

## 影响小菜蛾种群数量的非生物 因子的灰色系统分析\*

何成兴<sup>1</sup>, 吴文伟<sup>1</sup>, 罗雁婕<sup>1</sup>, 沐卫东<sup>2</sup>, 尹可锁<sup>1</sup>

( 1. 云南省农业科学院植物保护研究所, 云南 昆明 650205;

2. 云南省通海县植保植检站, 云南 通海 652700 )

**摘要:** 应用灰色系统关联度分析方法, 对 1991 ~ 1995 年的 5 年间影响小菜蛾成虫田间种群数量的非生物因子进行分析。结果表明, 影响小菜蛾成虫田间种群数量的非生物因子在季节间, 主要是月平均温度, 其次是最高温和最低温, 再次是田间相对湿度和降雨量; 而在年度间, 主要是年均最低温, 其次是年度平均温和年均最高温, 再次是年均降雨量和年平均相对湿度。

**关键词:** 小菜蛾; 种群数量; 非生物因子; 灰色系统; 关联度

**中图分类号:** S 436.141.24   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1004 - 390X(2003)02 - 0129 - 05

### Grey System Analysis of Abiological Factor Influencing *Plutella xylostella* Population

HE Cheng-xing<sup>1</sup>, WU Wen-wei<sup>1</sup>, LUO Yan-jie<sup>1</sup>, MU Wei-dong<sup>2</sup>, YIN Ke-suo<sup>1</sup>

( 1. Institute of Plant Protection, Yunnan Academy of Agricultural Sciences. Kunming 650205, China;

2. Tonghai County Plant Protection and Plant Quarantine Station of Yunnan Province, Tonghai 652700, China )

**Abstract:** Using the method of relational grade of grey system, the abiological factor influencing *Plutella xylostella* population from 1991 to 1995 were analyzed. The results showed that first abiological factor which influencing *Plutella xylostella* population was the average temperature of each month, the second was the highest and lowest temperature, and the third was the relative humidity and the rainfall between the seasons. But also the main abiological factor which influencing *Plutella xylostella* population between the different years were the lowest temperature, the second was the average temperature and the highest temperature, the third was the rainfall and the relative humidity.

**Key words:** *Plutella xylostella*; population amount; abiological factor; grey system; relational grade

在农业生态系统中, 农作物、害虫和非生物因子之间是相互制约又相互共存的。小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 是十字花科蔬菜的重要害虫之一<sup>[1~5]</sup>。其田间种群数量除受生物因子的影响外, 还受许多非生物因子的制约; 在云南, 由于年温差小、四季不明显等气候特点, 使得许多害虫有良好的孳生场

所。因此, 研究这些非生物因子对小菜蛾成虫田间种群数量的影响, 对于预测预报和农业生产上有的放矢地控制小菜蛾具有十分重要的意义。

#### 1 材料和方法

##### 1.1 调查方法

\* 收稿日期: 2002 - 08 - 30

作者简介: 何成兴(1969 - ), 男, 云南禄丰县人, 助理研究员, 主要从事农作物害虫综合治理及新农药研究开发工作。

1991~1995 年的 5 年间在云南省通海县小菜蛾发生严重的蔬菜主产区,采用黑光灯诱集,每 7 d 1 次,每月 4 次,调查小菜蛾成虫的数量,求出每月 4 次调查的小菜蛾成虫田间种群数量的平均值以及年度间平均值;然后根据当地的气象资料,统计月份和年度间平均温度( $X_1$ )、最高温( $X_2$ )、最低温( $X_3$ )、平均降雨量( $X_4$ )以及田间平均相对湿度 RH( $X_5$ )等 5 个非生物因子,结果见表 1,3.

$$Y_i = \{ Y_i(1), Y_i(2), \dots, Y_i(n) \} \quad i = 1$$

$$X_j = \{ X_j(1), X_j(2), \dots, X_j(n) \} \quad j = 1, 2, \dots, 5$$

经数据均值化后得

$$y_i = \{ y_i(1), y_i(2), \dots, y_i(n) \} \quad i = 1$$

$$\chi_j = \{ \chi_j(1), \chi_j(2), \dots, \chi_j(n) \} \quad j = 1, 2, \dots, 5$$

