

只蚜虫不立即继续觅食。老龄幼虫喜食成蚜和有翅蚜, 食性凶猛, 食量大, 吃完一只蚜虫即行另觅猎物。老龄幼虫身体缩短, 以腹末固着于叶片或其他物体上, 进入预蛹, 继而脱皮化蛹。

幼虫在适宜条件下发育, 其体色斑纹较为稳定。气温过高、过低或光照不足或食料欠缺等不良环境条件下, 则体色常发生变化。食料缺乏时, 幼虫有互残现象。幼虫耐力一般为 3~5 天。

#### (四) 捕食效能

1981 年 6 月下旬至 7 月初, 在沙县, 日平均温度约 28℃ 条件下, 各虫态供试个体数 15, 捕食期 5 天, 观测结果: 一龄幼虫日平均捕食若蚜 21.8 只, 二龄幼虫捕食 30.2 只, 三龄幼虫捕食 64.7 只, 四龄幼虫捕食量最大, 日平均捕食若蚜 83.2 只, 多者可捕食 119 只。成虫日平均捕食若蚜 6.9 只。

## 二. 田间种群动态

成虫在植物的卷叶, 蜘蛛的缀叶, 树木枝干孔隙内, 树杈上堆积物中, 以及果园内茅屋的干草中等隐蔽处所越冬。越冬成虫存活率高。

冬前于 1980 年 10 月底采集成虫 16 对, 在室内保护过冬。室内和田间的越冬成虫, 于翌春 3 月上、中旬日均温 17~18℃ 时开始活动, 3 月底交配, 4 月中旬始见产卵。因 3~4 月份多雨, 气温不稳, 不利于瓢虫生长发育, 早春群体数量少。

沙县田间在小麦、甘蔗、三月李、桃和柑桔等作物上观察结果 (图 1), 双带盘瓢虫田间的种群动态, 乃随着各种作物上蚜虫、木虱等害虫季节性的兴衰而出没。3 月间在麦田始见越冬代成虫活动, 至小麦成熟收割, 瓢虫随即迁移。5~6 月, 三月李和桃树上可见第一代瓢虫的各个虫态, 且瓢虫群体有了相当的数量。此后在这两种果树上瓢虫逐渐匿迹。6~7 月为甘蔗绵蚜盛发期, 这一时期蔗园双带盘瓢虫种群数量达到高峰, 8 月以后虽然绵蚜仍较严重, 可能因高温干旱对双带盘瓢虫发生不利, 虫口数量有所下降。至 10 月下旬以后, 瓢虫种群数量又略有回升。迄 12 月进入了越冬期。

柑桔园双带盘瓢虫始见于 4 月间, 主要在 10、11 月份有较多的虫口数量, 对秋梢期的桔蚜和木虱起重要控制作用。

## 三. 人工饲养

1984 年 7 月至 1985 年 4 月在福州金山, 进行了双带盘瓢虫 (成虫和幼虫) 人工饲料试验, 共设计 10 种配方, 其中 I、II、III 号配方得到了较满意的结果。

### (一) 实验方法

#### 1. 人工饲料配方

I 号配方: 鲜猪肝浆: 白糖: 蜂蜜 = 5: 1: 1.

II 号配方: 鲜猪肝浆: 白糖: 蜂蜜: 鸭蛋黄 = 5: 1: 0.5: 0.5.

III 号配方: 鲜猪肝浆: 白糖: 蜂蜜: 麦乳糖 = 5: 1: 0.5: 0.5.

#### 2. 配制方法

先把鲜猪肝磨成匀浆状，并按上述配方（重量比）用扭力天平称取各种配料，混合调匀，加上本身重量 4/1000 的维生素 C，然后倒入标有 I、II、III 序号的培养皿中，加盖置于 3~5℃ 电冰箱内，低温保鲜。每次配制量只供试验半个月用，放置时间太长不宜。

### 3. 饲养方法

以蚜虫喂饲的瓢虫老龄幼虫，经蛹期，羽化所得的成虫（尚未取食任何食物），在室内喂食所配制的人工饲料，产卵，孵出幼虫，继续用人工饲料饲养一个生活周期，观察其后代生长发育情况。即经幼虫、蛹、成虫、新一代卵，及新一代幼虫的生长发育。

每号人工饲料各饲养 11 对初羽化的成虫，同时设有对照（以蚜虫为食）。用底径为 12cm 的培养皿，每皿养一对成虫，皿底放一张鲜木豆叶片保湿，取相应配方号的人工饲料少许（略多于 1 对成虫半天的食量），置于豆叶上。每天观察二次，更换二次饲料（7 时和 17 时），及时收集瓢虫卵，将各号同一天产的卵分别集中饲养。

幼虫用底径 7cm，高 8cm 的果子瓶饲养，每瓶一只，纱布套牛皮筋蒙口，内用木豆叶保湿。初孵幼虫在尚未喂食人工饲料之前，每只给食 4 只若蚜（大小一致的桔蚜）。饲养方法同成虫。试验设有对照。

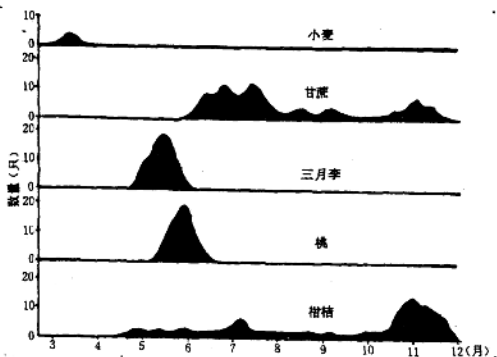


图 1 双带瓢虫田间种群动态(1981, 沙县)

