

# 烟蚜与其捕食性瓢虫在数量及 空间格局间的关系研究\*

陈 斌, 李正跃, 孙跃先, 严乃胜, 许若清  
( 云南农业大学植物保护学院, 云南 昆明 650201 )

**摘要:** 昆明地区烟田捕食烟蚜的瓢虫主要有异色瓢虫、七星瓢虫和六斑瓢虫 3 种, 其中异色瓢虫占 50.3%, 七星瓢虫占 35.6%, 六斑瓢虫占 14.1%。烟田烟蚜与瓢虫种群数量消长规律一致, 烟蚜与瓢虫数量成明显的正相关 ( $R = 0.88^{**}$ ); 烟株上、中、下 3 段及上、中株段烟蚜与瓢虫数量成正相关 ( $R_{\text{上}} = 0.636^{**}$ ,  $R_{\text{中}} = 0.596^{**}$ ,  $R_{\text{下}} = -0.13$ ); 用 Lloyd 的平均拥挤度  $\bar{m}$  和平均聚块性指标 ( $\bar{m}/m$ )、Iwao 的  $\bar{m} - m$  回归分析法分析了烟田及烟株上、中、下 3 段不同株段烟蚜和瓢虫种群空间分布格局, 得到烟蚜与瓢虫在烟田和烟株上、中株段呈聚集分布, 证明了瓢虫对烟蚜有明显的追随作用, 即烟蚜成聚集分布时 3 种瓢虫也成聚集分布, 借以提高对烟蚜的控制作用。

**关键词:** 烟蚜; 捕食性瓢虫; 时空动态

**中图分类号:** S 435.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004 - 390X(2002)01 - 0016 - 05

烟蚜是危害烟草的主要害虫, 我国各产烟区都广泛分布和发生, 它不仅直接危害烟株, 而且还能传播烟草病毒病, 能引起多种烟草病毒病及有些虫传烟草病害的流行<sup>[1,2]</sup>。烤烟生产中, 对烟蚜的防治, 长期是单纯依靠化学农药, 生产上用药盲目, 不仅增加了烟叶的生产成本, 且严重地污染了环境, 导致烟叶中农药残留量增加, 严重影响了烟叶的质量和吸烟者的健康。

为了避免盲目施药, 发挥烟蚜天敌种群的自然控制作用, 作者对昆明烟区捕食烟蚜的瓢虫种类及发生数量和种群消长进行调查, 为烟蚜的综合防治提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 调查方法

1999 ~ 2000 年每年 5 ~ 7 月在昆明市宜良县烟田系统调查。烤烟品种为 K326, 调查地农事操作按照云南省烟草栽培规范进行。从烟苗移栽开始, 采用 5 点取样法, 5 d 调查 1 次, 每点调查 5 株, 每次共调查 25 株, 每株分东、南、西、北 4 个方向, 每

个方向按上、中、下 3 个层次各一叶。共调查 17 次。记载烟株上烟蚜及瓢虫的种类和数量。

**1.2 烟田及烟株上、中、下不同株段烟蚜与瓢虫种群数量消长规律。**

根据烟株上烟蚜及瓢虫的种类和数量的调查结果, 研究烟蚜及瓢虫的种群数量消长规律

### 1.3 空间格局分析

计算每次调查每个样方中烟蚜与瓢虫(异色瓢虫、七星瓢虫和六斑瓢虫)在烟株上的平均密度 ( $m$ ) 和方差 ( $S^2$ )。

**1.3.1 Lloyd 的平均拥挤度 ( $\bar{m}$ ) 和聚块性指标  $\bar{m}/m$**   
 $\bar{m} = m + (S^2/m) - 1$ ,  $\bar{m}$  为平均拥挤度,  $m$  为种群平均密度,  $S^2$  为方差。Lloyd 提出, 聚块性指标 ( $\bar{m}/m$ ) 是种群在空间成随机分布时, 每个个体平均有多少个其他个体对它产生拥挤的测度。当  $\bar{m}/m = 1$  时, 种群为随机分布; 当  $\bar{m}/m < 1$  时, 种群为均匀分布; 当  $\bar{m}/m > 1$  时, 种群为聚集分布。

