

# 利用人工合成性信息素诱捕器诱捕印度谷螟的影响因素分析

赵奇<sup>1</sup>, 田本志<sup>1</sup>, 许国庆<sup>1</sup>, 吕成军<sup>2</sup>, 谢春友<sup>2</sup>

(1. 辽宁省农业科学院植物保护研究所, 沈阳 110161; 2. 阜新市植物保护站, 阜新 123000)

**摘要:** 采用自行设计 $\hat{K}$ 式及仿制圆筒式诱捕器, 以人工合成性信息素(Z, E)-9, 12-tetradecadienyl acetate (简称TDA)为引诱源在实验室条件下对影响诱捕器诱捕印度谷螟 *Plodia interpunctella* 效果的几个因素进行分析测定。多元线性回归分析结果表明: 日平均温度在18.5~26.2℃, 人工合成性信息素TDA散发日数9~37天, 温度( $X_1$ )、TDA散发日数( $X_2$ )、当日释放蛾(雄)量( $X_3$ )、累计2日释放蛾量( $X_4$ )、累计3日释放蛾量( $X_5$ )等5个因素与每日诱捕蛾量间存在着相关关系。对5个因素进行逐步回归分析和筛选, 得出线性回归方程:  $Y = -27.31 + 1.37X_1 + 0.28X_3$ , 回归系数  $R(0.90) > R_{0.01}(n-2, 0.63)$ 。统计分析结果表明: 日平均温度( $X_1$ )、当日释放蛾量( $X_3$ )与诱蛾量( $Y$ )之间呈显著线性相关关系。卡方测验表明预测值与实测值之间差异不显著。

**关键词:** 印度谷螟; 人工合成性信息素; 诱捕器; 影响因素; 多元线性回归分析

**中图分类号:** Q968      **文献标识码:** A      **文章编号:** 0454-6296(2001)03-0321-06

印度谷螟 *Plodia interpunctella* 属鳞翅目、卷蛾科, 幼虫危害各种粮食及其制成品、各种干鲜果、干蔬菜、香料、糖果、生药材及烟叶等, 是极重要的初期性仓库害虫之一<sup>[1]</sup>。应用人工合成性信息素配合诱捕器对其诱捕方面, 国内外已有一些报道。但这些报道大多只涉及诱捕器的类型(结构)<sup>[2~9]</sup>与性信息素(合成)组分, 剂量与诱捕效果之间的关系<sup>[10,11]</sup>。关于其它可能影响诱捕效果的因素及多种因素同时存在的综合效应等未见报道。作者对温度、诱芯使用天数、蛾(雄)释放量等几种影响诱捕的因素的作用程度进行了探讨和评价。

## 1 材料与方法

### 1.1 试虫

供试虫种为印度谷螟, 最初虫源是从附近粮店、住户内人工捕捉, 带回养虫室饲养繁殖。养虫箱内用500 W电炉加温, 用300 mm×400 mm×40 mm的搪瓷盘盛水, 每两天加一次水, 温度保持在(27±1)℃, 相对湿度(70±10)%。箱内装有40 W日光灯, 明暗交替时间为12L:12D(早8:00时开灯, 晚8:00时关闭)。在外口径为200 mm, 内口径为180 mm, 高为

240 mm 的玻璃缸内饲养幼虫, 缸口盖以双层纱布, 或用普通罐头瓶(玻璃)饲养, 瓶盖上镶嵌 120 目的铜纱。饲料为花生种仁。将老熟或近老熟幼虫(4~5 龄)中的雄性从饲养缸(瓶)内挑出, 雄性幼虫进入 4 龄后, 其第 5 腹节背中有淡紫红色或暗紫红色斑(睾丸)、将雄幼虫放入 15 mm×13 mm×60 mm 的指形管内, 管内放入 1 粒花生籽仁以供试虫继续取食。管口罩上尼龙纱网并用橡皮筋套紧, 或塞以由卫生纸卷成的纸塞。待幼虫化蛹后数日(5 天左右), 每日观察成虫羽化情况, 将羽化雄蛾作为本试验虫源。此外, 为弥补饲养虫源的不足, 还在粮店、住户等印度谷螟发生活动场所进行人工捕捉或以诱捕器收集雄蛾作为补充试虫。

### 1.2 引诱源(诱芯)

试验选用的人工合成性信息素诱芯由意大利米兰大学昆虫系提供, 该诱芯制作时间为 1996 年 5 月, 诱芯所含性信息素成分为顺-9, 反-12-十四碳二烯醋酸酯 [(Z, E)-9, 12-tetradecadienyl acetate, 简称 TDA], 每片诱芯含量 0.5 mg, 释放速率为 13  $\mu\text{g}/\text{日}$ 。每台诱捕器内装入一片诱芯, 该诱芯均置于诱捕器中部。