## (二) 实验结果

### 1. 成虫寿命及产卵

产卵率与产卵量：I、II、III 号人工饲料饲养的结果，成虫产卵率和产卵量虽不及对照组，但都还能正常生长发育，繁衍后代（表 2）。人工饲料 III 号、II 号、I 号成虫成活率和产卵率，都显较蚜虫对照组为低，其中 III 号人工饲料较好些（人工饲料 I 号和 III 号各有一对成虫未产卵进入越冬）；三个人工饲料号平均每雌产卵量均大大不如对照组，仅为后者 1/7~1/5（其中 III 号有 6 对，II 号有 1 对，I 号有 3 对成虫进入越冬。产卵量以越冬前计）；各号人工饲料成虫产卵前期大幅度延长，历时为后者的 3 倍左右。

产卵次数：人工饲料 III 号，在 51 天内，7 对成虫共产卵 29 次，平均每雌产卵 4.14 次，最多 6 次，最少 1 次；II 号在 49 天内，4 对共产卵 8 次，平均每雌产卵 2 次，最多 3

次, 最少 1 次; I 号在 49 天内, 4 对成虫共产卵 15 次, 每雌平均产卵 3.8 次, 最多 7 次, 最少 1 次; 对照组在 41 天内, 5 对共产卵 62 次, 每雌平均产卵 12.4 次, 最多 23 次, 最少 3 次。人工饲料组的产卵平均次数, 大都仅为对照组的 1/3。

表 2 不同代饲料对成虫产卵和寿命的影响

(福州, 1984)

| 代饲料号 | 羽化日期<br>(月/日) | 成虫对数 | 成活对数 | 产卵对数 | 成活率 (%) | 产卵率 (%) | 成虫产卵前期(天)       | 产卵量 (粒)         | 寿命 (天)                         | 平均温度 (°C) |
|------|---------------|------|------|------|---------|---------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-----------|
| I    | Ⅷ/29          | 11   | 8    | 4    | 72.7    | 36.4    | 26~54<br>(37.5) | 6~60<br>(34.5)  | ♀ 40~50(47.5)<br>♂ 43~60(59.6) | 23.7      |
| II   | Ⅷ/29          | 11   | 6    | 4    | 54.5    | 36.4    | 23~28<br>(25.8) | 4~54<br>(28.3)  | ♀ 34~53(46.7)<br>♂ 29~51(44.4) | 21.2      |
| III  | Ⅷ/27          | 11   | 8    | 7    | 72.7    | 63.6    | 23~35<br>(29.9) | 8~79<br>(50.5)  | ♀ 27~79(49.5)<br>♂ 24~77(53)   | 21.3      |
| 对照   | Ⅷ/6           | 5    | 4    | 4    | 80.0    | 80.0    | 6~17<br>(9.3)   | 77~470<br>(233) | ♀ 9~53(32.6)<br>♂ 30~54(39.2)  | 24.7      |

卵块大小和卵孵化率: 人工饲料 III 号卵块平均卵数为 12.2 粒 (4~37 粒), II 号平均 14.1 粒 (4~36 粒), I 号平均 10.1 粒 (3~37 粒), 对照组平均 20 粒 (4~53 粒)。试验组卵块的卵粒数, 显较对照组为少。人工饲料组卵的颜色为黄色或浅黄色, 较对照组卵金黄色或鲜黄色为淡。在平均气温 23.1°C 条件下, 人工饲料组的卵孵化率, 都较对照组低或略低 (表 3)。

表 3 不同代饲料喂养结果, 新一代卵的孵化率

(福州, 1984)

| 代饲料号 | 饲养日期(月/日) | 观察卵数(粒) | 孵化卵数(粒) | 孵化率(%) | 卵期(天)    | 平均温度(°C) |
|------|-----------|---------|---------|--------|----------|----------|
| I    | Ⅸ/20~Ⅹ/20 | 101     | 56      | 54.45  | 4~5(3.4) | 22.9     |
| II   | Ⅸ/20~Ⅹ/17 | 48      | 38      | 79.17  | 4~4(4.0) | 23.1     |
| III  | Ⅸ/20~Ⅹ/17 | 290     | 174     | 60     | 3~5(4.2) | 23.1     |
| 对照   | Ⅸ/18~Ⅹ/15 | 183     | 148     | 81     | 3~5(4.0) | 23.4     |

成虫取食、排粪及寿命: 所配制的三种人工饲料均为半流质状、褐色, 经成虫取食消化后, 排出粪便秘的为流质状, 稠的为固态不定形的颗粒, 颜色呈黄色至黑褐色。成虫喜食新鲜的人工饲料, 勤换饲料, 保持食料新鲜, 有利于瓢虫取食和获得足够的营养。由于人工饲料饲养的成虫有部分进入越冬, 试验统计成虫寿命, 均以冬前死亡者计数, 因此表 2 成虫寿命的数据, 只是初步的结果。从已有成虫寿命平均数看, 人工饲料组的都比对照组长 (表 2)。

## 2. 幼虫生长发育

从国内外资料看, 用全人工饲料喂养瓢虫幼虫, 获得成功的很少。尽管目前研究较深入的七星瓢虫也存在问题。因为幼虫饲料营养成分配比和配制技术等要求更为严格。我们在初孵幼虫尚未取食人工饲料之前, 先每头幼虫喂食 4 只大小一致的桔蚜 (若蚜), 然后继以人工饲料喂养, 结果人工饲料三个组, 从卵至成虫羽化历期平均数, 都比对照组长得多, 幼期成活率则较对照组的低一半多。其中以人工饲料 III 号的成活率相对地略高。(表 4):

