

小菜蛾防治适期的研究^{*}

赵全良^{**} 吴伟坚 梁广文 张维球
(昆虫生态研究室)

摘要 本文应用二次回归通用旋转组合设计方法,研究了小菜蛾对菜心产量和质量的影响,建立了菜心产量和质量回归模型,对模型的分析发现菜心6~9叶期是小菜蛾为害引起菜心产量和质量下降的关键时期,本文还研究了小菜蛾对不同生长期菜心产卵选择性,结果表明:4~5叶期菜心上的着卵量最多,2~3叶期的菜心上的着卵量最小,综合上述研究结果,提出将菜心6~9叶期确定为小菜蛾防治适期。

关键词 小菜蛾;二次回归旋转组合设计;防治适期

小菜蛾 (*Plutella xylostella* (L.)) 是十字花科蔬菜的一种重要害虫,广东省十字花科蔬菜种类丰富,面积广,小菜蛾在广东有较好的食料条件和气候条件,因而可终年繁殖,而且其发育历期短,世代多,对蔬菜造成严重危害^[2],特别是近来,地处珠江三角洲的深圳、宝安等地,以蔬菜和果树为主要作物,菜场面积达几万亩,是供应香港、深圳的蔬菜生产基地,由于大面积的连续种植,小菜蛾为害更加猖獗,化学农药的使用频率和使用量不断提高,滥用农药已带来了十分严重的环境和社会问题,本文为解决合理使用化学杀虫剂问题,以达到最佳的经济效益、社会效益和生态效益的有害生物科学管理的目标,应用二次回归旋转组合设计方法研究了小菜蛾的防治适期。

1 材料和方法

1.1 小菜蛾对菜心产量及质量的影响

本试验在深圳市宝安县进行,选用“50天菜心”品种,以各菜龄的小菜蛾幼虫密度为变量,把试验期菜心分为五个时期,即得到五个变量 (X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5),试验设计按5因子 $1/2$ 实施的二次回归通用旋转组合表进行,共32个试验号,为减少菜株个体间的误差,试验设10个重复,最后取10个重复的平均值为试验值,试验从菜心长出第三片真叶开始进行,同一块菜地选出五畦,每畦安排两个重复,采用单株收获,记录菜株重量和质量级别(这里的质量不是指菜心营养和质的含量等,而是指菜心的表现及可能造成对价格的影响),二次回归通用旋转组合设计方法参见茆诗松等^[1]。

本试验中参试因子如下: X_1 :菜心长出第3片真叶到长出第6片真叶期间的小菜蛾幼虫密

* 广东省自然科学基金资助项目。

** 现在深圳农副产品贸易中心工作。

1992-06-06 收稿

度; X_2 : 菜心长出第6片真叶到长出第7片真叶期间的小菜蛾幼虫密度; X_3 : 菜心长出第7片真叶到长出第9片真叶期间的小菜蛾幼虫密度; X_4 : 菜心长出第9片真叶到长出第11片真叶期间的小菜蛾幼虫密度; X_5 : 菜心长出第11片真叶到收获期间的小菜蛾幼虫密度。

X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 分别为 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 所对应的编码值。

本实验中变量及其水平见表1。

表1 参试因子及其水平¹⁾

r=2.0000

编码值	因 子				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
+2	2	3	6	6	8
+1	1.5	2.25	4.5	4.5	6
0	1	1.5	3	3	4
-1	0.5	0.75	1.5	1.5	1.5
-2	0	0	0	0	0

附注1): 表中数据单位为头/株。

接虫方法 按试验安排(表2)接入2~3龄幼虫,进入下一菜龄后将菜株上的幼虫清除,然后接入2~3龄幼虫。

本试验中菜心质量分级标准如下:

1级: 菜叶被取食面积在10%以下且菜株重量在20克以上;

2级: 菜叶被取食面积在11—20%且菜株重量在6克以上,或取食面积在10%以下且重量在16—19克;

