

正交试验法研究黄板对 3 种温室西葫芦害虫的诱杀作用

王晓青¹, 张令军^{1*}, 郭喜红¹, 曹金娟¹, 岳向前², 陈爱花², 董杰¹

(1. 北京市植物保护站, 北京 100029; 2. 北京市房山区植物保护站, 北京 102400)

摘要 应用正交试验法研究了黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距温室出口距离、黄板距北墙距离 4 个因素对黄板诱杀 3 种温室西葫芦害虫的影响。结果表明: 4 个因素对诱杀温室白粉虱都具有显著、极显著影响, 黄板悬挂高度和黄板距出口距离对诱杀美洲斑潜蝇有显著影响; 黄板距北墙距离对诱杀有翅瓜蚜具有极显著影响。黄板诱杀害虫的 4 因素组合为黄板高出植株 0.2 m、平板形、距出口 91 m、距北墙距离 0.7 m 时诱杀虫量最大。

关键词 黄板诱杀; 温室; 西葫芦; 害虫; 正交试验

中图分类号 S 436.42; S 477

Studies on the insecticidal effects of yellow sticky traps on three pest insects on greenhouse pumpkins by orthogonal matrix method

Wang Xiaoqing¹, Zhang Lingjun¹, Guo Xihong¹, Cao Jinjuan¹, Yue Xiangqian², Chen Aihua², Dong Jie¹

(1. *Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China;*

2. *Fangshan Plant Protection Station, Beijing 102400, China*)

Abstract Four factors, yellow sticky trap's height, shape, distance to greenhouse exit and distance to the north wall, that affect the insecticidal effects of yellow sticky trap (YST) on three pest insects on greenhouse pumpkins were studied by orthogonal matrix method. The results showed that the distance between YST and the north wall significantly affected the number of cotton aphids trapped. The height and the distance between YST and greenhouse exit had significant effects on the number of American leaf maggot trapped. And these four factors had very significant effects on the number of greenhouse whiteflies trapped. Most insects were trapped when YST was 0.2 m above plants, flat-shaped, 91 m to greenhouse exit and 0.7 m to the north wall.

Key words insecticidal effect of yellow sticky trap; greenhouse; pumpkin; pests; orthogonal experiment

温室西葫芦生产中的主要害虫种类是蚜虫、斑潜蝇、粉虱等。这些害虫具有虫体微小、生长周期短、繁殖能力强、世代重叠、易产生抗药性等特点。常规化学防治一般用药量大、施药频繁, 单纯依靠化学防治难以控制种群数量, 而且常造成害虫抗药性增加、果实农药残留偏高等问题^[1]。以上害虫对黄

色都具有强烈的正趋性^[1], 黄板诱杀是一种有效的物理防治措施。前人对利用黄板诱杀害虫时黄板的颜色、悬挂高度、悬挂方向、粘着剂种类、不同时间诱虫效果等因素做了一些探讨^[2-4], 但基本是以某一种害虫为试验对象, 少有综合研究温室内放置黄板对几种害虫的诱杀作用, 而实际生产中温室内往往同

收稿日期: 2006-11-20 修订日期: 2007-03-12

基金项目: 北京市农委试验示范项目(20050102)

* 通讯作者 Tel: 010-82024076; E-mail: bjzbz6201@yahoo.com.cn

时存在多种害虫。

本文采用正交试验设计方法研究了不同形状和不同摆放位置的黄板对温室西葫芦主要害虫的诱杀效果,并对不同种类害虫的诱杀作用进行了比较,以期为生产中利用黄板防治温室西葫芦害虫提供有效方法。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试黄板购自北京林茂商贸有限责任公司,规格 40 cm×25 cm。