人工饲料组羽化的成虫进入越冬, 越冬存活率 III 号为 75%, II 号为 67%, I 号为

50%，对照组为85%。冬后于4月中旬见各组的成虫交配产卵，其子代生长发育正常。

表4 不同代饲料喂养成活率，及对个体发育历期的影响

(福州, 1984)

| 代饲料号 | 饲养日期<br>(月/日) | 平均<br>温度<br>(℃) | 喂养<br>虫数<br>(只) | 成活<br>虫数<br>(只) | 成活<br>率<br>(%) | 卵期<br>(天)    | 各龄幼虫历期(天)    |              |               |               | 预蛹期<br>(天)   | 蛹期<br>(天)      | 卵至成虫<br>羽化历期<br>(天) |
|------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|----------------|---------------------|
|      |               |                 |                 |                 |                |              | 一            | 二            | 三             | 四*            |              |                |                     |
| I    | X/17~X I/25   | 19.1            | 16              | 6               | 38             | 4~4<br>(4.0) | 5~5<br>(5.0) | 3~9<br>(3.8) | 1~5<br>(3.8)  | 5~13<br>(7.4) | 1~5<br>(3.7) | 4~15<br>(6.14) | 39.9                |
| II   | X/14~X I/20   | 19.7            | 10              | 3               | 30             | 3~3<br>(3.0) | 5~7<br>(6.1) | 3~4<br>(3.4) | 7~8<br>(7.25) | 5~13<br>(9.4) | 2~5<br>(4.0) | 3~6<br>(4.0)   | 35.3                |
| III  | X/12~X I/16   | 21.1            | 10              | 4               | 40             | 4~4<br>(4.0) | 5~5<br>(5.0) | 3~5<br>(4.5) | 1~5<br>(2.8)  | 3~13<br>(7.4) | 3~5<br>(3.8) | 4~13<br>(6.6)  | 34.1                |
| 对照   | X/7~X/29      | 19.7            | 15              | 12              | 80             | 2~3<br>(2.9) | 2~7<br>(2.3) | 1~2<br>(1.1) | 4~7<br>(4.7)  | 1~3<br>(2.1)  | 1~3<br>(2.1) | 6~9<br>(6.5)   | 21.74               |

\* 未包含预蛹期

#### 四. 小 结

双带盘瓢虫是很有利用价值的天敌瓢虫。它的生活周期短，年世代数多(5~8代)，捕食力强，对蚜虫、木虱、叶蝉、飞虱等同翅目害虫的发生为害，有明显的控制作用。在田间随猎物季节性的消长而转移捕食。种群数量增长速度快，春季田间虫口密度大。自身未发现寄生性天敌。

以鲜猪肝、白糖和蜂蜜为基础的人工饲料的营养成份，大体能满足双带盘瓢虫成虫卵巢发育成熟的需要。人工饲料喂养幼虫(只在初孵时增喂4只蚜虫)能正常生长发育、化蛹和羽化为成虫，并能繁衍后代。其中人工饲料Ⅲ号较Ⅰ、Ⅱ号略好，其生活力和繁殖力都较强些。Ⅰ号较Ⅱ号仅差蛋黄，Ⅲ号则把Ⅱ号中的蛋黄改用麦乳精。麦乳精含有一些脂肪、维生素A和B、磷、铁和其他一些微量元素，这些营养成份可能是瓢虫生长发育所必需的。对初孵的幼虫，在人工饲料之外，增饲少量蚜虫，能使幼期瓢虫健康成长，可能是活体蚜虫所含的一些微量物质、活性酶、激素等被利用的结果。

采用人工饲料Ⅲ号，控制适宜发育温度(23~26℃)，大量繁殖双带盘瓢虫，显然是可行的。

#### 参考文献

- (1) 中国科学院动物研究所等，1978。天敌昆虫图册。
- (2) 刘崇乐，1963。中国经济昆虫志，第五册，鞘翅目 瓢虫科。
- (3) 庞雄飞等，1979。中国经济昆虫志，第十四册，鞘翅目 瓢虫科(二)。
- (3) 庞雄飞等，1979。中国瓢虫科分类概要。昆虫天敌，(2): 14-15。
- (4) 庞雄飞等，1979。中国的瓢虫属(瓢虫科)。昆虫天敌，(1): 1-12。
- (5) 高野秀三等，1942。台湾甘蔗害益虫篇(第二版)。
- (6) 福建省龙溪地区工业原料研究所，1973。甘蔗绵蚜天敌——大突肩瓢虫和双带盘瓢虫简介。

## Biology and Artificial Diets of *Lemnia biplagiata* (Swartz)

Zhang Kechi   Wei Yanbing   Huang Bangkan

(Department of Plant Protection, Fujian Agricultural College)

### Abstract

*Lemnia biplagiata* (Swartz), one of the predominate aphids feeding ladybeetles in Fujian, had 5-8 generations in a year. Under 20.9-29.8°C, the duration of one generation was about 19-43.6 days, and amount of eggs oviposited by a female adult was about 12-81 eggs. The preying capacity of the beetle was quite high. In its whole life, the beetle could prey more than hundreds of aphids. The first peak of its population in field appeared from May to July, and the second peak occurred in October. The most appropriate temperature for the ladybeetle to develop was 23-26°C. The artificial diets made up of fresh pig liver, sugar, honey, duck's yolk or extract of malt and milk in different proportion could basically meet the need of the development of the female ovary, and when the larvae hatched, fed them on 4 aphids first, then supplied with the artificial diets, they could develop normally to the adult and propagate.

**Key words**   *Lemnia biplagiata* (Swartz)   biology   artificial diets

# 柑桔绣线菊蚜空间分布异质性对食蚜 瓢虫混合种群的影响\*

刘斯军

(福建农学院植物保护系)

**摘要** 取自柑桔蚜虫优势种绣线菊蚜(*Aphis citricola*)的数据分析表明, 绣线菊蚜空间分布的异质性, 这种分布特性, 对蚜虫的主要天敌瓢虫混合种群的分布, 产生了重要的影响。调查观察得知, 吸引瓢虫产卵的蚜虫密度阈值为单梢蚜虫密度超过 100 只/梢, 且着卵梢周围常有蚜虫群体存在。瓢虫幼虫多在蚜虫数量较多的聚集块中取食。瓢虫幼虫与蚜虫数量的关系, 只在蚜虫平均密度超过 50 只/梢的秋季第一个高峰期, 表现出正相关性。研究结果显示了蚜虫空间异质性, 对瓢虫的捕食作用和控制效能产生不利的影响。得出与空间异质性是提高天敌控制效能的重要机制的传统看法相反的结论。

