

喀什棉区第一、二代棉铃虫对棉花的 复合危害和防治指标研究

姚 举¹, 李号宾¹, 王 伟¹, 张爱新², 王 东²

(1. 新疆农科院植保所, 乌鲁木齐 830091; 2. 莎车县农业技术推广中心, 新疆莎车 844700)

摘 要: 2007 年在新疆喀什地区莎车县利用二次正交旋转组合设计得出新疆喀什地区第一、二代棉铃虫复合为害与产量损失的回归模型, $Y = 13.402\ 32 + 4.650\ 75\ X_1 + 4.999\ 563\ X_2 + 0.624\ 735\ X_1^2 + 3.876\ 875\ X_2^2 - 1.93\ X_1 X_2$ 。结果显示: 一、二代棉铃虫交互作用不明显, 得出每代棉铃虫的为害效应模型, 一代 $Y_1 = 13.402\ 32 + 4.650\ 75\ X_1$, 二代 $Y_2 = 13.402\ 32 + 4.999\ 563\ X_2 + 3.876\ 875\ X_2^2$ 。根据模型, 制定了喀什地区第一、二代棉铃虫的防治指标。

关键词: 二次正交旋转组合设计; 棉铃虫; 复合为害; 防治指标

中图分类号: S435.622.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4330(2008)01-0105-04

Research on the Complex Damage to Cotton Caused by 1st and 2nd of Generations *Helicoverpa armigera* Hubner and Its Control Index in Kashi District

YAO Ju¹, LI Hao-bin¹, WANG Wei¹, ZHANG Ai-xin², WANG Dong²

(1. Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, 830091, China; 2. Extension Center of Agricultural Technology in Shache, Shache Xinjiang, 844700, China)

Abstract: In 2007, the rotation model of the cotton complex damage and the output less of the first and second - generations of *Helicoverpa armigera* Hubner in Shache county, Kashi district, Xinjiang was obtained by applying square regressive and orthogonal rotation designs; $Y = 13.402\ 32 + 4.650\ 75\ X_1 + 4.999\ 563\ X_2 + 0.624\ 735\ X_1^2 + 3.876\ 875\ X_2^2 - 1.93\ X_1 X_2$. The results showed that the interaction between first and second generations of *Helicoverpa armigera* Hubner was indistinctive; $Y_1 = 13.402\ 32 + 4.650\ 75\ X_1$, $Y_2 = 13.402\ 32 + 4.999\ 563\ X_2 + 3.876\ 875\ X_2^2$. According to the model, the control index of the first and second - generation of *Helicoverpa armigera* Hubner was formulated.

Key words: square regressive and orthogonal rotation designs; *Helicoverpa armigera* Hubner; complex damage; economic threshold

喀什棉区棉铃虫一年可以发生 4 代, 对棉花产量可构成严重危害的为第一代和第二代^[1]。曾对该棉区第二代棉铃虫的危害规律和防治指标进行过报道^[2]。新疆第一代棉铃虫对棉花的危害以及第一、二代复合危害对棉花的影响尚无人研究。近几年, 喀什地区棉花生产水平提高较快, 需要制订新的防治指标。2006 年在莎车县棉田自然状态下按照二次正交旋转组合设计人工接初孵幼虫, 研究了该棉区第一、二代棉铃虫对棉花的复合危害规律和防治指标^[3-7]。

1 材料与方法

采用二因子五水平的二次正交旋转组合回归设计, 对第一代棉铃虫(X_1)和第二代棉铃虫(X_2)两因素在 -1.414、-1.0、1 和 1.414 五个水平下为害棉花进行试验。在大田选取长势均匀、肥水均匀的棉田

收稿日期: 2007-08-30; 修回日期: 2007-10-30

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目“棉花持续优质高效生产技术体系研究与示范”(2006BAD21D21B02); 国家“十一五”科技支撑项目“棉花重大病虫害防控技术”(2006BAD08A07)

作者简介: 姚举(1969-), 男, 山东人, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为棉花害虫综合防治, (E-mail) yaoju500@sohu.com

一块,分成 16 个小区,小区随机排列。小区面积 $1.8 \times 3.5 \text{ m}^2$ (1 幅宽膜,4 行棉花,理论株数 100 株)。对照小区不接虫,3 d 查 1 次,发现虫卵及时除去;其余各处理按设计数量接初孵棉铃虫幼虫。各水平接虫量的确定方法为:先确定 1 水平和 -1.414 水平的接虫量,然后分别根据公式(1)、公式(2)和公式(3)计算 -1 水平、1.414 水平和 0 水平的接虫量。表 1

公式 1:

$$-1.414 \text{ 水平接虫量} = -1 \text{ 水平接虫量} - (1.414 - 1) \times [1 \text{ 水平接虫量} - (-1) \text{ 水平接虫量}] / 2$$