$Y_1$  与  $X_j$  在第  $k$  点上的关联系数为

$$r_{ij} = \frac{\min_i \min_k | y_i(k) - \chi_j(k) | + \rho \max_i \max_k | y_i(k) - \chi_j(k) |}{\max_i | y_i(k) - \chi_j(k) | + \rho \max_i \max_k | y_i(k) - \chi_j(k) |}$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

式中  $\rho$  为分辨系数,取值区间为 $[0, 1]$ ,一般情况下取  $\rho = 0.5$ ,  $\Delta_{ij}(k) = | y_i(k) - \chi_j(k) |$  为  $y_i$  序列与  $\chi_j$  序列在第  $k$  点的绝对值差; $\min_k | y_i(k) - \chi_j(k) |$  为 1 级最小差,表示找出  $y_i$  序列与  $\chi_j$  序列对应点的差值中的最小差; $\min_i \min_k | y_i(k) - \chi_j(k) |$  为 2 级最小差,表示在第 1 级最小差的基础上再找出其中的最小差。 $\max_k | y_i(k) - \chi_j(k) |$  与  $\max_i \max_k | y_i(k) - \chi_j(k) |$  分别为 1 级和 2 级最大差,其意义与最小差相同。

$$R(Y_i, X_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r_{ij}(k)$$

$R(Y_i, X_j)$  即为第  $j$  个非生物因子与小菜蛾种群数量( $Y_i$ )的关联度,其大小反映  $X_j$  与  $Y_i$  的联系或影响程度。

### 1.2.2 计算方法

把小菜蛾成虫的田间种群数量作为参照序列,几个非生物因子作为比较序列(见表 1),采用 DPS (Data Processing System) 软件<sup>[17]</sup>进行灰色系统关联度分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 小菜蛾成虫种群数量以及非生物因子的季

## 1.2 分析原理和计算方法

### 1.2.1 分析原理

把小菜蛾成虫数量以及几个非生物因子看作一个本征性的灰色系统,小菜蛾成虫的田间种群数量( $Y_i$ )作为该系统的参照序列,其非生物因子( $x_j$ )作为该系统的比较序列,进行序列关联度分析<sup>[6~16]</sup>,方法为:

### 节性动态

将 1991~1995 年的 5 年间调查的小菜蛾成虫种群数量折合成月平均值以及非生物因子的月平均值的季节性动态变化见表 1.

对表 1 小菜蛾成虫种群数量及其非生物因子的季节性动态进行灰色系统关联度分析,结果见表 2. 为了综合评价非生物因子对小菜蛾成虫田间种群数量的季节性影响程度,对表 2 结果采用关联序积分方法,即关联序排序第一的得 5 分,排序第二的得 4 分,依次递减 1 分。这样就可得到 5 个非生物因子的关联序积分值。

从表 2 积分值可以看出,在影响小菜蛾成虫田间种群数量的非生物因子中,月平均温  $X_1$  积 21 分、月最高温  $X_2$  和月最低温  $X_3$  同积 19 分、田间相对湿度  $X_5$  积 9 分、月平均降雨量  $X_4$  积 7 分。因此,影响程度最大的是月平均温,第二是月最高温和月最低温,第三是田间相对湿度,影响最小是降雨量。

### 2.2 小菜蛾成虫种群数量以及非生物因子的年度间动态

把 1991~1995 年 5 年间调查的小菜蛾成虫种群数量以及非生物因子统计成年度平均值(见表 3)。

表1 小菜蛾成虫种群数量及其非生物因子的季节性动态

Tab. 1 Seasonal dynamics of population amounts of *Plutella xylostella* and abiological factor