供试西葫芦品种为冬玉,2005 年 9 月底育苗,11 月初定植,12 月初至翌年 5 月结实,试验时间为 2006 年 3 月,西葫芦处于结瓜盛期。

1.2 试验地概况

试验地点在北京市房山区大石窝镇南河村,温室东西长 104 m,南北长 7.5 m,西葫芦种植历史为 2 年。经调查,温室内主要害虫是瓜蚜(*Aphis gossypii* Glover),温室白粉虱[*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)]和美洲斑潜蝇(*Liriomyza sativae* Blanchard)。

1.3 正交试验设计

采用 L₁₆(4⁵) 正交设计表,对黄板悬挂高度、黄

板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离 4 个因素进行研究,每个因素设 4 个水平,因素和水平列于表 1。试验共 16 个处理,试验设计参见表 2。试验设 3 次重复,分别在 3 个温室内进行,每小区面积 40 m²。试验期间随植株生长高度变化相应调整黄板放置高度。

表 1 正交试验因素及水平

水平	悬挂高度 (A)/m	黄板形状 (B) ¹⁾	距出口距离 (C)/m	距北墙距离 (D)/m
1	1/2 植株高度	平面形	13	5.8
2	同植株高度	圆筒形	39	4.1
3	高出植株 0.2	三角筒形	65	2.4
4	高出植株 0.4	立方体形	91	0.7

1) 不同形状黄板都是由一张平面形黄板折叠制作而成。

1.4 数据调查和分析

放置黄板后每 7 天调查 1 次每片黄板诱杀的害虫种类和数量,连续调查 21 d。用 SPSS11.0 for Windows 进行统计分析^[5]。

2 结果与分析

2.1 正交试验结果

正交试验黄板诱杀害虫种类和数量调查结果列于表 2。表 2 显示,黄板对温室西葫芦上的主要害

表 2 黄板诱杀温室西葫芦害虫 L₁₆(4⁵) 正交试验设计与结果¹⁾

编号	处理组合 ²⁾	7 d 诱杀虫量/头			14 d 诱杀虫量/头			21 d 诱杀虫量/头		
		有翅瓜蚜	温室白粉虱	美洲斑潜蝇	有翅瓜蚜	温室白粉虱	美洲斑潜蝇	有翅瓜蚜	温室白粉虱	美洲斑潜蝇
1	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	54.0	0	2.7	146.7	4.0	12.0	278.7	5.0	16.0
2	A ₁ B ₂ C ₂ D ₂	32.7	3.0	2.5	115.3	26.0	9.0	200.7	24.0	10.7
3	A ₁ B ₃ C ₃ D ₃	48.7	5.0	2.0	236.0	107.5	6.0	250.7	90.0	10.0
4	A ₁ B ₄ C ₄ D ₄	223.0	59.0	4.0	613.7	175.0	12.7	407.3	280.0	28.3
5	A ₂ B ₁ C ₂ D ₃	53.7	3.0	6.3	199.3	51.5	19.7	312.7	96.5	27.3
6	A ₂ B ₂ C ₁ D ₄	50.3	0	2.3	182.7	6.0	8.3	322.3	16.5	9.7
7	A ₂ B ₃ C ₄ D ₁	37.3	2.0	5.0	119.3	38.0	29.3	273.7	21.0	35.3
8	A ₂ B ₄ C ₃ D ₂	18.3	1.0	6.3	90.3	18.5	22.3	103.0	34.0	39.7
9	A ₃ B ₁ C ₃ D ₄	98.3	31.5	9.3	230.7	305.0	23.7	372.0	400.0	24.0
10	A ₃ B ₂ C ₄ D ₃	42.7	44.0	6.7	130.7	82.0	18.0	115.7	120.0	24.7
11	A ₃ B ₃ C ₁ D ₂	15.3	0	2.3	91.3	0	10.0	122.0	0	15.7
12	A ₃ B ₄ C ₂ D ₁	40.3	0	4.3	169.3	20.5	24.7	360.0	15.0	30.3
13	A ₄ B ₁ C ₄ D ₂	48.0	23.0	19.3	181.0	123.5	60.0	196.3	63.0	25.0
14	A ₄ B ₂ C ₃ D ₁	35.3	0	9.0	158.7	20.0	22.0	222.0	16.5	29.7
15	A ₄ B ₃ C ₂ D ₄	43.3	4.0	4.5	188.7	19.5	13.3	195.0	87.5	17.7
16	A ₄ B ₄ C ₁ D ₃	30.0	0	4.0	107.0	0	9.7	172.3	8.0	16.0

