

# 异色瓢虫十九斑变型对菜蚜的捕食功能研究

齐玮 魏丽萍 闫正升 杨友兰\* (山西农业大学农学院, 山西太谷 030801)

**摘要** [目的] 为优势种异色瓢虫十九斑变型的保护利用和菜蚜的生物防治提供理论依据。[方法] 以甘蓝田异色瓢虫十九斑变型的各龄幼虫及成虫为供试虫源, 设5个菜蚜密度, 研究异色瓢虫十九斑变型对菜蚜的捕食功能反应。[结果] 不同虫态的异色瓢虫十九斑变型对菜蚜的日捕食量差异较大, 当菜蚜密度相同时, 4龄幼虫捕食量最大, 成虫和3龄幼虫次之, 各龄幼虫及成虫对菜蚜的捕食功能反应均可以用Holling II型圆盘方程拟合。同一虫态瓢虫的捕食量随着蚜虫密度的增大而相应增大。异色瓢虫十九斑变型各龄幼虫及成虫自身密度对捕食作用的干扰效应明显, 符合Hassel-Verley的干扰效应模型。[结论] 不同虫态的异色瓢虫十九斑变型对菜蚜的日捕食量差异较大, 且随捕食者自身密度的增加而减少。

**关键词** 异色瓢虫十九斑变型; 功能反应; 干扰效应

中图分类号 Q965 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)36-11901-01

## Study on the Predacious Function of *Harmonia axyridis* ab. *Ovencinipunctata* on Vegetable Aphids

Qi Wei et al (College of Agronomy, Shanxi Agriculture University, Taigu, Shanxi 030801)

**Abstract** [Objective] The purpose of the study was to provide theoretical basis for the protection and utilization of dominant species *Harmonia axyridis* ab. *Ovencinipunctata* and biological control of vegetable aphids. [Method] With *H. axyridis* larva in each age and adults in cabbage field as tested insect source, 5 densities of vegetable aphid were set up to study the predacious functional response of *H. axyridis* to vegetable aphids. [Result] The diurnal predations of *H. axyridis* in different insect states on vegetable aphid had bigger difference. When the densities of vegetable aphids were same, the predation of 4th instar larva was largest, that of adults and 3rd larva was secondary. The predacious functional response of each instar larvae and adults to vegetable aphids could be all fitted with Holling Disc Equation. The predation of *H. axyridis* in the same insect state increased correspondingly along with the increment of aphids density. The disturbance effects of self density of each instar *H. axyridis* larvae and adults on predacious function were obvious, which accorded to the Hassel-Verley model of disturbance effect. [Conclusion] The diurnal predations of *H. axyridis* in different insect states on vegetable aphid had bigger difference, and reduced along with the increment of predator self density.

**Key words** *Harmonia axyridis* ab. *Ovencinipunctata*; Functional response; Interference effect

异色瓢虫(*Harmonia axyridis* Pallas)属于鞘翅目,瓢甲科,瓢甲亚科,是农业生产上一类重要的天敌昆虫,可捕食多种蚜虫,且取食量高于常见瓢虫,因此在生物防治中具有广阔的应用前景。异色瓢虫的成虫及幼虫对白毛蚜、烟蚜、桃大尾蚜、麦二叉蚜等多种蚜虫捕食功能的研究已有报道<sup>[1-4]</sup>。据荆英等<sup>[5]</sup>1999年对山西省异色瓢甲色斑类型的调查发现:山西省异色瓢虫共有76个色型,其中黄底型占66个,黑底型占10个,黄底型中以十九斑变型最多。但是异色瓢虫十九斑变型的研究报道却很少。笔者主要研究异色瓢虫十九斑变型的捕食功能,旨在为这一优势种的保护利用和菜蚜的生物防治提供理论依据。