年份	月份	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$Y_1$
1991	2	16.82	23.56	9.74	3.16	55.56	101
	3	18.27	24.78	12.43	11.32	57.17	110
	4	19.42	24.08	15.07	8.6	69.03	95
	5	20.3	24.13	17.62	28.38	81.27	24
	6	20.3	24.4	17.6	27.68	83.26	1
	7	19.57	24.28	16.62	28.85	84.42	4
	8	18.63	22.7	16.06	16.73	82	2
	9	16.4	20.57	13.88	13.2	83.7	5
	10	12.07	16.75	9.07	8.5	83.83	10
	11	8.57	15.53	3.85	1.35	67.07	5
	1992	2	8.77	14.18	4.22	11.03	72.28
3		15.43	21.37	9.05	0.8	53.43	6
4		19.28	24.77	11.25	0.25	54.87	15
5		24.4	21.82	15.92	9.18	59.76	61
6		20.8	25.45	17.1	16.52	74.24	39
7		19.45	23.52	16.5	23.45	82.03	9
8		19.98	25.12	15.58	8.7	81.1	22
9		18.82	24.05	15.1	12	80.15	57
10		14.07	18.5	10.95	24.75	67.75	32
11		8.81	17.05	5.62	7.86	76.8	8
1993		2	11.38	17.32	5.32	5.25	69.38
	3	12.72	21.77	7.63	0.1	57.65	13
	4	17.57	33.12	10.7	13.2	56.63	60
	5	19.65	24.83	15.18	11.45	67.13	56
	6	21.05	26.17	16.63	13.63	72.9	60
	7	20.72	25.17	17.45	20.67	81.07	9
	8	20.18	24.58	17.33	39.62	83.67	12
	9	18.4	23.15	14.95	28.85	81.77	14
	10	14.7	18.45	10.7	13.4	84.5	8
	11	12.03	19.12	6.8	0.4	75.67	6
	1994	3	13.7	20.02	8.1	8.53	65.3
4		20.08	26.5	13.52	0.15	50.2	65
5		19.67	24.98	15.82	16.6	73.08	63
6		19.77	23.57	17.23	32	82.3	55
7		20.32	25.12	16.47	601	81.48	4
8		19.67	24.7	16.32	27.7	82.82	21
9		18.67	22.93	15.92	24.48	82.7	18
10		15.95	21.4	12.42	4.72	76.22	24
11		12.45	18.53	7.85	6.78	78.93	28
12		9.22	16.2	5.02	6.8	78.85	10
1995		3	15.37	22.7	8.38	0.52	50.98
	4	20.1	26.75	12.62	1.09	44.23	53
	5	19.72	25.05	15.05	12.48	69.07	63
	6	20.78	25.3	17.05	36.2	77.57	9
	7	20.25	21.4	17.07	22.52	80.92	2
	8	19.68	24.32	16.38	16.2	82.35	4
	9	18.42	23.55	14.58	17.97	81.3	20
	10	17.17	22.47	13.4	3.48	79.03	14
	11	11.73	17.23	7.58	23.97	82.97	6
	12	9.27	16.2	4.73	1.22	76.87	6

注:  $X_1$  为月平均温,  $X_2$  为月最高温,  $X_3$  为月最低温,  $X_4$  为月降雨量,  $X_5$  为月平均相对湿度,  $Y_1$  成虫月平均种群数量(表2同)。

表 2 季节间  $Y_i$  与  $X_j$  的关联度Tab. 2 Relational grade of  $Y_i$  and  $X_j$  between the season

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
$Y_1$					
1991	0.599 7 (2)	0.599 8 (1)	0.591 3 (3)	0.558 6 (5)	0.561 5 (4)
1992	0.655 5 (2)	0.616 7 (4)	0.709 8 (1)	0.633 5 (3)	0.610 1 (5)
1993	0.668 7 (2)	0.666 0 (3)	0.691 2 (1)	0.606 6 (5)	0.619 4 (4)
1994	0.897 4 (1)	0.896 8 (2)	0.890 1 (3)	0.783 3 (5)	0.877 4 (4)
1995	0.702 5 (2)	0.706 4 (1)	0.685 5 (3)	0.570 2 (5)	0.641 3 (4)
$\Sigma$	21	19	19	7	9

