

# 七星瓢虫捕食棉蚜的功能反应

汪世泽 李平

(西北农业大学植保系)

## 摘 要

用罩笼方法测定了七星瓢虫成虫捕食棉蚜的功能反应。瓢虫一日捕蚜量( $N_a$ )用蚜虫日增长倍数( $R$ )与初始蚜量之乘积减去剩余蚜量求得。瓢虫捕食蚜量的功能反应曲线符合Holling—II型, ( $a' = 0.77$ ;  $Th = 0.00259$ )。测定了瓢虫干扰常数( $m$ )和寻找常数( $Q$ ), ( $m = 0.6284$ ;  $Q = 0.487$ )。根据功能反应曲线推论, 当棉蚜与瓢虫共存于一个封闭系统内时, 棉蚜的种群动态模型为

$$N_{(t+1)} = RN_{(t)} \exp\left(\frac{-0.77P}{1 + 0.77 \times 0.00259N_{(t)}}\right)$$

当 $R$ 与 $P$ 取定值时,  $N_{(t)}$ 对 $N_{(t+1)}$ 的上升或下降起决定性作用。

**关键词** 七星瓢虫; 功能反应; 棉蚜

七星瓢虫是苗期棉蚜的劲敌。它不仅在人工助迁控制蚜害方面发挥过很大作用, 而且在自然控制蚜虫种群数量中充当重要角色。不少研究工作者从静态角度测定过它的食量, 有些研究者提出利用“瓢—蚜比例”预测棉蚜动态的方法。本文试图从瓢虫的功能反应特点揭示其对棉蚜种群动态的影响, 从而考查其在封闭系统内的时间动态。

## 材料与方 法

1. 供试棉苗与大田棉花播种同时安排。
2. 供试天敌为七星瓢虫 (*Coccinella septem-punctata* L.) 成虫, 猎获物为棉蚜 (*Aphis gossypii* G.)。
3. 饲养棉蚜的棉苗为岱—16, 以改良的Sowell营养液砂培法培育棉苗。当棉苗生长至6—8真叶期, 接种棉蚜, 令其繁殖待试。
4. 瓢虫捕食棉蚜试验, 在40目尼龙纱笼内进行。每笼一盆, 每盆5株棉苗, 笼罩容积为 $22 \times 22 \times 26$ 立方厘米。笼罩之底部与盆口相齐, 这样便可将瓢虫限制在盆口以上的棉株空间内活动。
5. 七星瓢虫成虫采自田间, 先在室内驯化饲养, 试前一日取出, 单个分放在编号的皿

本文于1985年10月21日收到

内, 饥饿24小时后, 按随机号抽样, 放入笼内作捕食试验。

6. 各笼罩内的蚜量先按接种蚜量作初步控制, 然后放在室温19—22℃, 光照13小时的相同环境条件下繁殖数日, 待种群结构稳定时计数。连续记录4次, 间隔24小时。于第三天记录完毕, 接入瓢虫, 令其捕食24小时后, 除去瓢虫, 再记录第4次蚜量作为剩余蚜量。

## 结果分析

1. 瓢虫一日食蚜量 (Na) 的估计方法<sup>\*</sup> 由于蚜虫的连续增长, 不能采用初始蚜量减去剩余蚜量的方法直接求出瓢虫的捕食量。本试验采用间接法计算。设计的依据是: 棉蚜种群在饲养之初期遵从指数曲线增长, 故要求各处理的蚜虫密度不宜太高, 否则将会产生大量的有翅蚜, 造成数量上下波动。参与试验的各笼蚜群均为新繁殖的群体, 每笼罩均有4次蚜量记录。设第1, 2, 3天和第4天的蚜量分别记为:  $n_1, n_2, n_3$  及  $n_4$ , 各蚜群的一日增长倍数R为:

$$R = \frac{n_3 + n_2}{n_2 + n_1}$$

记录完  $n_3$  后, 接入瓢虫P头,  $n_3$  便是该处理的初始蚜量 (Nt), 而  $n_4$  是取食后的剩余蚜量, 由此可以推知P头瓢虫的一日食蚜量