### 1.3 诱捕器制备

选用两种自制的、不同结构的诱捕器, 即 K 型及圆筒型。基本结构参照杜家纬介绍的圆筒型诱捕器<sup>[12]</sup>, 所不同的是, 它的内壁涂有粘胶, 而本试验的两种诱捕器均无粘胶, 制作材料也不同, 此外, K 型诱捕器为立式, 在其上顶部加有一帽式结构。两种诱捕器的规格如下: (1) 圆筒型, 筒口直径 80 mm, 筒长 270 mm, 两端为锥形孔口结构, 锥长 75 mm; (2) K 型, 该式主体结构大致与圆筒型相同, 所不同的是它的上顶部加有圆锥形顶帽, 诱捕器为立式, 圆筒高为 320 mm。

### 1.4 试验设计

两种诱捕器各以同样规格制作 3 台, 6 台内均装相同诱芯。两种诱捕器相间排列, 悬挂在一条纵贯实验室、高为 2 m 的绳子上。诱捕器底部距地面为 1.6 m, 相邻两台诱捕器间隔距离 58 cm。每晚 8:00~8:30 将养虫室内羽化的雄蛾或其它场所人工捕捉或诱集的雄成虫释放。根据腹部形态区分雌雄蛾, 雌蛾腹末平钝, 有明显孔口, 雄腹末较尖细, 无明显孔口。次日早 7:00 检查记录诱捕器内诱蛾头数。每天 2 次观察记录室内的温度(早 7:00, 晚 8:00), 每早检查诱捕虫量后将诱捕器内雄蛾放出来继续用于试验, 将全部诱捕器转移到另外的房间, 避免实验室内积累较多的合成信息素, 从而产生对雄蛾的迷向作用。试验共持续 20 天, 养虫室容积为 350 cm×276 cm×365 cm。

### 1.5 试验数据的统计处理

将选出的 5 种待测因素作为自变数, 即室内平均温度  $X_1$ , 诱芯使用天数  $X_2$ , 当日释放蛾(雄)量  $X_3$ , 累计 2 日释放蛾量  $X_4$ , 累计 3 日释放蛾量  $X_5$ , 每日诱捕蛾量  $Y$  为依变数进行多元线性回归分析, 建立多因子线性回归方程, 在此基础上再进行逐步回归分析, 即筛选与诱捕蛾量关系密切的相关因子。

## 2 结果与分析

试验结果见表 1。温度为 18.5~26.2℃, 诱捕器内诱芯的使用(暴露)天数自第 9 天至第 37 天, 期间共有 3 次试验间断期, 即第 12 天至第 15 天, 第 24 天至第 26 天, 第 34 天至第 35 天。

对表 1 中试验资料用逐步回归方法进行分析筛选, 从而确定 5 个因子中对诱捕蛾量影响较大的主要因子。依据偏回归系数的显著性检验结果先后淘汰回归系数不显著的自变数  $X_2$ 、 $X_4$  与  $X_5$ 。剩下的两个自变数  $X_1$  与  $X_3$  的  $t$  值分别为:  $t_1 = 2.66$ ,  $t_3 = 2.34$ , 均大于临界值  $t_{0.05}(17) = 2.11$ , 说明日平均温度 ( $X_1$ ), 当日释放蛾量 ( $X_3$ ) 与诱捕蛾量 ( $Y$ ) 的关系较为密切, 换言之, 在日平均温度  $18.5 \sim 26.2$  °C, 当日释放蛾量在  $2 \sim 30$  头条件下, 诱捕蛾量 ( $Y$ ) 与日平均温度 ( $X_1$ ) 和当日释放蛾量 ( $X_3$ ) 呈显著线性关系, 线性回归方程为:  $Y = -27.31 + 1.37X_1 + 0.28X_3$ , 回归系数  $R(0.90) > R_{0.01}(n-2, 0.63)$ 。而与另外 3 个自变数即诱芯使用(散布)天数 ( $X_2$ ), 累计 2 日释放蛾量 ( $X_4$ ), 累计 3 日释放蛾量 ( $X_5$ ) 无显著性线性关系。又对两因素  $X_1$ 、 $X_3$  分别与  $Y$  进行回归分析及回归显著性测验得到回归方程:  $Y_1 = -39.40 + 2.03X_1$ ,  $r = 0.80$ ,  $F(31.98) > F_{0.01}(8.28)$ ,  $P < 0.01$ ;  $Y_2 = 0.45 + 0.51X_3$ ,  $r = 0.86$ ,  $F(50.29) > F_{0.01}(8.28)$ ,  $P < 0.01$ 。统计分析结果显示, 在室内限制条件下, 温度越高, 诱蛾器诱捕量越大。原因在于在一定范围内温度的升高可增加成虫(雄)活动性。近期羽化的雄蛾较早些羽化的雄蛾对引诱反应敏感且活动能力较强, 因而诱捕器诱到的雄蛾以近期羽化的为主。