### 1 材料与方法

**1.1 供试虫源** 于2007年5月初~下旬从甘蓝田中采集正在交尾成对的异色瓢虫十九斑变型,在室内饲养,待其产卵孵化后,以各龄幼虫及羽化后的成虫为供试虫源,饲喂甘蓝田中采集的新鲜菜蚜(去除母蚜及初孵若蚜)。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 不同虫态异色瓢虫十九斑变型对菜蚜密度的功能反应。** 试验共设5个猎物密度,即分别将10、20、40、80、160头菜蚜和1头异色瓢虫十九斑变型(各龄幼虫及成虫饥饿24h)组合,重复5次,24h后检查菜蚜的数量。

**1.2.2 不同虫态异色瓢虫十九斑变型密度干扰效应。** 试验设置5个异色瓢虫十九斑变型(各龄幼虫及成虫饥饿24h)密度(1、2、3、4、5头)和160头菜蚜组合,重复5次,24h后检查菜蚜的数量。

### 2 结果与分析

**2.1 不同虫态异色瓢虫十九斑变型对菜蚜密度的功能反应**<sup>[6-7]</sup> 由表1可知,不同虫态的异色瓢虫十九斑变型对菜蚜的日捕食量差异较大,当菜蚜密度相同时,异色瓢虫十九斑变型4龄幼虫捕食量最大,成虫和3龄幼虫次之。对于同一虫态的瓢虫,其捕食量随着蚜虫密度的增大而相应增大。利用Holling圆盘方程进行拟合,将方程线性化后 $1/N_t$ 与 $1/N$ 之间的相关系数 $r > r_{(3,0.05)} = 0.8780$ ,两者显著相关。用最小二乘法估计 $a$ 和 $T_h$ 的值,即求得异色瓢虫十九斑变型对菜蚜的捕食功能反应方程,见表2。其理论捕食量和实际捕食量经适合性 $\chi^2$ 检验后,误差不显著/ $\chi^2 < \chi^2_{(3,0.05)} = 9.488$ ,表明经实测值算出的理论模型拟合较好。

表1 不同虫态异色瓢虫十九斑变型对不同密度菜蚜的日捕食量

| 虫龄 | 蚜虫密度 头/管 |      |      |      |      |
|----|----------|------|------|------|------|
|    | 10       | 20   | 40   | 80   | 160  |
| 1龄 | 1.3      | 2.7  | 4.8  | 6.3  | 7.3  |
| 2龄 | 3.8      | 6.1  | 8.6  | 11.9 | 13.0 |
| 3龄 | 6.5      | 11.7 | 16.3 | 21.3 | 23.7 |
| 4龄 | 9.5      | 18.7 | 38.3 | 45.7 | 50.6 |
| 成虫 | 7.3      | 13.5 | 23.7 | 30.0 | 35.4 |

表2 不同虫态异色瓢虫十九斑变型对菜蚜密度的功能反应

| 虫龄 | 圆盘方程                              | 卡方值<br>$\chi^2$ | 相关系数<br>$r$ |
|----|-----------------------------------|-----------------|-------------|
|    | $N_a = aN / (1 + aT_hN)$          |                 |             |
| 1龄 | $N_a = 0.1460N / (1 + 0.00926N)$  | 0.5773          | 0.9938      |
| 2龄 | $N_a = 0.4986N / (1 + 0.031484N)$ | 1.0247          | 0.9993      |
| 3龄 | $N_a = 0.8379N / (1 + 0.026571N)$ | 0.8385          | 0.9969      |
| 4龄 | $N_a = 1.0620N / (1 + 0.008602N)$ | 0.5638          | 0.9926      |
| 成虫 | $N_a = 0.8485N / (1 + 0.014676N)$ | 0.7441          | 0.9973      |

作者简介 齐玮(1981-),女,山西榆次人,硕士研究生,研究方向:农业昆虫与害虫防治。\* 通讯作者。

收稿日期 2007-08-20

(下转第11934页)

类之间,影响水质的主要因素是氨氮和总氮,这种状况的主要原因是浑河支流众多,是农业生产的主要灌溉水源。由于农村大量使用有机化肥、农药,所以使得浑河水体氨氮和总氮含量较大。