3级: 菜叶被取食面积在21—30%且菜株重量在16克以上;

4级: 菜叶被取食面积在31—40%且重量在11克以上,或菜株重量在11—15克且取食面积在40%以上;

5级: 菜叶被取食面积在40%以上或菜株重量在10克以下。

二次回归通用旋转组合设计的试验结果可以拟合下面的数学模型:

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j X_j + \sum_{i < j} b_{ij} X_i X_j + \sum_{j=1}^p b_{jj} X_j^2$$

式中, Y 为试验结果的估计值, x_i 或 x_j 为供试因子的编码值, p 为供试因子数, b_0 为零次项系数, b_j 为一次项系数, b_{ij} 为交互项系数, b_{jj} 为二次项系数。

菜心不同生长期小菜蛾虫口密度 (x_i) 与其编码值 (X_i) 的关系为:

$$X_1 = (x_1 - 1) / 0.5$$

$$X_3 = (x_3 - 3) / 1.5$$

$$X_5 = (x_5 - 4) / 2$$

$$X_2 = (x_2 - 1.5) / 0.75$$

$$X_4 = (x_4 - 3) / 1.5$$

1.2 小菜蛾对不同生长期菜心的产卵选择性

试验在三间网室中进行,采用随机区组试验设计法,在每间网室中每隔一定时期种植一批菜心,共种5批。小菜蛾成虫由田间采集蛹,室内羽化而得。接虫前,将每间网室中各生长期菜心分别保留10株,在每间网室中各接入同批羽化的小菜蛾成虫25对,这时菜心的生

长期分别为：①2~3叶期，②4~5叶期，③7~8叶期，④9~10叶期，⑤11叶期以后，分别在接虫后2天4天检查各生长期菜心上的卵量。

2 结果与分析

小菜蛾对菜心产量和质量影响的试验结果列于表2，各回归方程进行失拟性检验及显著性检验、回归系数进行t检验。

求得的回归方程为：

$$Y_1 = 25.2182 - x_1 - 1.4917X_2 - 1.25X_3 - 0.375X_4 + 0.3X_5 - 0.45X_1X_2 + 0.4125X_1X_3 + 0.1875X_1X_4 + 0.4375X_1X_5 + 0.85X_2X_3 + 0.675X_2X_4 - 0.025X_2X_5 + 1.2625X_3X_4 + 0.3125X_3X_5 + 0.1875X_4X_5 - 0.1432X_1^2 - 0.2432X_2^2 - 0.2182X_3^2 - 0.1307X_4^2 + 0.0068X_5^2$$

式中， Y_1 为菜心产量预测值（g/株）。

由F检验可知，方程与试验结果拟合得很好， $F=6.52$ ($P<0.01$) 由t检验可知，因子 x_2 ($t=8.68$, $p<0.0001$)、 x_3 ($t=7.43$, $p<0.0001$) 对菜心产量影响最大，即菜心在6~7叶期或7~9叶期受害会造成严重减产。此外，因子 x_1 、因子互作 x_2x_3 ($t=4.12$, $p<0.01$)、 x_2x_4 ($t=3.27$, $p<0.5$)、 x_3x_4 ($t=6.12$, $p<0.01$) 对产量的影响也较显著，即菜心在3~6叶期受害；6~7叶期、7~9叶期连续受害；6~7叶期受害、9~11叶期再次受害；7~9叶期、9~11叶期连续受害，都将对菜心造成较大的减产。9~11叶期 (x_4)，或11叶期以后 (x_5) 受害对产量影响不大。由此可见，菜心6~9叶期是小菜蛾为害引起减产的关键时期。