表 1 影响诱捕效果的 5 个因素与诱捕量的相关数据(沈阳, 1996 年)

Table 1 Data of five factors affecting capture and number of male moths captured (Shenyang, 1996)

序号 No.	平均温度(°C) Average temperature	诱芯使用日数(天) Days of TDA application	当日释放雄蛾(头) Male moths released first day	累计 2 日释放蛾量 Male moths released within two days	累计 3 日释放蛾量 Male moths released within three days	诱捕雄蛾量(头) Male moths captured
1	24.50	9	23	41*	66**	11
2	26.20	10	30	53	71	21
3	26.00	11	24	54	77	10
4	23.50	16	26	50	80	14
5	23.00	17	3	29	53	8
6	22.80	18	9	12	38	9
7	22.70	19	10	19	22	4
8	22.50	20	10	20	29	4
9	23.20	21	7	17	27	4
10	22.30	22	2	9	19	3
11	21.30	23	8	10	17	5
12	22.40	27	13	21	23	2
13	21.70	28	4	17	25	1
14	21.40	29	9	13	26	2
15	20.60	30	3	12	16	3
16	20.50	31	5	8	17	2
17	20.20	32	4	9	12	3
18	19.30	33	3	7	12	1
19	19.50	36	3	6	10	2
20	18.50	37	2	5	8	1

\* 前 1 日放蛾 18 头 18 male moths were released one day before

\*\* 2 日前放蛾 25 头 25 male moths were released two days before

为进一步验证前面已得出的优化诱捕（雄蛾）线性回归预测或实用价值，还对其进行卡方测验，详见表 2。查  $\chi^2$  表，当  $V = K - 1 = 20 - 1 = 19$ ， $\chi_{0.05}^2 = 30.14$ ， $\chi^2 = 25.22$ ， $\chi^2 < \chi_{0.05}^2$ ，即日诱捕蛾量的实测值与预测值之间没有显著差异，说明上述回归预测式具有一定实用价值。

表 2 诱捕器诱捕蛾量预测与实测值卡方测验

Table 2 Chi-square test on actual values and calculated ones of male moths captured

序号 No.	实测值 $Y$ (头) Actual values of male moths captured	理论预测值 $\hat{Y}$ (头) Calculated values	$Y - \hat{Y}$	$(Y - \hat{Y})^2 / \hat{Y}$
1	11	12.66	-1.66	0.22
2	21	16.95	4.05	0.97
3	18	14.99	3.01	0.60
4	10	12.13	-2.13	0.37
5	8	4.98	3.02	1.82
6	9	6.39	2.60	1.06
7	4	6.54	-2.51	0.99
8	4	6.27	-2.27	0.82
9	4	6.38	-2.88	0.89
10	3	3.75	-0.75	0.15
11	5	4.07	0.93	0.21
12	2	6.97	-4.97	3.54
13	1	3.49	-2.49	1.78
14	2	4.48	-2.48	1.37
15	3	1.70	1.30	0.99
16	2	2.13	-0.13	0.01
17	3	1.44	1.56	1.69
18	1	-0.75	1.75	4.08
19	2	1.99	1.01	0.52
20	1	-1.45	2.45	4.14

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left[ \frac{(Y - \hat{Y})^2}{\hat{Y}} \right] \quad 25.22$$

### 3 讨论

(1) 影响诱捕器诱蛾效果的因素除其本身的特点（结构、形状等）外，尚有其它诸多因素，本文所涉及的 5 种因子，即温度、诱芯使用天数、1~3 日内释放蛾量均与日诱捕蛾量有关，而其中以温度和当日释放蛾量对诱捕器的诱捕效果影响较大，至于其它可能的影响因子尚有待进一步研究。

(2) 本文得出的诱捕蛾量优化回归预测式是在实验室内人为限制条件下获得，与实际中粮食贮藏场所（粮库、粮店等）存在一定差别，其中值得考虑的是试验中所释放的印度谷螟蛾全部为雄蛾。因而本回归预测式未将雌蛾对诱捕的干扰作用考虑进去，因此在实际应用中，应当加以综合考虑。