公式 2:

$$1.414 \text{ 水平接虫量} = 1 \text{ 水平接虫量} + (1.414 - 1) \times [1 \text{ 水平接虫量} - (-1) \text{ 水平接虫量}] / 2$$

公式 3:

$$0 \text{ 水平接虫量} = [1 \text{ 水平接虫量} + (-1) \text{ 水平接虫量}] / 2$$

任意编码值与对应的接虫量可根据转换通式公式 4 转换。

公式 4:

$$\text{接虫量} = 0 \text{ 水平接虫量} + \text{编码值} \times [1 \text{ 水平接虫量} - (-1) \text{ 水平接虫量}] / 2$$

接虫前 1 d 查 1 次试验地自然虫卵量,在此基础上补接,以达到设计虫量。9 月棉花定型时测定各小区实际株数、总有效铃数,以便校正产量。(第一、二代幼虫为害期间不得在试验地及其周围喷洒任何对棉铃虫有效的各类杀虫剂,整个生育期内控制其它病虫害以免影响试验)。试验在莎车县荒地镇进行。

表 1 二次正交旋转组合设计试验因素水平编码及实施

Table 1 The test factor level code of square regressive and orthogonal rotation designs

| 因素 | 变量 | 实施时间 | 实施方法 | 变量各水平接虫量(头/100 株) | | | | |
|------|-------|-------|---------|-------------------|----------|-----------|-----|-----------|
| | | | | -1.414 | -1 | 0 | 1 | 1.414 |
| 一代幼虫 | X_1 | 5 月下旬 | 人工接初孵幼虫 | 0 | 8.575 0 | 29.287 5 | 50 | 58.575 0 |
| 二代幼虫 | X_2 | 7 月上旬 | | 0 | 51.449 9 | 175.725 0 | 300 | 351.449 9 |

2 结果与分析

2.1 回归系数计算

根据各小区的实际棉株数、实测产量及对照得到校正产量和损失率,运用正交旋转回归设计方法得到回归系数,由此得到产量损失率(Y)与第一、二代棉铃虫数量(分别为 X_1 和 X_2)关系的回归方程:

$$Y = 15.653\ 125 + 4.650\ 75\ X_1 + 4.999\ 563\ X_2 + 0.624\ 735(X_1^2 - 0.5) + 3.876\ 85(X_2^2 - 0.5) - 1.93\ X_1 X_2 \\ = 13.402\ 32 + 4.650\ 75\ X_1 + 4.999\ 563\ X_2 + 0.624\ 735\ X_1^2 + 3.876\ 875\ X_2^2 - 1.93\ X_1 X_2 \quad (1)$$

由该式计算出的 Y 值,可以看出理论值与实测值基本一致。表 2

2.2 回归式的显著性测定

2.2.1 失拟性检验

由于失拟检验 $F_1 = 1.492\ 041\ 197 < F(3,7)_{0.10} = 3.07$,证明无其它显著失拟性因素影响试验。表 2

2.2.2 回归式显著性测定

对回归方程作 F 检验得到 $F_2 = 6.641\ 613\ 074 > F(5,10)_{0.01} = 5.64$,说明该二次方程高度显著。

2.2.3 回归系数显著性测定(表 3)

X_1^2 和 $X_1 X_2$ 两项回归系数极不显著,说明一、二代棉铃虫交互作用不明显,对棉花减产的影响是相对独立的。于是剔除极不显著的 X_1^2 和 X_2^2 两项,将模型①简化为

$$Y' = 13.402\ 32 + 4.650\ 75\ X_1 + 4.999\ 563\ X_2 + 3.876\ 875\ X_2^2 \quad (2)$$

2.3 为害效应分析

从模型②可得出每代棉铃虫的为害效应:一代 $Y' = 13.402\ 32 + 4.650\ 75\ X_1$ (3)

二代 $Y' = 13.402\ 32 + 4.999\ 563\ X_2 + 3.876\ 875\ X_2^2$ (4)

