,使蜂可通过尼龙纱眼吸食蜜糖以避免蜜糖与农药接触。

以上处理的优姬蜂经24 h以后,把存活的蜂引入干净的指头瓶内,继续饲养,直至死亡为止,记录死亡时间。

1.4 优姬蜂交配行为的观察

把以上方法处理并经24 h后活的雄优姬蜂引入到已引入一头标准化的尚未交配的雌蜂的培养皿(5 cm×2 cm)内,皿内底用滤纸铺上。然后观察在60 min内雄蜂翅膀开始扇动时间和交配次数,每处理10个重复。

本文用Sower(1975)和Ponder(1986)交配抑制率(mating suppression-MS)来估计农药对优姬蜂交配行为的影响(Ponder, 1986; Sower, 1975)。

$$\text{交配抑制率(MS)}(\%) = (\text{CKP} - \text{TP}) / \text{CKP}$$

式中,CKP=对照的雄性交配率;TP=处理的雄性交配率

2 结果和分析

2.1 农药对优姬蜂寿命的影响

表1的结果是农梦特和氯氰菊酯对优姬蜂寿命影响试验的结果,结果表明,所有的农药处理均显著地降低寄生蜂的寿命,平均寿命在15~21 d范围,而对照的寿命为30 d。同时由表1的结果可看出,在处理24 h和96 h, $1 \times 10^{-6}\%$ 和 $0.1 \times 10^{-6}\%$ 氯氰菊酯对优姬蜂的死亡率都比 $100 \times 10^{-6}\%$ 农梦特的死亡率高,其中 $1 \times 10^{-6}\%$ 氯氰菊酯在24 h内致优姬蜂百分之百死亡。所以,用 $0.01 \times 10^{-6}\%$ 氯氰菊酯作为对优姬蜂交配行为影响的试验浓度。

表1 农药对优姬蜂寿命的影响

处 理 ($\times 10^{-6}\%$)	试验蜂数	死 亡 率 / %		寿 命 / d $\pm$ S.E. ⁽¹⁾
		24 h	96 h	
农梦特(100)	22	0	4.5	14.54 $\pm$ 1.38 ^a
空白农梦特(100)	18	0	0	16.50 $\pm$ 2.79 ^{ab}
氯氰菊酯(1)	10	100	—	
氯氰菊酯(0.1)	20	25	55	
氯氰菊酯(0.01)	20	0	0	21.67 $\pm$ 2.91 ^b
对照(丙酮)	21	0	0	30.10 $\pm$ 2.25 ^c

(1) 同列数字具相同字母者表示在0.05水平下差异不显著(LSD)。

2.2 农药对优姬蜂交配行为的影响

2.2.1 农药对优姬蜂翅膀扇动的影响 雄性姬蜂通常遇到雌蜂时, 交配前首先扇动自己的翅膀, 这是交配前对雌蜂的行为反应。表 2 的结果是农药对翅膀扇动的雄蜂数及雄蜂从试验开始至自己翅膀扇动的时间数据。

表 2 农药对优姬蜂交配行为的影响

处 理 ($\times 10^{-6}\%$)	扇动翅膀 ⁽¹⁾ 的雄蜂数(头)	占 %	从试验开始到雄蜂扇动翅膀 的平均时间 / min $\pm$ S.E. ⁽²⁾
农梦特(100)	15(22)	68.18	6.95 $\pm$ 1.76 ^a
空白农梦特(100)	20(20)	100	4.85 $\pm$ 1.50 ^{ab}
氯氰菊酯(0.01)	19(20)	95	8.25 $\pm$ 1.65 ^a
对照(丙酮)	21(21)	100	3.39 $\pm$ 0.57 ^b

(1) 括号内数据为试验雄蜂数。

(2) 同列数字具有相同字母者表示在 0.05 水平下差异不显著(LSD);

由表 2 的试验结果可见, 经农梦特处理的雄蜂只有 68.18% 扇动翅膀, 对雌蜂表现出交配行为反应, 显著地比其它处理的低。经农梦特和氯氰菊酯处理后的雄蜂在试验时间内, 开始扇动自己翅膀的时间显著地推迟, 比对照的 3.39 min 推迟 3.56 min 和 4.86 min。这说明了经农药处理后的雄蜂的神经传递受到了干扰, 因此对雌蜂的交配行为反应表现出昆虫钝态(Moriarty, 1969)。

2.2.2 农药对优姬蜂交配的影响 从表 3 的结果可以看出, 经农药农梦特和氯氰菊酯处理后的雄蜂的交配率都比对照的显著地低, 结合表 2 的试验数据分析, 从中可知, 在农梦特和氯氰菊酯处理中, 扇动翅膀而不交配的雄蜂数占扇动翅膀的蜂数分别为 60% 和 42.1%, 而对照的只是 19.05%。不扇动翅膀的雄蜂绝不交配。

从表 3 的结果, 由交配抑制率公式分别计算出农梦特和氯氰菊酯对优姬蜂的交配抑制率为 53.68% 和 32.06, 说明了 $100 \times 10^{-6}\%$ 农梦特对优姬蜂交配抑制率大于氯氰菊酯的。