1) 表中有翅瓜蚜和美洲斑潜蝇诱杀虫量是 3 次重复的平均值,由于事故温室白粉虱诱杀虫量只获得 2 次重复的平均值;
2) A、B、C、D 分别代表黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离 4 个因素;1、2、3、4 分别代表各因素的 4 个水平。

虫——有翅瓜蚜、美洲斑潜蝇和温室白粉虱都能起到诱杀作用。

2.2 正交试验结果的极差分析

表3是对7、14、21 d 3次诱虫数量的极差分析,由极差R值可得出,各因素对诱杀有翅瓜蚜数量影响作用的大小顺序依次为:D>A>C>B,即黄板距北墙距离>黄板悬挂高度>黄板距出口距离>黄板形状;

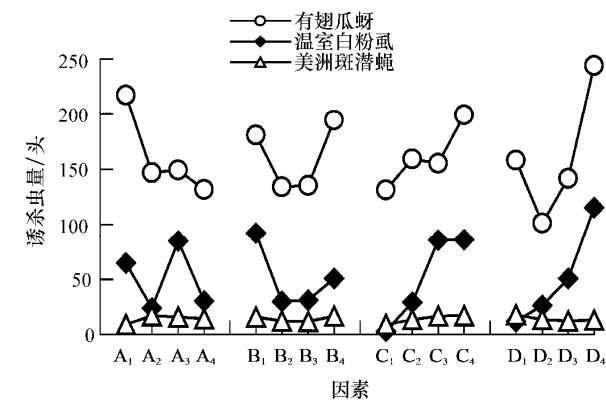
各因素对诱杀温室白粉虱数量影响作用的大小顺序依次为:D>C>B>A,即黄板距北墙距离、黄板距出口距离、黄板形状、黄板悬挂高度;各因素对诱杀美洲斑潜蝇数量影响作用的大小顺序依次为:C>A>D>B,即黄板距出口距离>黄板悬挂高度>黄板距北墙距离>黄板形状。综合以上结果可以得出,黄板距北墙距离和距出口距离是影响诱杀害虫虫量的重要因素。

表3 正交试验极差分析表¹⁾

因素和 ²⁾	诱杀有翅瓜蚜数量/头				诱杀温室白粉虱数量/头				诱杀美洲斑潜蝇数量/头			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
K ₁	217.3	180.9	131.1	157.9	64.9	92.2	3.3	11.8	9.3	15.9	9.1	17.9
K ₂	146.9	134.1	159.3	101.2	24.0	29.8	29.2	26.3	17.2	12.4	13.8	13.7
K ₃	149.0	135.1	155.3	141.6	84.8	31.2	85.8	50.6	16.1	11.9	16.9	12.5
K ₄	131.5	194.6	199.1	243.9	30.4	50.9	85.9	115.3	14.5	16.9	17.3	13.0
R	85.8	60.5	68.0	142.8	60.8	62.3	82.6	103.5	7.9	4.9	8.3	5.4

- 1) A、B、C、D分别代表黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离4个因素;
2) K_i代表各因素*i*水平下诱杀虫量的和;R代表极差。