**关键词** 空间异质性 瓢虫 柑桔 绣线菊蚜

福建桔园中已发现食蚜瓢虫 14 种以上, 其中以六斑月瓢虫 *Menochilus sexmaculatus*, 龟纹瓢虫 *Propylea japonica*, 黄斑盘瓢虫 *Lemnia saucia*, 变斑隐势瓢虫 *Cryptogonus orbiculus*, 十斑大瓢虫 *Magalocaria dilatata*, 大突肩瓢虫 *Synonycha grandis*, 双带盘瓢虫 *Lemnia biplagiata* 和异色瓢虫 *Harmonia axyridis* 等最为常见(刘斯军, 1986)。它们构成了柑桔蚜虫捕食性天敌, 瓢虫的混合种群。

在天敌——猎物相互关系中, 对害虫和天敌空间分布的了解至关重要。Beddington 等(1978)指出了害虫空间分布型及害虫的寄生性天敌对这些分布型的反应田间研究的必要性。害虫种群密度的变化对它们天敌的分布和种群数量的变动有直接的影响。前人的研究已证明, 食蚜瓢虫与蚜虫存在着密度依存关系, 表现为蚜虫要达到一定密度时, 才能吸引瓢虫产卵和幼虫取食(Hagen, 1968)。但有关捕食性天敌密度与猎物密度间确切的相互关系的研究并不多见。而研究害虫与天敌之间数量和空间的关系, 对评价天敌的作用和制定合理的生防策略十分重要。笔者在对柑桔蚜虫及其天敌的研究中发现, 绣线菊蚜空间分布的异质性, 对瓢虫混合种群卵和幼虫密度有重要影响。

## 一、材料和方法

### (一)绣线菊蚜空间分布型测定

1985 年 5~10 月份在福州红星农场和本园艺场果园, 收集了 10 组数据。调查柑桔

\* 文成后, 承蒙黄邦佩、罗育南两教授审改, 谨致谢忱。

的品种为 3~4 年生福桔和雪柑。取样方法为连片调查 100 株, 一般分 4 行, 每行 25 株, 嫩梢少的, 每树取 1 梢, 梢多的按东、南、西、北、中五个位置各取 1 梢, 分别记载无翅成蚜、无翅若蚜、有翅成蚜和有翅若蚜数量。分布型的测定采用 Iwao(1968) 提出的平均拥挤度 ( $\bar{M}$ ) 和平均数 ( $M$ ) 的回归关系式:  $\bar{M} = \alpha + \beta M$ , 参数  $\alpha$ 、 $\beta$  的不同数值确定了种群个体散布时的基本组合及基本组合的格局类型 (赵志模等, 1984)。

## (二) 瓢虫的调查方法

结合本院果园蚜虫种群动态研究, 每 7 天取样一次, 以梢为单位记载蚜虫、瓢虫卵、幼虫和成虫数, 样本数 100 梢。

## (三) 蚜虫数量的分级

因每梢栖息的蚜虫数量相差甚远, 采用对调查数据依数量分级的方法对数据进行转换。数据分为 7 级: 1 级 1~100 只; 2 级 101~200 只, 即每 100 只划一级, 600 只以上都划归 7 级。

# 二、结果与分析

## (一) 绣线菊蚜分布型的测定

绣线菊蚜 *Aphis citricola* 是福建柑桔蚜虫的优势种群 (刘斯军等, 1988)。按 Iwao 的  $\bar{M} - M$  回归分析法, 得出绣线菊蚜总体和各虫态的回归方程列于表 1。

回归结果有翅成蚜回归式相关系数很低, 表明  $\bar{M}$  与  $M$  不相关, 故改用 Taylor(1963) 的幂法则测定。Taylor 认为方差 ( $S^2$ ) 与均数 ( $\bar{X}$ ) 之间的关系可用一幂函数表示:

$$S^2 = a\bar{x}^b$$

上式两端取对数则有:

$$\lg S^2 = \lg a + b \lg \bar{x}$$

利用参数  $a$ 、 $b$  的取值, 可判断种群个体的分布情况 (赵志模等, 1984)。

Taylor 法测定结果, 有翅成蚜  $\lg S^2$  与  $\bar{x}$  的回归式为:

$$\lg S^2 = 0.9603 + 1.8762 \lg \bar{x} \quad (r = 0.8278^{**})$$

从获得的各项参数可知, 绣线菊蚜种群无论是总体, 还是各虫态田间集团分布都是聚集的, 分布的基本成分是个体群 ( $a > 0$ )。由  $\bar{M} - M$  回归中,  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 1$ , 可判断绣线菊蚜总体、无翅成蚜、无翅若蚜和有翅若蚜, 服从具有公共  $K$  值的负二项分布。由有翅成蚜  $\lg a > 0$ ,  $b > 1$ , 可知种群在一切密度下都是聚集的, 聚集强度随种群密度的升高而增强, 空间分布型测定结果表明了绣线菊蚜种群分布的空间异质性。

## (二) 瓢虫产卵与蚜虫密度的关系

表 2 是瓢虫卵量与蚜虫密度有关的几组调查数据。表明瓢虫产卵与着卵梢的蚜虫密度及周围蚜害梢的数量有关。从表 2 可见, 诱使瓢虫产卵的单梢最低蚜虫密度  $> 100$  只 /

梢,比全园平均密度高8~78倍,且蚜虫密度越低,倍数越高。若与着卵梢相邻的有蚜梢的蚜量一起考虑,产卵所需的蚜虫密度则更高。这说明瓢虫产卵主要与蚜虫聚集块的大小和种群密度的高低有关,而与蚜虫的平均密度关系不大。调查中还发现在春季(4月初),田间可见不少瓢虫成虫的活动和捕食。但由于此时柑桔蚜虫种群刚建立,聚集块的蚜虫大都未达到诱使瓢虫产卵所需的密度,田间极少见卵。由此可见瓢虫产卵与蚜虫密度之间表现出明显的密度依存关系。