(3) 根据统计分析结果，在本次试验所持续 37 天内，在各诱捕器内性诱芯（人工合成性

信息素 TDA) 的使用天数与诱捕器的诱捕蛾量无显著相关性, 说明这种性诱芯具有较好的持效性。据知这种诱芯的持效期为 2~3 个月, 从我们所作的对比试验中发现, 1997 年 8 月份使用的性诱芯, 1998 年 5~8 月仍有较强的引诱(雄)力, 在一处粮站自 1998 年 5~8 月近 4 个月内 1 台装有此诱芯的诱捕器诱到印度谷螟雄蛾 203 头, 说明此诱芯具有相当理想的缓释性, 可长期使用。这一特点对生产实际中推广应用这种无公害防治储粮害虫新技术是一个极为有利的条件。

**致谢** 本文承蒙辽宁省农业科学院植物保护研究所赵季秋研究员审阅并修改, 田春晖副研究员协助上机运算, 一并致谢。

### 参 考 文 献 (References)

- [1] 陈跃溪. 仓库害虫. 北京: 农业出版社, 1984. 356~358
- [2] Vick K W, Uvenberg J, Coffelt J A *et al.* Investigation of sex pheromone traps for simultaneous detection of Indian meal moths and angoumois grain moths. *J. Econ. Entomol.*, 1979, 72: 245~249
- [3] Pinniger D B, Chambers J. The use of pheromones in stored products protection, A UK View. *Proc. 4th Int. Work. Conf. Stored-Product Protection*, Tel Aviv, Israel, Sept. 1986, 24~34
- [4] 赵致武, 杨德江. “高斯”性诱剂能诱捕多种储粮害虫. *粮食储藏*, 1989, 1: 9~13
- [5] 蒋小龙. 仓库害虫诱捕器种类综述. *粮食储藏*, 1992, 2: 10~15
- [6] 沈兆鹏. 储粮昆虫信息素、食物引诱剂和捕器. *天津粮油科技*, 1994, 2: 13~18
- [7] 沈兆鹏, 陈丽珍, 孙宝根. 储粮昆虫信息素及其捕器的试验. *粮食储藏*, 1994, 4: 3~6
- [8] 刘品贤. 性外激素捕获器的信息素及其应用. *粮食储藏*, 1994, 2~3: 68~79
- [9] 戴小杰. 储藏物昆虫的信息素及其应用. *粮食储藏*, 1994, 2~3: 68~79
- [10] Süs L, Trematerra P. Control of some Lepidoptera Phycitidae infesting store-products with synthetic sex pheromone in Italy. *Proc. 4th Int. Work. Conf. Stored-Product Protection*, Tel Aviv, Israel, Sept. 1986, 606~611
- [11] 杜家纬. 昆虫信息素及其应用. 北京: 中国林业出版社, 1988. 137~142

## Analysis of factors affecting captures of *Plodia interpunctella* by synthetic sex pheromone traps

ZHAO Qi<sup>1</sup>, TIAN Ben-zhi<sup>1</sup>, XU Guo-qing<sup>1</sup>, LU Cheng-jun<sup>2</sup>, XIE Chun-you<sup>2</sup>

(1. Institute of Plant Protection, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China;

2. Plant Protection Station of Fuxin City, Fuxin 123000, China)

**Abstract:**  $\hat{K}$  traps designed and made by authors and imitated cylindrical traps, in which synthetic sex pheromone, (Z, E)-9,12-tetradecadienyl acetate(TDA)was used as attractive source for the Indian meal moth *Plodia interpunctella*, were employed. Five factors possibly affecting captures of the insects ( $Y$ ), i. e. daily average temperature ( $X_1$ ), days of synthetic sex pheromone applied ( $X_2$ ), number of male moths released in the first day ( $X_3$ ), accumulated number of male moths released within two days ( $X_4$ ) and ac-

cumulated number of male moths released within three days ( $X_5$ ), were determined in the laboratory. Multiple linear regression and progressive regression were used to screen among the five factors. The results showed that there was a linear correlation between the five factors and the number of male moths captured on conditions that the daily average temperature ranged from 18.5°C to 26.2°C and the synthetic sex pheromone(TDA)was exposed from 9 to 37 days. As the three independent varieties  $X_2$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  with insignificant coefficient of partial regression were eliminated, a multiple linear regression equation was derived as follows:  $Y = -27.31 + 1.37X_1 + 0.28X_3$ . The multiple correlation coefficient ( $R$ ) of this equation was  $0.90 > R_{0.01}(n-2, 0.63)$ . This result indicated that both the daily average temperature and the number of male moths released in the first day were closely related to the number of male moths captured each night. Chi-square test proved no significant difference between the actual values and calculated ones for moths captured.

**Key words:** Indian meal moth; synthetic sex pheromone trap; affecting factors; multiple linear regression