表 2 编码组合及复合为害结果
Table 2 The code and result of complex damage

| 小区号 | X_0 | X_1 | X_2 | $X_1^2 - 0.5$ | $X_2^2 - 0.5$ | $X_1 X_2$ | 产量损失率 $Y(\%)$ | $Y(\%)$ |
|----------|---------------|--------------|-------------------------|---------------|-------------------------|-----------|-------------------------|---------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 29.18 | 25.62 |
| 2 | 1 | 1 | -1 | 0.5 | 0.5 | -1 | 23.47 | 19.49 |
| 3 | 1 | -1 | 1 | 0.5 | 0.5 | -1 | 20.8 | 20.18 |
| 4 | 1 | -1 | -1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 7.37 | 6.32 |
| 5 | 1 | -1.414 | 0 | 1.5 | -0.5 | 0 | 7.85 | 8.08 |
| 6 | 1 | 1.414 | 0 | 1.5 | -0.5 | 0 | 16.85 | 21.23 |
| 7 | 1 | 0 | -1.414 | -0.5 | 1.5 | 0 | 11.48 | 14.09 |
| 8 | 1 | 0 | 1.414 | -0.5 | 1.5 | 0 | 26.23 | 28.23 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 12.24 | 13.40 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 18.4 | 13.40 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 15.2 | 13.40 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 15.84 | 13.40 |
| 13 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 9.76 | 13.40 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 10.7 | 13.40 |
| 15 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 11.61 | 13.40 |
| 16 | 1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.5 | 0 | 16.47 | 13.40 |
| B_j | 250.45 | 37.206 | 39.996 5 | 4.495 | 31.015 | -7.72 | 253.45 | |
| b_j | 15.653 125 | 4.650 75 | 4.999 563 | 0.624 375 | 3.876 875 | -1.93 | | |
| B_j^2 | 62 725.202 5 | 1 384.3 | 1 599.72 | 24.95 | 961.93 | 59.598 4 | | |
| Q_j | 3 920.325 156 | 173.036 | 199.965 | 3.118 75 | 120.241 | 14.899 6 | | |
| $SS_{总}$ | 665.217 143 8 | $f_{总} = 15$ | | | | | | |
| $SS_{回}$ | 511.260 437 3 | $f_{回} = 5$ | | | | | | |
| Y_0 平均 | 13.402 5 | | | | | | | |
| $SS_{误}$ | 93.907 75 | $f_{误} = 7$ | | | | | | |
| $SS_{剩}$ | 153.956 706 5 | $f_{剩} = 10$ | | | | | | |
| $SS_{总}$ | 60.048 956 47 | $f_{总} = 3$ | | | | | | |
| F_1 | 1.492 041 197 | | $f(3,7)_{0.10} = 3.07$ | | $f(3,7)_{0.05} = 4.35$ | | $f(3,7)_{0.01} = 8.45$ | |
| F_2 | 6.641 613 074 | | $f(5,10)_{0.10} = 2.52$ | | $f(5,10)_{0.05} = 3.33$ | | $f(5,10)_{0.01} = 5.64$ | |

表 3 回归系数的显著性检验
Table 3 The test of significance on regression coefficient

| 变异来源 | 平方和 SS | 自由度 df | 均方 V | 比值 F | 临界值 $F_{\alpha}(1,10)$ |
|------|------------------|----------|----------|---------|------------------------|
| 一次效应 | X_1 173.04 | 1 | 173.04 | 11.24 | ** |
| | X_2 199.965 | 1 | 199.965 | 12.99 | ** |
| 二次效应 | X_1^2 3.118 75 | 1 | 3.118 75 | 0.202 6 | |
| | X_2^2 120.241 | 1 | 120.241 | 7.81 | * |
| 交互效应 | $X_1 X_2$ 14.9 | 1 | 14.9 | 0.97 | |
| 剩余 | 153.956 7 | 10 | 15.395 7 | | |

从模型③从可以看出一代棉铃虫的为害模型为线形,其虫量与减产率呈正相关。据调查,棉田第一代棉铃虫发生时期(5月下旬至6月上旬),棉花正处于现蕾期,棉株上的蕾还较少,仅3~6个蕾/株,棉铃虫除为害蕾外,对棉花生长点的为害也较严重,造成棉株断头。第一代幼虫58.575 0、50、29.287 5、8.575 0头/百株小区棉花断头株率分别为28.16%、22.87%、15.22%和8.05%,而无虫对照小区棉花同期断头株率仅为2.23%(对照断头的原因有人为因素如农机作业、气象因素如大风等)。

模型④中二次项系数为正值,表明此模型为开口向上的抛物线,即当第二代棉铃虫数量较低时(低于补偿点),棉花可表现出超补偿作用的增产效应;而当第二代棉铃虫数量超过补偿点时,则造成棉花减产;棉铃虫数量越多,减产率越高。

2.4 制定防治指标

在模型②中,将 X_2 和 X_1 分别固定在 -1.414 水平,可以得到:

一代: $Y'_1 = 14.084\ 346\ 29 + 4.650\ 75\ X_1$ ⑤

二代: $Y'_2 = 6.826\ 159\ 5 + 4.999\ 563\ X_2 + 3.876\ 875\ X_2^2$ ⑥

根据防治指标公式: $Y = C \times 100 / (H \times P \times F \times R)$

公式 5

计算允许棉铃虫造成的产量损失率。式中: Y —允许产量损失率, C —防治一次各种费用之和(农机费 5.00 元/667 m², 农药费 4.50 元/667 m², 合计为 9.50 元/667 m²), H —大田平均产量(2003~2005 年喀什棉区平均为 90 kg/667 m²), P —农产品单价(2003~2005 年皮棉平均价为 9.80 元/kg), F —害虫为害造成的最大损失率(据估计棉铃虫第一、二代分别为 20%、50%), R —防治一次的防治效果(一般为 80%)。