表 1 绣线菊蚜M-M回归结果

(1985, 福州)

| 虫 态  | 回 归 方 程                        | 相关系数(r)  |
|------|--------------------------------|----------|
| 总 体  | $\bar{M} = 11.125 + 7.7568M$   | 0.8345** |
| 无翅成蚜 | $\bar{M} = 5.3097 + 9.3477M$   | 0.8895** |
| 无翅若蚜 | $\bar{M} = 15.7788 + 7.0778M$  | 0.8111** |
| 有翅若蚜 | $\bar{M} = 11.4225 + 32.2944M$ | 0.8334** |

### (三)瓢虫幼虫与蚜虫密度的关系

如前所述,柑桔园中食蚜瓢虫的种类很多,但见到的瓢虫幼虫的种类并不多。常见的幼虫有六斑月瓢虫、变斑隐势瓢虫、龟纹瓢虫、黄斑盘瓢虫、十斑大瓢虫和 *Scymnus* spp. 等。

系统取样的数据分析表明,瓢虫幼虫和蚜虫数量之间的关系相当复杂,可明显分成三个时期:(1)春夏季,这个时期蚜虫的平均密度很低,瓢虫幼虫和蚜虫之间未表现出数量关系。(2)初秋(9月),这时是绣线菊蚜秋季为害的第一个高峰期,虫口密度逐渐上升,种群稳定发展,瓢虫幼虫和蚜虫数量上的关系显著地表现了出来。表3、4分别为1985年9月7日两个调查点瓢虫幼虫数与相应梢上的蚜虫数(数据经分级处理)的相关分析。结果表明两者呈极显著的正相关,亦即瓢虫数随蚜虫数的增加而增加。此时蚜虫的平均密度分别为52只/梢和104.8只/梢。(3)秋季第一个高峰期之后,蚜虫的密度虽大,但数据分析表明瓢虫幼虫与蚜虫数量上的依存性又消失了。此期可见到一些梢上只有瓢虫幼期和少量蚜虫(主要是有翅若蚜)。这与第一个时期很难见到瓢虫幼虫的情况迥然不同。

表 2 瓢虫卵量与蚜虫密度的关系

(1985, 福州)

| 调查时间<br>(月.日) | $\bar{x} \pm SE$<br>(只/梢) | $x^{**}$<br>(只/梢) | $\bar{x} : x$ | 着卵梢周围<br>有蚜梢梢数 | 产卵量 |
|---------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------------|-----|
| 4.20          | 3 ± 27                    | 235               | 1 : 78.3      | 1              | 13  |
| 6.1           | 8 ± 39                    | 128               | 1 : 16        | 3              | 34  |
| 9.7           | 105 ± 147                 | 1155              | 1 : 11        | 15             | 46  |
| 9.7           | 105 ± 147                 | 503               | 1 : 10.3      | 6              | 23  |
| 9.28          | 71 ± 91                   | 594               | 1 : 8.4       | 4              | 19  |
| 10.14         | 33 ± 92                   | 339               | 1 : 10.3      | 2              | 21  |
| 10.20         | 53 ± 113                  | 854               | 1 : 16        | 2              | 37  |

\* : 梢平均蚜虫密度; \*\* : 着卵梢蚜虫数



表 3 福桔园每梢蚜虫数和瓢虫数的关系

(1985, ix, 7 福州)

| 每梢<br>蚜虫数 | 观察值(只) | 44                  | 639 | 273 | 92 | 129 | 22 | 58 |
|-----------|--------|---------------------|-----|-----|----|-----|----|----|
|           | 分级数据   | 1                   | 7   | 3   | 1  | 2   | 1  | 1  |
| 每梢瓢虫数(只)  |        | 1                   | 17  | 2   | 3  | 1   | 1  | 1  |
| 相 关 系 数   |        | $(r) = 0.9371^{**}$ |     |     |    |     |    |    |

上述现象说明了瓢虫幼虫和蚜虫密度之间的相关性只在蚜虫群体发展到一定阶段(平均密度  $> 50$  只/梢)时才表现出来。在此之前由于猎物密度低, 田间群体密度较高的聚集块数量较少, 未能吸引更多的瓢虫产卵, 数量上的关系也就无从体现。而在蚜虫秋季第一个高峰期之后, 一方面由于蚜虫被捕食, 使数量相关丧失; 另一方面也由于后期蚜虫种群结构较为复杂, 新形成的集群与旧集群和正在解体的集群并存, 使数据受到干扰, 给分析带来困难。

表 4 雷柑园每梢蚜虫数和瓢虫数的关系

(1985, ix, 7 福州)

| 每梢<br>蚜虫数 | 观察值(只) | 48                  | 103 | 317 | 100 | 122 | 134 | 326 | 134 | 496 | 126 |
|-----------|--------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | 分级数据   | 1                   | 2   | 4   | 1   | 2   | 2   | 4   | 2   | 5   | 2   |
| 每梢瓢虫数(只)  |        | 1                   | 1   | 4   | 1   | 1   | 2   | 5   | 3   | 4   | 2   |
| 相 关 系 数   |        | $(r) = 0.8271^{**}$ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

### 三. 小结与讨论

(一) 绣线菊蚜是柑桔蚜虫的优势种。空间分布格局的测定结果为聚集分布, 分布的基本成分是个群体, 表现出高度的空间异质性。这种分布特性揭示了蚜虫空间分布的不连续性, 每个聚集块中蚜虫的数量差别很大, 导致了它的主要天敌——瓢虫混合种群在蚜虫群体分布中的差异, 表现出明显的密度依存关系, 使得瓢虫的卵和幼虫在蚜虫密度较高的聚集块中聚集, 从而限制了瓢虫在柑桔园扩散分布的范围。