为便于直观分析,以4因素的4水平为横坐标,以各因素*i*水平下诱杀虫量的和为纵坐标,作正交试验4因素与诱杀虫量关系图(图1)。由图1可得出黄板诱杀3种害虫4因素的最优水平:对诱杀有翅瓜蚜,最优水平分别是植株高度1/2、立方体形、距出口91 m、距北墙距离0.7 m;对诱杀温室白粉虱,最优水平分别是高出植株0.2 m、平板形、距出口91 m、距北墙距离0.7 m;对诱杀美洲斑潜蝇,最优水平分别是同植株高度、平板形、距出口91 m、距北墙距离5.8 m。



A、B、C、D分别代表黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离4个因素;1、2、3、4分别代表各因素的4个水平

图1 正交试验4因素与诱杀虫量关系图

极差分析虽然较为简便,但是不能给出误差的

估计量,需要对试验结果做进一步方差分析,才能正确估计各因素各水平的差异来源。

2.3 正交试验结果的方差分析和多重比较

表4~6分别是3种害虫7、14、21 d 3次诱虫数量的方差分析结果。

表4 正交试验方差分析—有翅瓜蚜

变异来源 ¹⁾	平方和	自由度	均方	F值 ²⁾
A	157 702.74	3	52 567.58	1.853
B	105 061.58	3	35 020.52	1.235
C	85 678.13	3	28 559.37	1.007
D	390 298.69	3	130 099.56	4.587**
误差	3 715 427.52	131	28 362.04	—
总变异	4 454 168.66	143	—	—

- 1) A、B、C、D分别代表黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离4个因素;
2) $F_{0.05}(3, 131)=2.68$, $F_{0.01}(3, 131)=3.94$, “**”表示差异极显著($p \leq 0.01$)。

表5 正交试验方差分析—温室白粉虱

变异来源 ¹⁾	平方和	自由度	均方	F值 ²⁾
A	59 757.12	3	19 919.04	4.586**
B	60 826.45	3	20 275.48	4.669**
C	124 194.86	3	41 398.29	9.532**
D	150 753.28	3	50 251.09	11.571**
误差	360 471.20	83	4 343.026	—
总变异	756 002.91	95	—	—

- 1) A、B、C、D分别代表黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离4个因素;
2) $F_{0.05}(3, 83)=2.72$, $F_{0.01}(3, 83)=4.04$, “**”表示差异极显著($p \leq 0.01$)。

表 6 正交试验方差分析—美洲斑潜蝇

变异来源 ¹⁾	平方和	自由度	均方	F 值 ²⁾
A	1 326. 47	3	442. 16	3. 214 *
B	654. 92	3	218. 31	1. 587
C	1 577. 81	3	525. 94	3. 823 *
D	656. 47	3	218. 82	1. 591
误差	18 020. 31	131	137. 56	—
总变异	22 235. 97	143	—	—

1) A、B、C、D 分别代表黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离 4 个因素; 2) $F_{0.05}(3, 131)=2. 68, F_{0.01}(3, 131)=3. 94$, “*”表示差异显著($p\leq 0.05$)。

结果表明,因素 D,即黄板距北墙距离,对诱杀有翅瓜蚜具有极显著影响;4 个因素对诱杀温室白粉虱都具有极显著影响;因素 A 和 C,即黄板悬挂高度和黄板距出口距离,对诱杀美洲斑潜蝇有显著影响。各因素重要性排序:诱杀有翅瓜蚜为 $D>A>B>C$;诱杀温室白粉虱为 $D>C>B>A$;诱杀美

洲斑潜蝇为 $C>A>D>B$ 。除诱杀有翅瓜蚜因素排序稍有不同外,其余因素重要性排序与直观分析所得结果一致。

对表 4~6 方差分析中有显著性作用的因素各水平平均值进行多重比较,以明确平均值间差异显著性,获得诱杀最大虫量的黄板放置组合,结果列于表 7。

对于诱杀虫量没有显著影响的因素,可以取其任一水平;而对于有显著影响的因素,则最好取最佳水平。根据表 7 重要因素各水平平均值的差异显著性分析,同时权衡诱杀各种害虫的最佳水平,可以得出黄板诱杀害虫的 4 因素最佳组合为 $A_3B_1C_4D_4$,即黄板高出植株 0.2 m、平板形、距出口 91 m、距北墙距离 0.7 m 时诱杀虫量最大。