注:括号内的数字为各个非生物因子的关联序, $\Sigma$ 为关联序积分和。

表 3 小菜蛾成虫种群数量及其非生物因子的年度间动态

Tab. 3 Dynamics of population amounts of *Plutella xylostella* and abiological factor between the years

年份	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$Y_1$
1991	17.04	22.08	13.19	14.78	75.23	36
1992	15.03	20.32	10.5	10.5	7147	21
1993	15.47	21.95	10.94	12.67	73.54	21
1994	16.95	22.4	12.88	72.88	75.09	31
1995	17.25	22.5	12.68	13.57	72.53	20

注: $X_1$ 为年平均温; $X_2$ 为年最高温; $X_3$ 为年最低温; $X_4$ 为年降雨量; $X_5$ 年平均相对湿度; $Y_1$ 成虫年平均种群数量(表4同)。

对表3小菜蛾成虫种群数量以及非生物因子同样采用灰色系统关联度分析,结果见表4。

表 4 年度间  $Y_i$  与  $X_j$  的关联度Tab. 4 Relational grade of  $Y_i$  and  $X_j$  between the years

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
$Y_1$	0.907 9	0.900 7	0.922 7	0.770 3	0.604 0
关联序	$X_3 > X_1 > X_2 > X_4 > X_5$				

从表4结果可以看出,在1991~1995年的年度间,影响小菜蛾成虫种群数量的非生物因子主要是年均最低温,其次是年平均温和年均最高温,再次是年均降雨量和年均相对湿度。

### 3 讨论

(1) 在农业生态系统中,影响小菜蛾田间种群数量的因子有生物因子和非生物因子,除了文中提到的非生物因子如月平均温、最高温、最低温、降雨量、田间相对湿度、光照、农药用药水平等以外;农作物生育状况、天敌种群的大小、物种之间的相互竞争等生物因子也是影响其种群数量的重要因素。

(2) 云南地处低纬度高原地区,年温差小、四季不明显;但在同一年度的不同季节以及不同年度的同一季节之间,小菜蛾的田间种群数量也有波动<sup>[1,5,6]</sup>。在文中涉及到的几个非生物因子中,在季节间月平均温度是影响小菜蛾田间种群数量的首要因素,其次是月最高温和月最低温,再次是田间相对湿度,影响最小的是降雨量;而年度间,主要是年均最低温。因此,本文的研究结果对于小菜蛾的田间预测预报不论是在理论上还是在生产实践中均具有重要的指导意义。

### [参 考 文 献]

- [1] 洗继东,张敏玲,庞雄飞. 生物因子对小菜蛾种群的联合作用模拟[J]. 华南农业大学学报,1997,18(1):1-5.
- [2] 周爱农,陈建明,马晓林,等. 温度对小菜蛾发育和取食动态的影响[J]. 上海农业学报,1992,8(4):96-98.
- [3] 庞保平,邢莉. 小菜蛾空间分布格局及抽样技术的研究[J]. 内蒙古农业科技,1999,6:12-14.
- [4] 刘新,尤民生,吴梅香. 小菜蛾自然种群生命表的组建及其重要因子分析[J]. 福建农业大学学报,1998,27(2):177-180.
- [5] 姚彩媚. 小菜蛾的发生特点及预测预报[J]. 广东农业科学,2000,5:45-46.
- [6] 丁岩松. 昆虫数学生态学[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [7] 王淑荣. 灰色关联分析应用于大豆主要数量性状选择上的研究[J]. 纯科学与综合研究,1995,11(1):75-77.
- [8] 毕守东,邹运鼎,陈高潮,等. 影响棉蚜种群数量的优势天敌的灰色系统分析[J]. 应用生态学报,2000,11(3):417-420.
- [9] 王贺军,张占川,何彦林. 棉铃虫系统预测结构分析