由表1中各个监测时间段聚类系数的大小可排出12个月水环境质量由好到坏的顺序为5月、2月、7月、8月、3月、9月、10月、4月、11月、6月、1月、12月。

**2.2 等斜率灰色聚类法评价结果** 应用等斜率灰色聚类法同样以抚顺基本断面2002年地表水水质监测概况为例,以地表水环境质量评价标准GB3838-2002为评价标准,其评价结果见表2。

表2 等斜率灰色聚类法聚类系数与评价结果

| 监测月份 | 聚类系数   |        |        |        |        | 评价级别 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| 1    | 0.2605 | 0.4004 | 0.4932 | 0.5247 | 0.6032 |      |
| 2    | 0.5193 | 0.4829 | 0.5288 | 0.5210 | 0.4559 |      |
| 3    | 0.4013 | 0.5409 | 0.6322 | 0.6753 | 0.5137 |      |
| 4    | 0.2685 | 0.3837 | 0.5458 | 0.7029 | 0.6322 |      |
| 5    | 0.7927 | 0.7055 | 0.6772 | 0.4713 | 0.1655 |      |
| 6    | 0.3710 | 0.4218 | 0.5171 | 0.6400 | 0.5493 |      |
| 7    | 0.5455 | 0.5843 | 0.7580 | 0.6749 | 0.4076 |      |
| 8    | 0.5477 | 0.6072 | 0.7349 | 0.6726 | 0.2750 |      |
| 9    | 0.3673 | 0.4808 | 0.6046 | 0.6319 | 0.5640 |      |
| 10   | 0.3792 | 0.4842 | 0.5986 | 0.7283 | 0.5480 |      |
| 11   | 0.2862 | 0.3701 | 0.4978 | 0.5696 | 0.6358 |      |
| 12   | 0.2010 | 0.3262 | 0.4851 | 0.7382 | 0.6966 |      |

(上接第11901页)

**2.2 不同虫态异色瓢虫十九斑变型密度干扰效应** 捕食者自身密度对捕食量的作用明显,各龄幼虫及成虫对菜蚜的日捕食量见表3。

表3 不同密度异色瓢虫十九斑变型各虫态对菜蚜日捕食量 头/d

| 虫龄 | 菜蚜密度<br>度/头管 | 蚜虫密度 头/管 |      |      |      |      |
|----|--------------|----------|------|------|------|------|
|    |              | 1        | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1龄 | 160          | 7.3      | 5.8  | 4.6  | 3.7  | 2.3  |
| 2龄 | 160          | 13.0     | 8.5  | 7.6  | 6.3  | 5.9  |
| 3龄 | 160          | 23.7     | 20.0 | 16.4 | 14.8 | 13.2 |
| 4龄 | 160          | 50.6     | 46.3 | 40.9 | 39.4 | 37.1 |
| 成虫 | 160          | 35.4     | 34.3 | 29.7 | 25.0 | 22.4 |

由表3可知,各龄幼虫及成虫对菜蚜的日捕食量随捕食者自身密度的增加而减少。根据 Hassell 提出的干扰效应模型:  $E = QP^{-m}$  或  $\lg E = \lg Q - m \lg P$  进行模拟,结果见表4。

表4 不同虫态异色瓢虫十九斑变型密度对捕食量的干扰效应模型

| 虫龄 | 菜蚜密度<br>头/管 | $E = QP^{-m}$           | 相关系数<br>r | 寻找系数<br>Q | 干扰系数<br>m | 卡方值<br>$X^2$ |
|----|-------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 1龄 | 160         | $E = 0.4640P^{-1.6587}$ | 0.9883    | 0.4641    | 1.6587    | 0.00979      |
| 2龄 | 160         | $E = 0.5216P^{-1.5028}$ | 0.9991    | 0.5216    | 1.5028    | 0.02656      |
| 3龄 | 160         | $E = 0.6258P^{-1.3885}$ | 0.9992    | 0.6258    | 1.3885    | 0.06522      |
| 4龄 | 160         | $E = 0.7806P^{-1.2307}$ | 0.9996    | 0.7806    | 1.2307    | 0.23681      |
| 成虫 | 160         | $E = 0.7114P^{-1.3180}$ | 0.9949    | 0.7114    | 1.3181    | 0.12162      |