表 3 农药对优姬蜂交配行为的影响

处 理($\times 10^{-6}\%$)	交配的雄蜂数/头	不交配的雄蜂数/头	χ^2 值 ⁽¹⁾	交配率 ⁽²⁾
农梦特(100)	6	16	12.4553 ($P < 0.01$)	27.27 ^a
空白农梦特(100)	13	7	1.3304 ($P > 0.05$)	65.0 ^{bc}
氯氰菊酯(0.01)	11	9	3.1898 ($P > 0.05$)	55.0 ^b
对照(丙酮)	17	4	—	80.95 ^c

(1) 与对照比较;

(2) 以试验虫数为基数计算; 同列数据具有相同字母者表示在 0.05 水平下差异不显著(LSD);

3 讨论

一种农药对害虫的天敌的影响, 往往可以在多个方面表现出来, 如对死亡、寿命、繁殖率的影响, 在行为上表现出对天敌的搜索效率、寄生(捕食)率的影响。这些表现都会通过不

同的途径作为对天敌种群抑制的信息而起作用(古德就, 1990)。对于膜翅目的寄生蜂, 交配对其后代的繁殖起关键作用。如果雌蜂不经交配, 即产出的后代为雄性, 那么下一代的种群数量就会受到抑制。作为昆虫生长抑制剂的农梦特其作用是对鳞翅目幼虫生长发育的抑制。但对昆虫的成虫的影响则未见过报导。通常报导都认为这类农药通过消化系统的作用比接触性的作用大, 主要是对幼虫期起作用而不是对成虫期起作用(Fisher, 1989)。本文中关于农梦特对寄生蜂成蜂交配的影响, 揭示了膜翅目昆虫的成虫并非经取食而经接触农梦特后同样表现出在交配行为的昆虫钝态(Insectistatic)(古德就, 1990; Kenneth, 1988)。

致谢 本项目得到英国皇家学会王宽诚奖学金的资助, 值此表示衷心感谢。

参考文献

- 古德就. 1990. 农药亚致死剂量对菜蚜茧蜂搜索行为影响的研究. 生态学报, 11(4): 324~330
- 古德就. 1994. 农药亚致死剂量对小菜蛾及其天敌优姬蜂影响的系统分析. 植物保护学报, 21(3): 265~268
- Chua T H, Ooi P A C. 1985. Evaluation of three parasitoids in the biological control of diamondback moth in the Cameron Highland, Malaysia. Diamondback Moth Management, Proceeding of first international workshop. Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Centre, 173~183
- Croft A B. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. New York: John Wiley & Sons Inc, 157~183
- Fisher J P. 1989. Pest Management in Cotton. London: Ellis Horwood Limited, 201~209
- Gu Dejiu, Waage J K. 1990. The effect of insecticides on the distribution of foraging parasitoid, *Diaeratiella rapae* on plants. Entomophaga, 35(1): 49~56
- Kenneth F H. 1988. Sublethal effects of neurotoxin insecticide on insect behaviour. Ann Res Entomol, 33: 149~168
- Moriarty F. 1969. The sublethal effects of synthatic insecticides on insects. Biol Res, 44: 321~357
- Ponder B M. 1986. Factors affecting spouce budworm mating and matingdiscution with pheromone in the laboratory. Can Ent, 118: 797~805
- Sower L L. 1975. Population-density mating frequency among *Plodia interpunctella* in the presence of synthetic sexpheromone with behaviour observations. J Chen Ecol, 1: 335~342
- Waage J K. 1990. The population ecology of pest, pesticide, natural enemmy interactions. In Jepson P. ed. Pesticides and Non-Target Invertebrates. England: Intercep, Winborne, Dorset, 26~54

EFFECTS OF SUBLETHAL DOSES OF INSECTICIDES ON THE MATING BEHAVIOUR OF MALE PARASITOID, *Diadegma eucerocephala**

Gu Dejiu¹ D.J.Wright² J.K.Waage³

(1 Dept.of Plant Protection South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642;

2 Imperial College at Silwood Park, U.K.; 3 CAB International Institute of
Biological Control, U.K.)

Abstract

Sublethal doses of insecticides, $100 \times 10^{-6}\%$ of Nomolt, blank Nomolt and $0.01 \times 10^{-6}\%$ of Cypermethrin were used to treat adult male parasitoid *Diadegma eucerocephala* in *Plutella xylostella* and evaluate the sublethal effects of the insecticides on the mating behaviour of male wasps evaluate. The results showed that there were 68.18% of males fanning their wings in the Nomolt treatment, while 100%, 100% and 95% of males fanning their wings in the control, blank Nomolt and Cypermethrin, grovbs respectively. And the time the male wasps started to fan their wings from the beginning of experiment in the Nomolt and Cypermethrin treatmeat was significantly less than that in the control. It revealed that the mating rates of male wasps in Nomolt and Cypermethrin treatment were 27.27% and 55% respectively, which were all lower than in the control (80.95%). Mating suppression (MS) was used to analyse the effect of male wasps mating. The MS rates in the treatment of Nomolt and Cypermethrin were 53.68% and 32.06% respectively.

Key words Insecticide; sublethal dose; *Diadegma eucerocephala*; mating behaviour; mating suppression

*Acknowledgement Thanks gratefully to The Royal Society K. C. Wong Fellowships for their financial support of the project.