

美国白蛾化学不育试验初报

马沛沛^{1,2}, 张永安², 王登元¹, 王玉珠², 曲良建²

(1 新疆农业大学农学院, 新疆 乌鲁木齐 830052 2 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

关键词: 化学不育; 美国白蛾; 不育药剂

中图分类号: S763.3 文献标识码: A

Study on Chemical Sterility of Fall Webworm, *Hyphantria cunea* Drury

MA Pei-pai^{1,2}, ZHANG Yong-an², WANG Deng-yuan¹, WANG Yu-zhu², QU Liang-jian²

(1 Agronomy College, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, Xinjiang, China

2 Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract The study on four chemosterilant (Thiotepa, Chlorthalon, Camptothecin, CSII) to the *Hyphantria cunea* showed that 0.40% Thiotepa could lead the amount of the spawn drop remarkably and it did not affect the larva pupation percentage, adult emergence percentage and the adult's life-span remarkably. 0.10% Chlorthalon and 0.10% CSII also had some effect on sterility.

Key words chemical sterility; *Hyphantria cunea*; chemosterilant

美国白蛾 (*Hyphantria cunea* Drury) 属于鳞翅目 (Lepidoptera) 灯蛾科 (Arectidae), 是一种国际性检疫害虫, 具有食性杂、寄主范围广、危害严重、繁殖力强等特点, 常造成重大的生态灾害和经济损失。目前主要采用化学以及生物防治方法控制其危害^[1-2]。但是, 美国白蛾核型多角体病毒 (HcNPV)、阿维菌素以及天敌周氏啮小蜂 (*Chouioia cunea* Yang) 等也在美国白蛾的防治中得到了广泛应用^[3-5]。

通过化学不育方法可以造成昆虫成虫雌性、雄性或雌雄两性的暂时或持久不育, 或阻止幼体发育, 导致不能达到性成熟期。不育成虫与未经药剂处理成虫交配后, 不能产生可育性后代。化学不育作为防治害虫的新途径, 具有对环境无污染, 不会产生农药公害, 害虫不产生抗药性等特点, 并已经逐渐用于生产实践中。目前利用 CSII 化学不育剂对光肩星天牛 (*Anoplophora glabripennis* Motschulsky)、山楂叶

螨 (*Tetranychus viennensis* Zacher) 已取得了初步的防效^[6-7]; 腾斌^[8]通过解剖家蝇 (*Musca vicina* Macquart) 雌虫, 发现噻替派 (Thiotepa) 能够严重阻碍卵母细胞及生殖腺的发育, 从而导致不育; 湖南林业科学研究所等单位也报道了噻替派对马尾松毛虫 (*Dendrolimus punctatus* Walker) 的不育效果^[9]; 金凤^[10]报道了灭幼脲 (Chlorthalon) 对厩螫蝇 (*Slo-moxys calcitrans* L.) 也具有一定的不育效应; 郑洪源等^[11]报道了塞替派、顺氯铂对棉铃虫 (*Helioverpa armigera*) 具有不育作用。但据资料表明, 目前尚未有对美国白蛾进行化学不育的研究, 本文就此进行了初步探索性试验, 结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 供试虫和供试药剂

供试美国白蛾为在实验室自动控制恒温室内进

收稿日期: 2007-05-22

基金项目: 北京市科委项目“美国白蛾病毒杀虫剂规模化生产工艺和应用技术研究”(Z0006344040191)

作者简介: 马沛沛 (1982-), 男, 新疆阿勒泰人, 硕士研究生。

* 通讯作者: 张永安, 研究员, 主要从事林业害虫生物防治技术研究。E-mail: zhangyal@caf.ac.cn

行传代人工饲养获得, 恒温环境为 25 °C, RH 50% ~ 60%, 光照时数 L₁₄D₁₀ (L 光照, D 黑暗)。供试药剂: 1 mL: 10 mg 噻替派剂 (上海旭东海普药业有限公司生产) 为无色或几乎无色的黏稠澄明液体; 25% 灭幼脲悬浮剂 (灭幼脲 3 号、苏脲 1 号) (四川绿润科技开发有限公司生产); 99% 喜树碱 (Camptothecin, CPT) (杭州中香化学有限公司生产) 为淡黄色针状结晶, 难溶于水; 20% CSII 可湿性粉剂, 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所唐桦等自行配制筛选出的一种昆虫不育剂。