求得的质量回归方程为：

$$Y_2 = 3.3170 + 0.0875X_1 + 0.1792X_2 + 0.1958X_3 + 0.5417X_4 + 0.02917X_5 + 0.0313X_1X_2 - 0.0188X_1X_3 - 0.0063X_1X_4 + 0.0063X_1X_5 - 0.0188X_2X_4 + 0.0063X_2X_5 - 0.0813X_3X_4 + 0.0063X_3X_5 + 0.0188X_4X_5 - 0.0170X_1^2 + 0.0205X_2^2 + 0.0205X_3^2 - 0.0045X_4^2 - 0.0295X_5^2$$

式中， Y_2 为菜心质量级别（单位：级）。

由F检验可知，方程与试验结果拟合得很好， $F=4.40$ ($P<0.01$) 由t检验可知，对菜心质量影响最大的因子为 x_2 ($t=8.93$, $p<0.0001$)、 x_3 ($t=9.76$, $p<0.0001$) 即菜心在6~7叶期受害会严重降低菜心质量。此外，菜心在3~6叶期 (x_1) 受害，9~11叶期 (x_4) 受害或7~9叶期、9~11叶期连续受害 (x_3x_4)，也会对菜心质量造成较大的影响。而在11叶期以后 (x_5) 小菜蛾为害对菜心质量影响较小。由此可见，菜心6~9叶期是小菜蛾为害引起质量下降的关键时期。

综上所述，从产量和质量回归方程的分析中我们发现，小菜蛾为害对菜心产量和质量影响最大的时间是相吻合的。因此，从菜心生长阶段考虑，6—9叶期是小菜蛾防治的关键时期。

小菜蛾产卵选择性实验结果列于表3，经方差分析及显著性检验，显示4~5叶期菜心的着卵量最多，显著高于其他生长期的菜心上的卵量；2~3叶期的菜心上的着卵量最少，显著低于其他生长期的菜心上的卵量 ($\alpha=5\%$)。

表2 小菜蛾对菜心产量和质量影响的试验安排及试验结果 (深圳 1990.5~6)

试验号	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y ₁	Y ₂
1	1	-1	-1	-1	-1	1	31.4	2.7
2	1	1	-1	-1	-1	-1	28.6	2.9
3	1	-1	1	-1	-1	-1	26.5	3
4	1	1	1	-1	-1	1	22.7	3.3
5	1	-1	-1	1	-1	-1	24.1	3.3
6	1	1	-1	1	-1	1	25.1	3.4
7	1	-1	1	1	-1	1	22.9	3.5
8	1	1	1	1	-1	-1	18.8	3.7
9	1	-1	-1	-1	1	-1	26.4	2.9
10	1	1	-1	-1	1	1	26	3.1
11	1	-1	1	-1	1	1	24	3.3
12	1	1	1	-1	1	-1	19.5	3.5
13	1	-1	-1	1	1	1	25.3	3.2
14	1	1	-1	1	1	-1	22.9	3.2
15	1	-1	1	1	1	-1	34.5	3.4
16	1	1	1	1	1	1	35.1	3.7
17	1	0	0	0	0	0	24.8	3.4
18	1	0	0	0	0	0	26.2	3.2
19	1	0	0	0	0	0	24.9	3.4
20	1	0	0	0	0	0	24.9	3.2
21	1	0	0	0	0	0	26.5	3.2
22	1	0	0	0	0	0	24.8	3.3
23	1	-2	0	0	0	0	26.3	3.2
24	1	2	0	0	0	0	22.5	3.5
25	1	0	-2	0	0	0	26.5	3.1
26	1	0	2	0	0	0	21.5	3.9
27	1	0	0	-2	0	0	27.5	3
28	1	0	0	2	0	0	20.7	4
29	1	0	0	0	-2	0	25.1	3.2
30	1	0	0	0	2	0	23.8	3.6
31	1	0	0	0	0	-2	26	3.2
32	1	0	0	0	0	2	24	3.4

表中 Y₁为单株菜心的重量 (单位: 克); Y₂为菜心质量等级

表3 不同生长期菜心上小菜蛾成虫产卵量 (粒/株) (广州 1991.1)