(二) 瓢虫产卵与集群中蚜虫的个体数似乎存在着一个阈值密度, 超过这个阈值才能吸引产卵。调查中单梢个体数达 100 只以上时, 才见瓢虫产卵。瓢虫幼虫数量与蚜虫密度的依存关系与全园蚜虫平均密度有关。桔园中蚜虫平均密度稳定上升至 50 只/梢以上时, 才表现出数量相关。而这种相关常受猎物密度迅速变化和种群构成复杂等因素的干扰, 只在猎物群体发展的某个阶段才表现出来。

(三) 猎物种群的相对稳定是保证天敌发挥效能的前提。柑桔蚜虫是梢期害虫, 每个聚集块中种群维持时间不长。蚜虫密度达到可能吸引瓢虫聚集的水平阶段, 常是在蚜虫种群发展的中后期。此时可见到群体中有翅蚜数量增多, 集群已趋向解体。至大量有翅蚜迁飞扩散之后, 原聚集块中的瓢虫幼虫常因食物缺乏, 四处爬行, 甚至出现互相残杀的现象。又由于蚜虫分布的空间异质性, 瓢虫幼虫很难有足够能力找到猎物新的聚集区, 有可能因饥饿而死亡。这就限制了瓢虫种群的发展, 从而影响瓢虫对蚜虫的控制效能。

(四) Beddington 等(1978)在阐述害虫种群可能受天敌制约的两种机制时, 认为空间异质性——寄生物在寄主密度高的聚集块中聚集, 是引进寄生性天敌防治害虫成功的最可能的机制, 并认为在捕食者——猎物系统中, 理应也是如此。在笔者的调查中, 发现实际情

况相当复杂。对于象蚜虫这样种群密度大，迁飞性，世代周期短，繁殖率高，且在某一聚集块中，种群稳定发展时间较短的害虫，如前所述，空间异质性对天敌作用效能的发挥可能是不利的。因此有关空间异质性对天敌作用的影响，是天敌研究中一个值得深入探讨的课题。

(五)国内目前有关天敌保护利用的基础研究，多侧重于生物学、种群动态、寄生率、捕食量、功能反应等方面，这些无疑都是天敌研究的重要内容。笔者认为对于天敌——害虫相互关系中的空间关系，亦即天敌和害虫在空间上的配合度问题，应给予足够的重视。不了解这方面的关系，要对天敌的控制效能作出正确的评价是很困难的。从调查中可以看出，明确天敌种群在害虫种群中实际分布情况，是很有实际应用价值的工作。从此，也许可以为我们找到解决诸如为什么田间有时天敌数量不少，但控制作用却不佳等问题的途径。

#### 参考文献

- (1) 刘斯军, 1986, 福建省柑桔蚜虫的初步研究, 福建农学院硕士学位论文。
- (2) 刘斯军等, 1988, 柑桔蚜虫种类及发生为害的考查, 福建农学院学报, 17(4): 328~332。
- (3) 赵志模等, 1984, 生态学引论, 科学技术文献出版社重庆分社: 93~119。
- (4) Beddington, J. R., *et al.* 1978. Characteristics of successful natural enemies in models of biological control of insect pests. *Nature* 273: 513-517.
- (5) Hagen, K. S., van der Bosch, R. 1968. Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids. *Ann. Rev. Ent.* 13: 325-384.

Impact of Spatial Heterogeneity of Citrus Aphid,  
*Aphis citricola* Distribution, on the Mixed  
Population of Aphid-feeding Ladybeetles

Liu Sijun

(Department of Plant Protection, Fujian Agricultural College)

Abstract

Analysis of sampling data of *Aphis citricola* van der Goot, a predominate species of citrus aphids in Fujian, showed spatial heterogeneity of its distribution. Characteristics of such distribution greatly affected the distribution of mixed population of aphid-feeding ladybeetles, the main predators of the pests. Investigation also showed that to attract oviposition of the female ladybeetles, density of the aphids' population had to be over 100 aphids per shoot, and several shoots infested by the aphids around the oviposited shoot existed simultaneously. The larvae of the ladybeetles mainly aggregated in the patches of the aphids, which had higher population density. Relations in number between larvae of the ladybeetles and citrus aphids revealed positive correlation only at first autumn peak of the citrus aphids' population, mean density of the population being over 50 aphids per shoot. Our results pointed out that a spatially heterogeneous environment might have unfavourably influence to preying action and control efficiency of the ladybeetles, that is a different conclusion, compared with the commonly accepted view that differential exploitation of patches of the pest in a spatially heterogeneous environment provides the most likely mechanism to account for successful biological control.

**Key words** spatial heterogeneity ladybeetles citrus aphids *Aphis citricola* van der Goot.

# 七星瓢虫捕食粟缢管蚜和麦长管蚜

## 功能初步研究

牟吉元 李照会 徐洪富

(山东农业大学植物保护系)

**摘要** 七星瓢虫捕食蚜虫量与蚜虫密度呈负加速曲线关系。其成虫捕食粟缢管蚜功能反应式为： $1/Na = 1.0346 \times 1/N + 0.002215$ ，日最大捕食量理论值为 451.5 头；其三、四龄幼虫和成虫捕食麦长管蚜的功能反应式分别为： $1/Na = 1.3547 \times 1/N + 0.002034$ ， $1/Na = 0.7803 \times 1/N + 0.002430$  和  $1/Na = 0.8964 \times 1/N + 0.001697$ ，日最大捕食量理论值分别为 491.6、411.5 和 589.3 头。

**关键词** 七星瓢虫 功能反应 粟缢管蚜 麦长管蚜

粟缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* Linnaeus 和麦长管蚜 *Macrosiphum avenae* Fabricius 是小麦蚜虫的优势种。我们于 1987 年 6 月和 1988 年 5 月分别对其重要天敌七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* Linnaeus 捕食功能进行了测定，以为保护利用这一天敌提供依据。