从得出的这些模型可知,异色瓢虫十九斑变型1~4龄幼虫及成虫对菜蚜的寻找效应都随自身密度的增大而减小。

由表2可见,水环境质量由好到坏的顺序为5月、8月、7月、2月、3月、10月、6月、9月、4月、12月、11月、1月。

**3 结语**

从两种评价方法评价结果可以看出,评价级别除了1月、7月、8月、10月、11月相同外,其他月份评价结果都不相同。水环境质量评价好坏的顺序也有很大区别,这主要是因为等斜率灰色聚类法只有当各测点的实测污染质量浓度都在级别标准范围内较有规律地变化、各污染物的标准值之间差异不太大时候,该方法才是可行的。但是当污染物分布的离散太大,各标准值之间差别太大时,等斜率灰色聚类法就会出现某些偏差,这时应用灰色聚类样点法是较为合理的。所以对抚顺基本断面2002年地表水水质评价采用灰色聚类样点排序法与实际相符合。

**参考文献**

[1] 丁进宝,周耀文.等斜率灰色聚类法与化工区土壤环境质量评价[J].化工保护,1993,13(1):45-49.  
 [2] 黄澜,刘强,王辉丰.地表水水质评价计算方法的比较分析[J].海南师范学院学报:自然科学版,2005,18(2):173-175.  
 [3] 黄澜,刘强,张迈生,等.共原点灰色聚类法与等斜率灰色聚类法的比较[J].中山大学学报:自然科学版,2000,39(3):128-130.  
 [4] 刘思峰,党耀国,方志耕,等.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,2004.  
 [5] 邓聚龙.灰色系统理论教程[M].武汉:华中理工大学出版社,1990.

将方程线性后,寻找效应和捕食者密度的相关系数  $r > r_{(3,0.05)} = 0.8780$ ,两者显著相关。对E进行适合性  $X^2$  检验,误差不显著/ $X^2 < X^2_{(3,0.05)} = 9.488$ /,表明经实测值算出的理论模型拟合较好。

**3 讨论**

(1) 该实验是在实验室条件下进行的,捕食者与猎物均处于相对简单的封闭环境中,其生存条件与自然环境的差异较大,因此实验结果不能完全反映捕食者在自然状态下的捕食能力,田间的功能反应和干扰反应有待于进一步研究。

(2) 实验中未区分异色瓢虫十九斑变型成虫的雌雄,对雌雄个体各自的功能反应尚待进一步研究。

(3) 实验中主要以甘蓝上的蚜虫为猎物,并没有区分蚜虫的种类,今后会进一步研究取食不同种类的菜蚜对捕食者的生殖和发育有何影响,这将为异色瓢虫的饲养和利用提供理论依据。

**参考文献**

[1] 李照会,郑方强,叶保华,等.异色瓢虫对白毛蚜的捕食作用研究[J].昆虫学报,1993,36(4):438-443.  
 [2] 邹运鼎,季近,孟庆雷,等.异色瓢虫成虫对麦二叉蚜的捕食作用[J].生物数学学报,1995,10(3):80-86.  
 [3] 邓建华,谭仲夏,单琼丽,等.异色瓢虫对烟蚜的捕食功能反应及密度干扰效应[J].西南农业大学学报,2002,24(5):433-435.  
 [4] 王东昌,袁忠林,罗兰,等.异色瓢虫对桃大尾蚜的捕食作用研究[J].植物保护,2001,27(1):29-31.  
 [5] 荆英,张永杰,马瑞燕.山西省异色瓢虫色斑类型考察[J].山西农业大学学报,2001,21(3):230-232.  
 [6] 丁岩钦.昆虫数学生态学[M].北京:科学出版社,1994.  
 [7] 张孝曦.昆虫生态及预测预报[M].北京:中国农业出版社,2002.