生长期	2~3叶期	4~5叶期	7~8叶期	9~10叶期	11叶以后	
2	重复1	0.00	6.40	3.60	3.00	3.10
	重复2	0.10	10.90	3.10	2.80	4.00
天	重复3	0.10	6.30	4.20	3.30	3.30
	平均 ¹⁾	0.07c	7.78a	3.63b	3.03b	3.47b
4	重复1	0.00	14.00	6.50	6.40	7.30
	重复2	0.60	19.90	9.00	7.30	7.40
天	重复3	0.60	13.90	8.20	7.80	7.60
	平均	0.40c	15.90a	7.90b	7.17b	7.43b

附注1): 邓肯氏复极差测验 (DMRT), 表内有相同字母者为 $\alpha=0.05$ 水平下, 差异不显著 (下同)。

3 结论与讨论

根据前人研究认为,防治小菜蛾应掌握2~3龄幼虫高峰期用药^[1]。1龄幼虫潜叶为害,田间调查有困难,4龄幼虫抗药性强,药剂防治效果差,加之4龄幼虫食量大,在药剂发生作用之前已造成较大的危害,而2、3龄幼虫,食量相对较小,抗药性也相对较弱,田间易调查有利于药剂防治,因此,小菜蛾防治的最佳用药期应在2~3龄幼虫高峰期。

蔬菜害虫防治适期的确定,不仅要考虑害虫在不同虫态(期)对药剂的敏感性,还应注意蔬菜对害虫的敏感期。对于小菜蛾这样周年多世代重叠的害虫,在确定防治适期的时候,对蔬菜敏感期的考虑显得尤其重要。

菜心对小菜蛾的敏感期是小菜蛾防治的关键时期,根据上述试验结果,防治的关键时期应在菜心6~9叶期;小菜蛾成虫在4~5叶期菜心上的产卵量显著高于在其他生长期的菜心上的产卵量,2~3叶期菜心上的产卵量最少,这与田间的实际情况相同,我们在田间调查发现2叶期前菜心田中很少有小菜蛾成虫。因此,尽管试验表明菜心3~5叶期对小菜蛾为害也较为敏感,但实际上小菜蛾对3~5叶期的菜心并不构成危害。根据小菜蛾的发育历期,2~3龄幼虫的高峰期刚好在菜心6~9叶期的前期,这样,最佳用药期与防治关键时期相吻合。因此,菜心6~9叶期可确定为小菜蛾防治适期。

参 考 文 献

- 1 茆诗松等. 回归分析及其试验设计. 上海: 华东师范大学出版社, 1981
- 2 郑志东等. 小菜蛾发生规律与预测预报的研究. 范怀忠等主编《广州蔬菜病虫害综合防治》, 广州: 广东科技出版社, 1987.
- 3 莫禹诗等. 药剂防治菜青虫、小菜蛾应用技术研究(1). 范怀忠等主编《广州蔬菜病虫害综合防治》, 广州: 广东科技出版社, 1987.

STUDIES ON THE CONTROL SUITABLE OCCASION OF DIAMONDBACK MOTH, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.

Zhao Quanliang Wu Weijian Liang Guangwen Zhang Weiqiu
(Laboratory of Insect Ecology)

Abstract The control suitable occasion of the diamondback moth (DBM) was studied in Guangdong province. By means of rotation composite design of quadratic regression, two mathematical models were constructed to study the influence of the DBM on yield and quality of false pakchoi. The results showed that the sensitizing phase of false pakchoi to DBM was in the 6 to 9 leaf-stage. The results in experiment of the DBM selectively laying eggs showed that the most eggs were found in the 4 to 5 leaf-stage of false pakchoi. Therefore, the 6-9 leaf of false pakchoi was considered as suitable occasion for controlling DBM.

Key words *plutella xylostella*; rotation composite design of quadratic regression; control suitable occasion.