公式 5 计算出的为纯粹经济学意义上的允许产量损失率, 此时允许的产量损失相当于防治费用, 而且也只是针对棉铃虫一种害虫。考虑到自然天敌在新疆棉花害虫防治中的重要地位, 还应该纳入生态学因素。

第一代棉铃虫防治适期在 5 月中、下旬, 此时为棉田棉蚜点、片发生期, 自然天敌对防止棉蚜扩散和数量上升有重要作用。根据以往的经验教训, 此时大面积喷洒化学农药会导致棉蚜大面积发生, 使防治蚜虫难度加大, 需要投入更大的费用。第二代棉铃虫防治适期在 7 月上旬, 此时棉田自然天敌数量很大, 为 1 年中的天敌发生高峰期, 对害虫的控制作用很强, 如果大面积喷洒化学农药, 对天敌造成严重杀伤, 则会引起棉花生长中后期棉蚜、棉叶螨等害虫的大发生, 导致棉花产量和质量的更大损失。因此对于第一、二代棉铃虫的防治指标, 如果仍然仅仅考虑为允许相当于防治费用的经济损失, 即得失相当的经济阈值, 肯定是利少弊多。研究引入生态学系数, 即从害虫防治生态学考虑, 允许某种害虫造成的产量损失大于防治费用的倍数, 将公式 5 改为公式 6:

$$Y = C \times E \times 100\% / (H \times P \times F \times R)$$

公式 6

E 为生态学系数。根据该地区目前生产水平、经济水平和农民接受能力, 将 E 定为 2 为宜, 即允许棉铃虫造成的损失不超过防治费用的 2 倍。将各数值代入公式 6, 得 $Y_1 = 13.463\ 718\ 8$, $Y_2 = 5.385\ 487\ 5$ 。令 $Y'_1 = 13.463\ 718\ 8$, $Y'_2 = 5.385\ 487\ 5$, 由模型⑤和⑥得 $X_1 = -0.620\ 627\ 46$, $X_2 = -0.730\ 338$, 按公式 4 转换成初孵幼虫数量得第一代棉铃虫的防治指标为 16.4 头/百株, 即 17 头/百株; 第二代棉铃虫的防治指标为 84.96 头/百株, 即 85 头/百株。

3 结论与讨论

3.1 喀什棉区自实行地膜植棉以来, 棉花生育期提前, 第一代棉铃虫也进入棉田为害。第一代棉铃虫除为害早期棉蕾, 可使伏前桃减少, 也造成棉花断头, 影响中、后期棉花的正常生长。试验结果说明, 只要有第一代棉铃虫为害棉花, 就会造成产量损失。因此, 对于第一代棉铃虫防治应该给予足够的重视。棉花对第二代棉铃虫表现一定的超补偿现象, 其原因到底是与棉花自身对第二代棉铃虫发生时期蕾铃损失的生理补偿能力较强有关, 还是与天敌对第二代棉铃虫的控制作用较强有关, 值得进一步研究。

3.2 棉铃虫防治仅是棉花害虫防治的一个部分, 应该融入整个棉花病虫害综合防治技术体系之中, 应尽量避免和其它措施相抵触, 尤其是在对自然天敌的保护利用上。研究在棉铃虫防治指标中引入生态学系数, 使之既有经济学意义, 也有生态学意义, 有利于在提高害虫防治经济效益的同时, 提高生态效益。

参考文献:

- [1] 马祁, 李号宾, 汪飞, 等. 新疆棉花害虫综合防治技术体系研究[J]. 新疆农业科学, 2000, (1): 1-5.
- [2] 李号宾, 马祁, 王锁牢, 等. 新疆第二代棉铃虫的为害和防治指标研究[J]. 棉花学报, 1997, 9(4): 193-196.
- [3] Salgado V G et al. In Proceedings of the 1997 Beltwide Cotton Production Conference[C]. National Cotton Council, Memphis, TN, 1997: 1082-1086.
- [4] Thompson G D et al. In Proceedings of the 1995 Beltwide Cotton Production Conference[C]. National Cotton Council, Memphis, TN, 1995: 903-907.
- [5] 张传溪, 许文华. 资源昆虫[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 127-13.
- [6] 王瑞琪, 张仕福, 樊孝贤, 等. 棉田多虫复合危害防治指标应用研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(4): 405-410.
- [7] 郭予元, 戴小凤, 刘芹轩, 等. 华北棉区二代棉铃虫和叶蝉为害棉花的动态复合防治指标研究[J]. 植物保护学报, 1994, 21(4): 339-344.