表 7 差异显著性分析¹⁾

水平	诱杀有翅瓜蚜数量/头	诱杀温室白粉虱数量/头				诱杀美洲斑潜蝇数量/头	
	D	A	B	C	D	A	C
1	157.9 b AB	64.9 ab AB	92.2 a A	3.3 b B	11.8 b B	9.3 b	9.1 b
2	101.2 b B	24.0 c B	29.8 b B	29.2 b B	26.3 b B	17.2 a	13.8 ab
3	141.6 b AB	84.8 a A	31.2 b B	85.8 a A	50.6 b B	16.1 a	16.9 a
4	243.9 a A	30.4 bc B	50.9 b AB	85.9 a A	115.3 a A	14.5 ab	17.3 a

1) A、B、C、D 分别代表黄板悬挂高度、黄板形状、黄板距出口距离、黄板距北墙距离 4 个因素;平均值后不同英文小写字母和大写字母分别表示差异显著($p\leq 0.05$)和极显著($p\leq 0.01$)。

3 结论与讨论

研究结果表明,黄板对温室西葫芦的主要害虫瓜蚜、美洲斑潜蝇、温室白粉虱有诱杀作用,可以作为温室西葫芦虫害的防治措施。同时,黄板的形状、放置高度、距出口的距离和距北墙的距离等因素对诱杀害虫的数量有重要影响。通过综合分析,试验得出 4 因素组合为 $A_3B_1C_4D_4$ 诱虫数量最大,据此提出,生产中利用黄板防治温室西葫芦虫害,可手工制作或购买成品平面形黄板,在温室内高于植株 0.2 m 左右悬挂,并且在温室内侧距出口较远处和温室北侧增加放置密度,将有助于提高防治效果。

本试验中,黄板放在温室北边诱杀的瓜蚜和温室白粉虱较多,放在温室南边诱杀的美洲斑潜蝇较多,与前人报道温室白粉虱和烟粉虱在温室中的分布^[3,6],以及斑潜蝇在温室蔬菜上的发生规律相同^[4]。实际生产中如果温室内斑潜蝇发生较重,可在温室南侧适当增加放置密度,以提高斑潜蝇诱杀效果。

此外,试验结果显示黄板在温室内侧距出口较

远处诱杀 3 种害虫数量均多于距出口较远处,表明温室内侧 3 种害虫的发生数量较多,这与侯茂林等的研究结果一致^[3]。原因可能是温室内侧的温湿度等环境条件更适宜害虫的生长和繁殖,也可能是由于靠近出口处的害虫易于被发现并能够及时被人工摘除或防治。尽管温室内侧虫量多于靠近出口处,也应在靠近出口处放置黄板,以防止外部虫源经出口进入温室内部。

参考文献

- [1] 郑建秋. 现代蔬菜病虫鉴别与防治手册[M]. 北京:中国农业出版社,2004:755-767.
- [2] 张洪,柳晓霞,杜娟,等. 黄板诱杀温室白粉虱的关键技术研究[J]. 西北农业学报,2006,15(3):94-97.
- [3] 侯茂林,文吉辉,卢伟. 烟粉虱成虫在日光温室内的分布和日活动规律[J]. 生态学报,2006,26(5):1431-1437.
- [4] 岳德成,鲍国军. 南美斑潜蝇在日光温室蔬菜上的发生规律观察[J]. 甘肃农业科技,2006(2):22-24.
- [5] 李志辉,罗平. SPSS for windows 统计分析教程[M]. 北京:电子工业出版社,2005:156-212.
- [6] 申培增,冯宜林,高作银,等. 在粘虫板控制状态下温室白粉虱空间分布调查初报[J]. 植保技术与推广,2002,22(11):7-8.