1.2 试验方法

1.2.1 对不同虫态各项指标的观察 将 4 种药剂用正己醇分别稀释到 0.06%、0.10%、0.40%、1.00%、2.00% 5 种浓度, 每个浓度供试虫 60 头, 其中每浓度设 10 重复, 每重复接入 6 头虫。在养虫杯内装入美国白蛾人工饲料, 将配制好的药剂用毛笔均匀涂抹于饲料表面, 使形成一层药膜, 对照用清水处理。放置 5 min 后, 每杯接入 6 头 4 龄幼虫进行饲养。统计幼虫正常化蛹率、蛹质量及羽化率, 将羽化后正常雌蛾、雄蛾分别与未经药剂处理的未交配的

雄蛾、雌蛾按 1:1 配对, 置于养虫笼内交配产卵, 记录成虫寿命、产卵量和卵孵化率。

1.2.2 交尾竞争能力观察 经幼虫饲喂处理过的美国白蛾雄虫羽化后, 与正常雌、雄虫各 1 头同时放置于养虫笼中, 设 U_♀ × U_♂ × t 配对组合, 数量为 1:1:1, 将未处理雄虫的翅尖剪去一小角, 以便与处理雄虫区别。观察雌虫与两类不同雄虫的交尾情况、产卵量和卵孵化情况, 并分析不育虫的交尾竞争能力。上述组合均重复 10 次。昼夜观察每笼雌雄发生交尾的情况, 直至其中 1 只成虫死亡。(♀: 雌虫; ♂: 雄虫; t 处理虫; U: 未处理虫)

2 结果与分析

2.1 对化蛹率及蛹质量的影响

在 0.10% ~ 1.00% 浓度范围内, 经噻替派饲喂的幼虫其化蛹率、蛹质量与对照相应指标相比无明显差异。而经 0.40% 浓度的另三种药剂处理后, 幼虫化蛹率与蛹质量明显降低, 与对照相比差异显著。无法完成化蛹的幼虫一部分在处理几天后死亡, 另一部分为化蛹畸形后死亡。结果见表 1。

表 1 4 种药剂对美国白蛾的不育效果

| 药剂 | 浓度 / % | 供试虫数 | 化蛹率 / % | 平均蛹质量 / mg | 羽化率 / % | 成虫平均寿命 / d | | 处理雌虫与未处理雄虫配对平均产卵量 / 粒 | 孵化率 / % | 未处理雌虫与未处理雄虫配对平均产卵量 / 粒 | 孵化率 / % |
|---------|--------|------|-------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | | | ♂ | ♀ | | | | |
| 噻替派 | 0.10 | 60 | 94.4 | 0.1664 | 100.0 | 7.3 | 6.5 | 1015.0 | 87.7 | 1132.7 | 89.3 |
| | 0.40 | 60 | 100.0 | 0.1410 | 88.9 | 8.6 | 6.4 | 141.9 [*] | 14.4 [*] | 215.4 [*] | 14.2 [*] |
| | 1.00 | 60 | 83.3 | 0.1336 | 33.3 [*] | 5.0 [*] | 4.7 [*] | 19.2 [*] | 2.7 [*] | 54.0 [*] | 5.6 [*] |
| 灭幼脲 | 0.06 | 60 | 100.0 | 0.1364 | 88.9 | 8.0 | 6.4 | 1225.3 | 88.4 | 1200.7 | 88.4 |
| | 0.10 | 60 | 88.9 | 0.1336 | 93.8 | 10.0 | 6.3 | 402.7 [*] | 35.6 [*] | 481.6 [*] | 41.4 [*] |
| | 0.40 | 60 | 22.2 [*] | 0.1056 [*] | 25.0 [*] | 5.3 [*] | - | - | - | 0.0 | 0.0 |
| 喜树碱 | 0.06 | 60 | 88.9 | 0.1064 [*] | 75.0 | 6.4 [*] | 4.4 [*] | 71.5 [*] | 28.8 [*] | 76.1 [*] | 37.5 [*] |
| | 0.10 | 60 | 94.4 | 0.0986 [*] | 75.0 | 6.7 [*] | 4.1 [*] | 60.0 [*] | 24.4 [*] | 60.2 [*] | 34.1 [*] |
| | 0.40 | 60 | 9.0 [*] | 0.0733 [*] | 50.0 [*] | - | 4.0 [*] | 0.0 | 0.0 | - | - |
| CSII | 0.06 | 60 | 88.9 | 0.1467 | 87.5 | 7.6 | 7.0 | 1064.1 | 84.5 | 1241.9 | 84.5 |
| | 0.10 | 60 | 94.4 | 0.1281 | 94.1 | 7.6 | 7.3 | 441.1 [*] | 58.8 [*] | 529.3 [*] | 69.0 [*] |
| | 0.40 | 60 | 27.8 [*] | 0.1024 [*] | 40.0 [*] | 5.0 [*] | - | - | - | 328.0 [*] | 22.6 [*] |
| 对照 (CK) | | 60 | 100.0 | 0.1323 | 94.4 | 8.7 | 6.3 | 1211.0 | 89.9 | 1203.6 | 89.3 |