- [J]. 河北农业大学学报,1991,14(3):57-61.
- [10] 倪焱. 灰色系统理论在种群增长建模中的应用[J]. 生态学杂志,1987,6(5):56-59.
- [11] 于秀林,任朝佐. 应用灰色系统理论探讨瓢虫的迁飞和蚜虫的防治[J]. 生态学报,1989,9(2):163-166.
- [12] 温秀军,周正甫,王振亮. 灰色动态模型(GM)在赤松毛虫种群数量动态测报中的应用[J]. 森林病虫害通讯,1990,2:36-38.
- [13] 姜井泉. 桔全爪螨产卵动态模型的研究[J]. 生态科学,1993,2:117-125.
- [14] 丁世飞,马文汇,陈健,等. 应用灰色系统模型对第二代棉铃虫灾变性预测的研究[J]. 昆虫知识,1998,35(3):136-139.
- [15] 吕雨土,毛文彬. 白背飞虱种群动态关联分析及预测模型的研究[J]. 昆虫知识,1996,33(4):193-195.
- [16] 南都国,于连波,辛惠甫. 灰色聚类分析在农作物病害预测预报中的应用[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,1997,9(1):1-6.
- [17] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京:中国农业出版社,1997.

=====

(上接第128页)

#### [参 考 文 献]

- [1] 曾列先,黄少华,林壁润. 水稻对白叶枯病强毒菌系V型菌的抗性研究[J]. 植物保护学报,1997,24(4):289-292.
- [2] 曾列先,黄少华,伍尚忠. IRBB21(Xa21)对广东稻白叶枯病菌5个小种的抗性反应[J]. 植物保护学报,2002,29(2):97-100.
- [3] 郑康乐,庄杰云,王汉荣. 基因聚合提高了水稻对白叶枯的抗性[J]. 遗传,1998,20(2):4-7.
- [4] 孙雁,王云月,何月秋,等. 云南稻种抗病基因同源序列类似性分析[J]. 中国农业科学,2002,35(5):502-507.
- [5] 方中达,许志刚,伍尚忠,等. 中国水稻白叶枯病菌致病型的研究[J]. 植物病理学报,1990,20(2):81-88.
- [6] 章琦,杨文才,施爱农. 我国水稻抗白叶枯病性状遗传研究标准化问题的商榷[J]. 中国农业科学,1996,29(4):85-92.
- [7] 姬广海,张世珩,许志刚. 水稻品种对白叶枯病的抗性鉴定研究[J]. 云南农业大学学报,2000,15(4):321-324.
- [8] 黄少华,曾列先,徐羨明,等. 国际水稻白叶枯病圃品种抗性分析[J]. 广东农业科学,2000,(4):38-40.
- [9] 侯小华,李友荣,魏子生,等. 湖南水稻地方品种资源白叶枯病抗性评价[J]. 湖南农业科学,2001,(4):42-43.
- [10] 刘永锋,陆凡,陈志谊,等. 江苏省水稻区试品种(系)对白叶枯病的抗性分析[J]. 植物保护,2001,27(5):3-5.
- [11] OGAWA T. Methods and strategy for monitoring race distribution and identification of resistance genes to bacterial blight leaf blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) in rice [J]. JARQ,1993,27:71-80.
- [12] CHEN Sheng, ZHANG Qi-fa. Improvement of bacterial blight resistance of hybrid rice by molecular marker-assisted selection[J]. 华中农业大学学报,2000,19(3):183-189.
- [13] ZHANG Qi, WANG Chun-lian, ZHAO Kai-jun, et al.. Development of Near-isogenic line CBB23 with a new resistance gene to bacterial blight in rice and its application [J]. 中国水稻科学,2002,16(3):206-210.
- [14] PRASHANTH S R, PARANI M, MOHANTY B P, et al.. Genetic diversity in cultivars and landraces of *Oryza sativa* subsp. *indica* as revealed by AFLP markers [J]. Genome, 2002, 45:451-459.
- [15] LIN X H, ZHANG D P, XIE Y F, et al.. Identifying and Mapping a new gene for bacterial blight resistance in rice based on RFLP markers [J]. Phytopathology, 1996, 86: 1156-1159.