### 一、捕食粟缢管蚜功能

#### (一) 试验方法

七星瓢虫成虫采自田间，于罐头瓶内饲以粟缢管蚜(成、若蚜比为 8: 2)，共设 1 头瓢虫成虫饲蚜 250、300、400 头 4 个处理，重复 2 次，每 24 小时计数捕食蚜量，并更换新的蚜虫至处理要求的数量，连续观察 6 天，故捕食时间以 24 小时计，各处理分别重复  $2 \times 6 = 12$  次。

#### (二) 试验结果

在蚜虫密度为 250~400 头范围内，1 头七星瓢虫 24 小时的食蚜量见表 1。

进行各蚜虫密度区间 (250 与 300 头、300 与 350 头、350 与 400 头) 平均食蚜量 ( $d$ ) 的  $t$  值检验。 $d$  分别为 22.7、16.5 和 11.1； $Sd$  分别为 7.45、4.52、和 4.32； $t$  值分别为  $3.042 > t_{0.05}$ 、 $3.66 > t_{0.01}$  和  $2.568 > t_{0.05}$  (自由度 =  $12 - 1 = 11$ )；概率  $P$  分别为  $< 0.05$ 、 $< 0.01$  和  $< 0.05$ ，差异显著或极显著。

在 250~400 头蚜虫密度范围内，1 头七星瓢虫成虫的总体平均食蚜量为： $(115.6/250 + 178.3/300 + 194.8/350 + 205.9/400) \div (1/250 + 1/300 + 1/350 + 1/400) = 167.7$  头。

七星瓢虫成虫捕食栗缢管蚜量与蚜虫密度呈负加速曲线关系, 据表 2 和 Holling 的“圆盘方程”测定其捕食功能反应如下:

$$\text{据 } 1/Na = 1/a' \times 1/N + Th, \quad n = 4;$$

$$\text{求得: } 1/Na = 1.0346 \times 1/N + 0.002215, \quad (r = 0.9902)$$

表 1 1 头七星瓢虫成虫在不同蚜虫密度下的食蚜量

(1987, 6)

| 重复           | 不同蚜虫密度下 1 头七星瓢虫 24 小时食蚜量(头) |        |        |        |
|--------------|-----------------------------|--------|--------|--------|
|              | 250                         | 300    | 350    | 400    |
| 1            | 165                         | 181    | 200    | 208    |
| 2            | 149                         | 172    | 185    | 194    |
| 3            | 151                         | 162    | 178    | 184    |
| 4            | 167                         | 185    | 206    | 213    |
| 5            | 164                         | 179    | 201    | 210    |
| 6            | 145                         | 167    | 187    | 203    |
| 7            | 156                         | 191    | 199    | 214    |
| 8            | 163                         | 186    | 206    | 211    |
| 9            | 148                         | 171    | 185    | 202    |
| 10           | 136                         | 163    | 176    | 190    |
| 11           | 152                         | 175    | 187    | 203    |
| 12           | 171                         | 207    | 228    | 239    |
| 平均           | 155.6                       | 178.3  | 194.8  | 205.9  |
| $\sigma n-1$ | 10.5                        | 12.9   | 14.8   | 14.0   |
| C.V.         | 0.0675                      | 0.0723 | 0.0756 | 0.0681 |

表 2 七星瓢虫成虫在不同栗缢管蚜密度下的平均捕食蚜量

| 蚜虫密度(N)       | 250    | 300    | 350    | 400    |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| $1/N$         | 0.0040 | 0.0033 | 0.0029 | 0.0025 |
| 平均食蚜量( $Na$ ) | 155.6  | 178.3  | 194.8  | 205.9  |
| $1/Na$        | 0.0064 | 0.0056 | 0.0051 | 0.0049 |

七星瓢虫成虫的功能系数(即瞬时攻击率) $a = 1/1.0346 = 0.9666$ ; 处理时间(即捕食 1 头蚜虫的时间) $Th = 0.002215$  天, 即 191.4 秒; 最大捕食量(即蚜虫密度无限大时 24 小时的捕食量) $Na_{\infty} = 1/0.002215 = 451.5$  头。

以上结果表明, 七星瓢虫成虫捕食栗缢管蚜的潜力是很大的。

## 二、捕食麦长管蚜功能

### (一) 试验方法

七星瓢虫三、四龄幼虫和成虫均由室内饲养繁殖供给。三龄幼虫饲蚜密度设 90、120、150、180 和 210 头处理; 四龄幼虫饲蚜密度设 100、130、160、190 和 240 头处理。成虫饲蚜密度设 130、160、190、220 和 280 头处理。各重复 3 次。饲料蚜虫成、若蚜各半。另设对照观察麦蚜繁殖倍数, 以修正各处理日(24 小时)食蚜量。

## (二)试验结果

七星瓢虫各虫态在不同麦长管蚜密度下, 24 小时的食麦长管蚜量见表 3。七星瓢虫各虫态的捕食蚜量与麦长管蚜密度均呈负加速曲线关系。据 Holling“圆盘方程”测定其功能反应如下:

三龄幼虫:  $1/Na = 1.3547 \times 1/N + 0.002034$ ,  $r = 0.9877$ ; 功能系数  $a = 1/1.3547 = 0.7382$ ; 处理时间  $Th = 0.002034$  天, 即 175.7 秒; 日最大捕食量  $Na_{\infty} = 1/0.002034 = 491.6$  头。

四龄幼虫:  $1/Na = 0.7803 \times 1/N + 0.002430$ ,  $r = 0.9956$ ; 功能系数  $a = 1/0.7803 = 1.2816$ ; 处理时间  $Th = 0.00243$  天, 即 209.9 秒; 日最大捕食量  $Na_{\infty} = 1/0.00243 = 411.5$  头。

成虫:  $1/Na = 0.8964 \times 1/N + 0.001697$ ,  $r = 0.9969$ ; 功能系数  $a = 1/0.8964 = 1.1156$ ; 处理时间  $Th = 0.001697$  天, 即 146.6 秒; 日最大捕食量  $Na_{\infty} = 1/0.001697 = 589.3$  头。