**1.3.2 Iwao 聚集格局回归分析法 (Iwao, 1968)** 来判断烟蚜与瓢虫在烟田及烟株上的空间分布。Iwao 的聚集格局回归分析方法将平均拥挤度 ( $\bar{m}$ ) 和

\* 收稿日期: 2000 - 11 - 20

基金项目: 云南省科委资助项目(97C026M)。

作者简介: 陈斌(1970 - ), 男, 讲师, 硕士, 主要从事农业昆虫学教学与农业害虫综合治理研究。

平均数( $m$ )的关系用下式建立: $\bar{m} = \alpha + m$ ,这里 $\bar{m}$ 由 $\bar{m} = [m + (S^2/m) - 1]$ 式得到(Ludwig 等, 1988)。斜率 $\beta$ 表明基本单位的分布格局状况, $\beta > 1$ 为聚集分布; $\beta < 1$ 为均匀分布; $\beta = 1$ 为随机分布。假设测验 $H_0: \beta = 0$ 用 $t$ 测验进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 瓢虫种类

系统调查结果表明:昆明地区烟田捕食烟蚜的瓢虫主要是瓢虫科(Coccinellidae)中的异色瓢虫 *Harmonia axyridis* (Pallas), 七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* Lin 和六斑瓢虫 *Menochilus sexmaculatus*, 其中 1999 年调查结果为异色瓢虫占 50.3%, 七星瓢虫占 34.5%, 六斑瓢虫占 13.1%, 其他 2.1%; 2000 年调查结果为异色瓢虫占 52.6%, 七星瓢虫占 35.1%, 六斑瓢虫占 11.2%, 其他 1.9%; 异色瓢虫、七星瓢虫和六斑瓢虫这 3 类瓢虫在昆明地区烟区分布广, 发生数量较大<sup>[3]</sup>。

### 2.2 瓢虫发生数量及其消长

瓢虫(异色瓢虫、七星瓢虫和六斑瓢虫)的种群消长曲线呈明显的单峰型, 4 月份由烟田周围菜园、果树迁移到烟田, 以致 6 月份发生数量最多, 一直到 7 月中旬, 其后田间渐少。

烟田取食烟蚜的瓢虫出现的早晚与烟蚜的发生时间及烟草的移栽时间有关, 从移栽后还苗期开

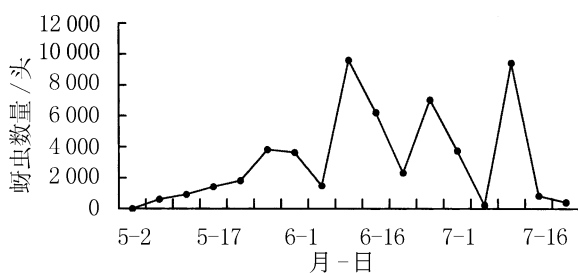


图 1 蚜虫数量消长(头/25株)

Fig. 1 The rise and decline of the population of *Myzus persicae*

始, 七星瓢虫、异色瓢虫和六斑瓢虫与烟蚜数量的相关消长是同步的。从 4 月底 5 月初移栽开始, 烟田瓢虫数量随着百株蚜量的剧增而升高, 而瓢虫发生高峰期较晚于烟蚜的发生第一高峰期, 瓢虫高峰期与烟蚜高峰期相差 5 d(1999 年)到 7 d(2000 年); 6 月中旬田间瓢虫数量发生达到最高峰, 虫口密度在 800 只/百株以上, 对烟蚜控制作用明显, 此阶段随瓢虫数量的剧增, 百株蚜量开始较大幅度降低。6 月中旬以后, 天敌种群数量随百株蚜量的急剧下降而下降。6 月下旬蚜虫与瓢虫数量又开始回升, 6 月底蚜虫数量随瓢虫数量的上升又下降, 随着烟蚜数量的降低瓢虫数量也随之下降, 到 7 月初蚜虫和瓢虫数量同时达到低谷; 之后, 又由于蚜虫数量急剧回升引起瓢虫数量上升, 接着蚜虫数量急剧下降导致瓢虫数量亦急剧降低(如图 1, 图 2)。