* 经 *t* 检验, 该指标与相同性别对照组的同一指标的比较差异显著;

** 经 *t* 检验, 该指标与相同性别对照组的同一指标的比较差异极显著。

2.2 对羽化率及寿命的影响

1.00% 的噻替派, 以及 0.40% 的灭幼脲、喜树碱、CSII 对美国白蛾的羽化率与对照同指标相比差异显著; 无法羽化的蛹与对照蛹相比颜色呈现出较深的暗红。羽化的成虫其寿命较对照相比差异显著, 并且成虫出现畸形的几率也大幅度上升, 严重影响了成虫的正常交尾能力。其中在喜树碱各水平处

理下, 寿命均有较明显的下降。

2.3 对雌虫产卵量及卵孵化率的影响

经 0.40% 噻替派处理的单雌平均产卵量为 141.9 粒, 与处理雄虫交配的雌虫平均产卵量为 215.4 粒, 其平均产卵量要高于经 0.10% 喜树碱处理后的相应指标, 但卵的孵化率要明显低于喜树碱处理后的指标, 并与对照相比存在极显著差异。在

其余指标与对照相比无明显差异的前提下, 0. 10% 灭幼脲、0. 10% CSII 对美国白蛾也有显著的不育效应。

试验结果表明, 经用 0. 06% 噻替派处理美国白蛾后, 其各项指标与对照无明显差异, 而经 2. 00% 噻替派处理后, 蛹基本无法完成正常羽化。经用 1. 00%、2. 00% 灭幼脲、喜树碱、CSII 处理后, 其幼虫基本无法完成正常化蛹或在处理后几天内死亡。

各药剂不同浓度处理后的美国白蛾各项指标与对照相比较, 0. 40% 噻替派对成虫产卵量及卵孵化率影响较大, 但对幼虫正常化蛹、羽化及成虫寿命影

响较小, 不育效果显著。

2.4 化学不育对美国白蛾交尾竞争能力的影响

经过不育药剂筛选, 结果表明 0. 40% 的噻替派对美国白蛾能起到较好的不育效果。从表 2 可知, 不育雄虫与雌虫交尾的有 5 笼; 正常雄虫与雌虫交尾观察到 4 笼, 两者无显著区别, 说明不育虫在交尾竞争能力上与正常虫不存在明显差异; 雌虫与不育雄虫交尾后的产卵量显著少于与正常雄虫交尾后的产卵量。雌虫与不育雄虫交尾后所产卵的孵化率为 14. 4%, 与不育效应试验中观察到的结果相符。结果见表 2。