以上结果表明, 七星瓢虫三种虫态捕食麦长管蚜的潜力很大。

表 3 1 头七星瓢虫在不同麦长管蚜密度下的食蚜量

(1988, 5)

| 七星瓢虫<br>虫 态 | 麦长管蚜<br>密度(N) | $1/N$    | 以对照为标准日捕<br>食蚜量修正值( $Na$ ) <sup>*</sup> | $1/Na$   |
|-------------|---------------|----------|-----------------------------------------|----------|
| 三 龄<br>幼 虫  | 90            | 0.001111 | 52.4                                    | 0.001908 |
|             | 120           | 0.00333  | 65.9                                    | 0.01518  |
|             | 150           | 0.00667  | 74.0                                    | 0.01350  |
|             | 180           | 0.00556  | 100.1                                   | 0.01000  |
|             | 210           | 0.00476  | 102.3                                   | 0.00978  |
| 四 龄<br>幼 虫  | 100           | 0.01000  | 102.0                                   | 0.00980  |
|             | 130           | 0.00769  | 117.2                                   | 0.00853  |
|             | 160           | 0.00625  | 139.7                                   | 0.00716  |
|             | 190           | 0.00526  | 152.5                                   | 0.00656  |
|             | 240           | 0.00417  | 174.0                                   | 0.00575  |
| 成 虫         | 130           | 0.00769  | 111.8                                   | 0.00895  |
|             | 160           | 0.00625  | 128.6                                   | 0.00778  |
|             | 190           | 0.00526  | 151.5                                   | 0.00660  |
|             | 220           | 0.00455  | 160.9                                   | 0.00622  |
|             | 280           | 0.00357  | 196.1                                   | 0.00510  |

\* 对照麦长管蚜日繁殖倍数为 1.4 倍; 修正值为 3 次重复的平均值

## 三、小结与讨论

(一)七星瓢虫捕食蚜虫量与蚜虫密度呈负加速曲线关系。其成虫日最大捕食麦长管蚜量理论值为 451.5 头; 其三、四龄幼虫和成虫日最大捕食麦长管蚜量理论值分别为 491.6、411.5 和 589.3 头, 表明它们的捕食潜力很大。

(二)影响七星瓢虫捕食蚜虫量的因素除蚜虫种群密度外，瓢虫的饥饿程度、对蚜虫种类的嗜食情况、蚜虫的种群结构(成蚜与各龄若蚜比)及蚜虫的日繁殖倍数等也有较大的关系，在测定天敌捕食蚜虫功能反应时，应进一步深入研究。

Functional Reactions of *Coccinella septempunctata* Linnaeus  
Preying on *Rhopalosiphum padi* Linnaeus and  
*Macrosiphum avenae* Fabricius

Mu Jiyuan Li Zhaohui Hsu Hongfu

(Department of Plant Protection, Shangdong Agricultural University)

Abstract

Relationship between amount of aphids fed by *Coccinella septempunctata* Linnaeus and population of aphids showed a negative accelerative curve. The functional reaction equation that the adult ladybirds preyed on *Rhopalosiphum padi* Linnaeus was  $1/N_a = 1.0346 \times 1/N + 0.002115$ , and the daily maximum amount of the aphids fed theoretically by the ladybirds was 451.5 aphids. The functional reaction equations that the third, fourth instar and adult ladybirds preyed on *Macrosiphum avenae* Fabricius were  $1/N_a = 1.3547 \times 1/N + 0.002034$ ,  $1/N_a = 0.7803 \times 1/N + 0.002430$  and  $1/N_a = 0.8964 \times 1/N + 0.001697$  respectively, and the daily maximum amounts of the aphids fed theoretically were 491.6, 411.5 and 589.3 aphids respectively.

Key words *Coccinella septempunctata* Linnaeus functional reaction  
*Rhopalosiphum padi* Linnaeus *Macrosiphum avenae* Fabricius



# 七星瓢虫在麦田内的空间分布型

牟吉元 徐洪富 李照会

(山东农业大学植物保护系)

**摘要** 用频次分布检验和7种聚集强度指标测定,表明七星瓢虫幼虫(三、四龄幼虫为主),蛹和成虫5月下旬至6月初在麦田内基本属于聚集分布。形成聚集分布的主要原因是麦田内麦蚜密度等环境因素。

**关键词** 七星瓢虫 空间分布型 麦田

七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* Linnaeus 是麦蚜的重要天敌。为了提高其对测报的准确性,于1986年5月底至6月初进行了其幼虫、蛹和成虫在小麦田内空间分布型测定,以探求对其适宜的调查取样方法。

## 一、材料及方法

于泰安农场和附近麦田选择长势不同的麦田6~8块,分别划出有代表性的地块,以平方米为单位,各调查450~700平方米,依次逐平方米调查七星瓢虫的幼虫(当时以三、四龄幼虫为主)、蛹和成虫数量。

将调查数据进行频次分布检验,分别以随机分布、核心分布、嵌纹分布(负二项分布)和P-E核心分布公式测得各自的理论频次,与实测频次对比,进行卡方( $\chi^2$ )检验,确定其分布型。同时以下列7种方法进行其聚集程度的测定。

(一) David Moore(1954)的聚集指标(I)

$$I = \frac{S^2}{m} - 1 \quad (\text{式中 } S^2 \text{ 为变量; } m \text{ 为均数 } \bar{x})$$

(二) Waters (1959)的聚集指标(K)

$$K = \frac{\bar{x}}{S^2} - \bar{x} \quad (K \text{ 即负二项分布中的 } K \text{ 值})$$

(三) Cassia (1962)的聚集指标C和Kuno(1968)的  $C_A$  值

$$C = C_A = 1 / K.$$

(四) Morista 的扩散指标( $I_g$ )

$$I_g = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i (x_i - 1)}{N(N-1)} \quad (\text{式中 } n \text{ 为抽样数; } N \text{ 为个体总数, 即 } \sum n_i; x_i \text{ 为第 } i \text{ 个样方中的个体数})$$