### 2.3 瓢虫与烟蚜种群数量的相关关系

捕食性瓢虫分布广泛, 在烟田自然作用下(无农药施用)发生数量较大。系统调查结果表明, 烟田 3 种主要捕食性瓢虫数量与蚜虫数量消长相关( $R = 0.88^{**}$ ); 烟株上、中、下 3 段, 烟蚜与瓢虫数量的相关系数分别为:  $R_{上} = 0.636^{**}$ ,  $R_{中} = 0.596^{**}$ ,  $R_{下} = -0.13$ , 由此, 烟株上、中部烟叶上烟蚜与瓢虫数量成明显的正相关, 而下部却成负相关, 主要是由于烟蚜有趋嫩取食习性, 大量集中在上中部烟叶而下部烟叶上烟蚜数量极少。

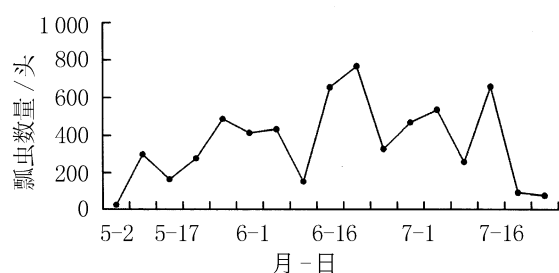


图 2 蚜虫数量消长(头/25株)

Fig. 2 The rise and decline of the population of ladybugs

### 2.4 烟田烟蚜与瓢虫种群的空间格局

(1) 烟蚜及瓢虫在烟田的聚集扩散趋势<sup>[4,5,6,7]</sup>。用 Lloyd 的平均拥挤度( $\bar{m}$ )、聚块性指标  $\bar{m}/m$  及  $(\bar{m} + 1)/m$ , 式中:  $\bar{m} = m + (S^2/m) - 1$ ,  $\bar{m}$  为平均拥挤度,  $m$  为种群平均密度,  $S^2$  为方差。

从表 1 和表 2 可看出, 烟田烟蚜与瓢虫空间分布趋势基本一致, 当烟蚜成聚集格局时, 烟田的瓢虫也成聚集格局, 因此烟蚜对瓢虫有较强的追随作用。

表 1 烟田烟蚜种群的聚集扩散趋势

Tab. 1 Aggregation and dispersion incidence for the population of *Myzus persicae* in the tobacco field

日期	$m$	$\bar{m}$	$\bar{m}/m$	$(\bar{m} + 1)/m$	判断
5月2日	0	0			
5月7日	2.06	20.754	10.07	10.560	
5月12日	3.09↑	12.928↓	4.184↓	4.507↓	扩散
5月17日	4.75↓	25.987↑	5.471↑	5.681↑	聚集
5月22日	6.04↑	26.982↑	4.467↓	4.632↓	扩散
5月27日	12.8↑	37.976↑	2.955↓	3.033↓	扩散
6月1日	12.1↑	48.177↑	3.962↑	4.044↑	聚集
6月6日	4.92↓	30.706↓	6.241↑	6.444↑	聚集
6月11日	51.9↑	95.725↑	1.842↓	3.026↓	扩散
6月16日	6.57↓	92.324↓	14.05↑	3.052↑	聚集
6月21日	7.70↑	33.181↓	4.308↓	4.437↑	聚集
6月26日	23.4↑	78.101↑	3.338↓	3.380↓	扩散
7月1日	12.4↓	35.422↓	2.838↓	2.918↓	扩散
7月6日	6.2↓	20.903↓	3.334↑	22.5↑	聚集
7月11日	31.2↑	90.151↑	2.885↓	2.916↓	扩散
7月16日	2.77↓	25.164↓	9.084↑	9.445↑	聚集
7月21日	2.37↓	16.282↓	6.87↓	12.615↑	聚集