表 2 美国白蛾雌虫与不育雄虫 (0. 40% 噻替派)、正常雄虫交尾产卵情况

| 与雌虫交尾的雄虫类型 | 交尾总对数 | 雌虫平均产卵量/粒 | 平均孵化量/头 | 平均孵化率/% |
|------------|-------|-----------|----------|---------|
| U ♂ | 4 | 1 193. 4 | 1 081. 2 | 91. 6 |
| t ♂ | 5 | 243. 8 | 35. 1 | 14. 4 |

3 讨论

(1) 经 0. 40% 噻替派处理后, 虽然产卵量与孵化率较对照有明显的下降, 但仍未做到完全不育, 因此建议在今后的试验中可以进一步细化处理水平, 以期找到更加合适的不育浓度。但在实际应用中, 仍然需要配合喷洒化学农药进行协同防治, 方可起到较好的防效。

(2) 据林朝森等^[12]报道, 经噻替派处理的荔枝蜡象 (*Tessaratomia papillosa* Dufour), 雄虫睾丸发生严重萎缩。本试验中, 处理雄虫与正常雌虫交尾后, 产卵量显著下降, 可能与不育药剂造成雄虫生殖细胞坏死以及精子受损有关, 但并不影响不育雄虫的交配能力。

(3) 实验室培育的昆虫可饲喂经处理的食物, 或使它们与经处理的物质接触、浸渍, 以造成不育^[13-14]。但因大多数化学不育剂引起遗传变异, 有损于有益动物和人类, 因此对自然种群直接使用化学不育剂必须特别谨慎。噻替派对人体有致癌、致畸、致突变作用, 继续筛选安全、高效的不育剂仍是美国白蛾化学不育技术能否大面积推广应用的关键。

参考文献:

[1] Kim O S, Lee H P. Study on the biological control of the fall web worm, *Hyphantria cunea* [J]. Korean Journal of Entomology 1982

12(1): 49-56

- [2] 殷培峰, 毛建萍, 浦冠勤. 美国白蛾的发生规律与综合治理 [J]. 蚕桑通报, 2005 36(2): 9-13
- [3] 李建庆, 张永安, 张星耀, 等. 昆虫病原真菌毒素的研究进展 [J]. 林业科学研究, 2003 16(2): 233-239
- [4] 李尧三, 商金杰, 景志高. 飞机超低量喷洒阿维菌素防治美国白蛾试验 [J]. 山东林业科技, 2006(1): 50-55
- [5] 杨忠岐, 王小艺, 王传珍, 等. 白蛾周氏啮小蜂可持续控制美国白蛾的研究 [J]. 林业科学, 2005 41(5): 72-80
- [6] 唐桦, 康忠, 张煜明, 等. CSII 不育剂对光肩星天牛的小面积林间喷雾防治试验 [J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2001, 25(4): 69-71
- [7] 唐桦, 郑哲民, 姜文胜, 等. CSII 不育剂林间喷雾防治山楂叶螨 [J]. 植物保护, 2001 27(2): 9-11
- [8] 腾斌. 噻替派对家蝇不育机制的初步观察 [J]. 昆虫学报, 1965, 14(3): 250-254
- [9] 湖南林业科学研究所, 广东农林学院林学系, 衡阳地区林科所. 噻替派对马尾松毛虫不育效果的初步试验 [J]. 昆虫学报, 1976 19(1): 112-114
- [10] 金凤. 绿色农药灭幼脲不育作用研究进展 [J]. 南京农专学报, 2002 18(2): 1-5
- [11] 郑洪源, 刘建平, 南怀林, 等. 棉铃虫化学不育试验初报 [J]. 山西农业科学, 2000 28(1): 65-67
- [12] 林朝森, 赵善欢. 荔枝蜡象的化学不育试验 [J]. 昆虫学报, 1983 26(4): 379-385
- [13] 弓惠芬, 陈沛, 王瑞, 等. 玉米螟化学不育的研究 [J]. 植物保护学报, 1980 7(4): 239-245
- [14] 陈霏, 王宗舜. 灭幼脲对粘虫不育作用的机理 [J]. 昆虫学报, 1993 36(4): 396-408