表 2 烟田瓢虫种群的聚集扩散趋势

Tab. 2 Aggregation and dispersion incidence for the population of Lady-bugs in the tobacco field

日期	$m$	$\bar{m}$	$\bar{m}/m$	$(\bar{m} + 1)/m$	判断
5月2日					
5月7日	1.46	5.948	4.074	4.759	
5月12日	1.49	3.805↓	2.554↓	3.225↓	扩散
5月17日	1.45	6.443↑	4.444↑	5.133↑	聚集
5月22日	8.12	8.979↑	1.106↓	1.229↓	扩散
5月27日	5.82	8.028↑	1.379↑	1.551↑	聚集
6月1日	7.73	9.235↑	2.053↑	1.660↑	扩散
6月6日	5.03	10.332↑	2.054↑	2.252↑	聚集
6月11日	5.03	7.314↓	1.454↓	1.653↓	扩散
6月16日	7.52	9.162↑	1.218↓	1.351↓	扩散
6月21日	6.29	10.361↑	1.647↑	1.806↑	聚集
6月26日	8.34	10.10↓	1.212↓	1.332↓	扩散
7月1日	8.92	12.695↑	1.423↑	1.535↑	聚集
7月6日	6.22	11.07↓	1.781↑	1.942↑	聚集
7月11日	7.38	13.911↑	1.885↑	2.020↑	聚集
7月16日	2.67	3.797↓	1.422↓	1.797↓	扩散
7月21日	2.34	3.613↓	1.544↑	1.972↑	聚集

(2) 用 Iwao 聚集格局回归分析法 (Iwao, 1968)<sup>[4,5,6,7]</sup> 来判断烟蚜与瓢虫在烟田的空间分布。烟蚜种群数量的 Iwao's 分析:  $\bar{m} = 2.601 m + 11.817 (R^2 = 0.9637^{**})$ , 方程中  $\alpha = 11.817 > 0$ ,  $\beta = 2.601$ , 经  $t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 4.05549$ ,  $n = 19$ ,  $P < 0.001$ ); 说明烟蚜种群个体间相互吸引, 分布的

基本成分是个体群, 种群为聚集分布。

烟田瓢虫种群数量的 Iwao's 分析:  $\bar{m} = 1.0037 m + 2.9139 (R^2 = 0.7213^{**})$ , 方程中  $\alpha = 2.9139 > 0$ ,  $\beta = 1.0037$ , 经  $t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 2.95098$ ,  $n = 29$ ,  $P < 0.001$ ); 说明烟田瓢虫种群种群为聚集分布。

## 2.5 烟株上中下不同株段烟蚜与瓢虫种群的格局分析

### (1) Lloyd 的平均拥挤度 ( $\bar{m}$ ) 和聚块性指标

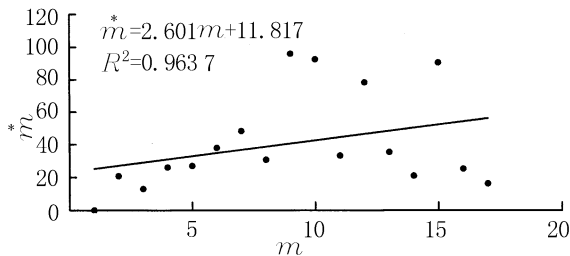


图 3 烟田烟蚜种群的  $\bar{m} - m$ (Iwao)回归图

Fig. 3 Regression diagram of  $\bar{m} - m$ (Iwao) with *Myzus persicae*

调查结果表明,烟株上、中、下不同株段,烟蚜种群在上、中段的  $\bar{m}$ ,  $\bar{m}/m$  及  $(\bar{m} + 1)/m$  值均大于 1,而下部烟叶烟蚜种群的  $\bar{m}/m$  值只有 5 月 7 日、7 月 6 日及 7 月 14 日的值大于 1,其他时间的值均小于 1,但  $\bar{m}$  和  $[(\bar{m} + 1)/m]$  值均大于 1.瓢虫的情况也类似于烟蚜的情形,即下部烟叶瓢虫种群在 5 月 2 日、5 月 12 日、5 月 17 日和 6 月 1 日的  $\bar{m}/m$  值小于 1,但都较接近于 1.比较烟株不同株段烟蚜与瓢虫在不同调查时期的聚集扩散趋势,结果较一致。从而证明瓢虫对烟蚜有较强的追随作用。

(2) 用 Iwao 聚集格局回归分析法 (Iwao, 1968) 来判断烟蚜与瓢虫在烟株上不同株段的空间分布。经用 Excel 进行数据分析处理,得到烟株上中下不同烟株烟蚜和 3 种主要瓢虫种群数量的 Iwao's 结果如下:

烟株上中下不同株段烟蚜种群数量的 Iwao's 结果为:

$$\text{上部: } \bar{m} = 1.2885m + 19.904 (R^2 = 0.9603^{**})$$

$$\text{中部: } \bar{m} = 1.0074m + 7.9385 (R^2 = 0.9068^{**})$$

$$\text{下部: } \bar{m} = 0.5023m + 0.2257 (R^2 = 0.7705^*)$$

烟株上中下不同株段瓢虫种群数量的 Iwao's 结果为:

$$\text{上 } \bar{m} = 1.4555m + 0.0486 (R^2 = 0.6213^{**})$$

$$\text{中 } \bar{m} = 1.0238m + 0.577 (R^2 = 0.6006^{**})$$

$$\text{下 } \bar{m} = 1.2634m + 0.0538 (R^2 = 0.5599^{**})$$

烟株上中下不同株段烟蚜种群数量的 Iwao's 分析:上部  $\bar{m} = 2.601m + 11.817 (R^2 = 0.9637^{**})$  (图 1),方程中  $\alpha = 11.817 > 0$ ,  $\beta = 2.601$ ,经  $t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 2.525161$ ,  $n = 28$ ,  $P < 0.005$ );中部:经

$\bar{m}/m$ ,式中:  $\bar{m} = m + (S^2/m) - 1$ ,  $\bar{m}$  为平均拥挤度,  $m$  为种群平均密度,  $S^2$  为方差。

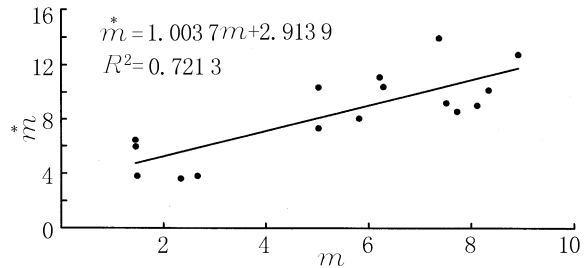


图 4 烟田瓢虫的  $\bar{m} - m$ (Iwao)回归图

Fig. 4 Regression diagram of  $\bar{m} - m$ (Iwao) with ladybugs

$t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 3.49329$ ,  $n = 18$ ,  $P < 0.001$ );下部:经  $t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 2.35251$ ,  $n = 23$ ,  $P < 0.001$ );说明烟蚜种群个体间相互吸引,分布的基本成分是个体群,种群为聚集分布。

烟田瓢虫种群数量的 Iwao's 分析:上部  $\bar{m} = 2.601m + 11.817 (R^2 = 0.9637^{**})$  (图 1),方程中  $\alpha = 11.817 > 0$ ,  $\beta = 2.55318$ ,经  $t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 2.55318$ ,  $n = 24$ ,  $P < 0.005$ );中部:经  $t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 2.39128$ ,  $n = 27$ ,  $P < 0.01$ );下部:经  $t$  测验得  $\beta > 1$  ( $t = 1.682182$ ,  $n = 30$ ,  $P > 0.001$ );说明烟田烟株上中部蚜叶上 3 种瓢虫成聚集分布,而下部烟叶上瓢虫成均匀分布。

## 3 讨论

(1) 蚜虫与 3 种瓢虫无论在烟田空间分布还是在烟株上垂直分布的关系均为聚集分布格局,在聚集场所上有明显的追随效应,而在烟株下部叶片上烟蚜与瓢虫的相关关系则成负相关,可能是烟蚜的趋嫩取食形成烟株下部叶片上蚜虫数量较少的缘故。

(2) 烟草生产中,盲目用药现象严重,预防药施用方法欠佳,害虫抗药性逐渐增加,因此使烟田及附近其他作物田有效天敌的作用未得到利用和发挥,因此在烟蚜的综合防治及种群数量测报中,开展烟蚜天敌调查是一项必需的基础工作,瓢虫类群在田间分布广,发生量大,对烟蚜有较明显的自然控制作用,是烟田可利用的重要天敌。

(3) 在 6 月上旬,瓢虫等其他天敌种群数量达高峰,因此在烟草害虫的综合防治中应切实解决好生物防治与化学防治的关系,选择对瓢虫,食蚜蝇

等天敌杀伤力小的选择性农药,以期达到防治蚜虫和保护烟田的天敌,同时降低烟叶农药残留,达到对烟田烟蚜等主要害虫的持续控制。

#### [参 考 文 献]

- [1] 杜进平,王兰珍.烟草病毒病介体昆虫的研究现状与展望[J].中国烟草,1991,2:17-21.
- [2] NAULT L R. Arthropod Transmission of Plant Virus[J]. A New Synthesis. Ann .Entomol. Soc. Am, 1997,90(5): 521-541.
- [3] 曹成一.云南瓢虫志[M].昆明:云南科技出版社, 1983.
- [4] 陈永年,文礼章,潘桐.烟蚜 *Myzus persicae* 的空间分布型及其抽样技术[J].河南农业大学学报,1990,24(2) 436-443.
- [5] 赵志模,周新远.生态学引论——害虫综合防治的理论和应用[M].重庆:科学技术出版社,1984.
- [6] 丁岩钦.昆虫数学生态学[M].北京:科学出版社, 1982.
- [7] 严乃胜,杨本立,李正跃.苹果糠片盾介种群空间分布型研究[J].云南农业大学学报,1999,14(4):361-364.

## Relationship of Population Distribution between *Myzus persicae* and Predatory Ladybugs

CHEN Bin, LI Zheng-yue, SUN yue-xian, YAN Nai-sheng, XU Ruo-qing  
( College of Plant Protection of Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China )

**Abstract:** The research result shows that there are three predatory Coccinidae species of the *Myzus persicae* in the tobacco field. The spatial distribution of Coccinidae belonged to aggregate type and it is consistent with that of *Myzus persicae* Sulzer. The summit of the population of Coccinidae lag 5 days with that of the *Myzus persicae*. Vertical distribution of *Myzus persicae* was extremely correlative with each other in aggregate place, indicating that Coccinidae has the ability to following *Myzus persicae* in different tobacco leaves.

**Key words:** *Myzus persicae* Sulzer; predatory coccinidae; distribution pattern

=====

(上接第 3 页)

## Transposon Tn5 – induced INA<sup>-</sup> Mutants in INA<sup>+</sup> Bacteria

WEI Jian-fu, ZHANG Shi-guang, MA Yong-cui  
( Phytopathology Laboratory of Yunnan Province, Y A U, Kunming 650201, China )

**Abstract:** Using *Pseudomonas syringae* and *Pantoea ananas*, the dominant ice nucleation active ( INA ) bacteria strains from Yunnan province, as receptors of genetic engineering recombination, and *Escherichia coli* S17/pZJ25::Tn5 as donator. By transposon Tn5-induced mutants method, the Tn5 was inserted and integrated into the genome of wild type INA<sup>+</sup> bacteria. INA<sup>+</sup> mutant as INA<sup>-</sup> when the linear continuous of INA<sup>+</sup> gene destroyed. 157 strains of INA<sup>-</sup> bacteria were obtained from numerous transconjugants.

**Key words:** ice nucleation active bacteria; transposon mutation; screening; INA<sup>-</sup> bacteria