$$Na = Rn_3 - n_4$$

各处理的R值均用 $\chi^2$ 法检验其是否符合指数曲线, 不达显著标准者不予采用。

2. 七星瓢虫成虫的功能反应 图1是根据26个试验处理得到的Holling—II型功能反应曲线

$$Na = \frac{a' \cdot Tt \cdot Nt}{1 + a' \cdot Th \cdot Nt}$$

令  $Tt = 1$ , 利用倒数化的直线方程解出  $a'$  及  $Th$  的粗估值, 然后再调整粗估值使卡方值达到最小, 最终计算值为:  $a' = 0.77$ ,  $Th = 0.00259$  ( $\Sigma \chi^2 = 53$ ), 从处置时间  $Th = 0.00259$  估计瓢虫每日最大捕食量为  $1/Th = 386$ 。

3. 七星瓢虫的寻找效应 根据Nicholson, Holling, 及Hassell的理论, 寻找效应

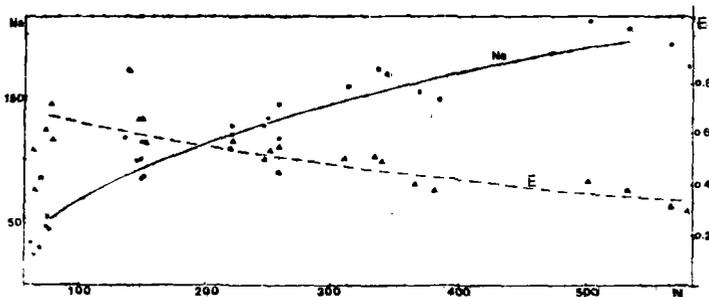


图1 功能反应曲线与寻找效应曲线

E与Na、N、P有如下对应关系:

$$E = Na/NP; E = \frac{a'}{1 + a' \cdot ThN}; E = QP^{-m}$$

图1的三角形散点图和虚线表明了当P = 1时, 随N的增大, E值有下降之趋势。

为了考查七星瓢虫的相互干扰, 安排了不同瓢虫密度的捕食试验 (见下表), 其中P = 1的五组数据是图1中26组数据的分段合并平均值, 其余P = 2, 4, 5共9组试验是单独进行的。根据Hassell的干扰模型

$$Na/NP = QP^{-m}$$

$$Q = 0.487; m = 0.6284$$

不同瓢虫密度与捕食量、寻找效应关系

P	N	Na	E = Na/NP
1	70	37.39	0.5341
1	146	95.26	0.6525
1	241.83	126.97	0.5252
1	347.4	158.92	0.4575
1	544.75	195.20	0.3583
2	426	289.76	0.3401
2	516	307.17	0.2976
2	709	356.93	0.2517
4	518	502.18	0.2424
4	688	549.56	0.1997
4	766	646.47	0.2110
5	546	496.41	0.1818
5	705	567.01	0.1608
5	787	695.26	0.1767

E与P的相关曲线见图 2。

**4. 在瓢、蚜共存的封闭系统内的蚜虫动态** 当棉蚜与七星瓢虫成虫共同存在于一个封闭系统内时, 瓢虫的密度不变, 棉蚜的数量将随时间的推移按下述动态模型发展:

$$N_{t+1} = R \cdot N_t \cdot f(N_t, P)$$

其中影响函数f(N<sub>t</sub>, P)用Holling模型表达, 便可将瓢虫的功能反应纳入模型

$$N_{t+1} = R \cdot N_t \cdot \exp\left(\frac{-a'P}{1 + a' \cdot ThN_t}\right)$$

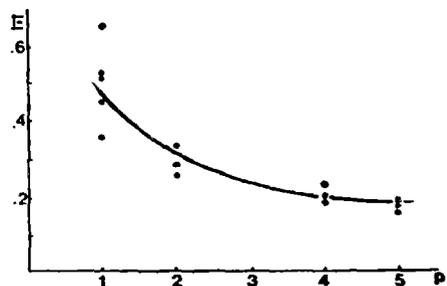


图2 寻找效应E与P的关系

$$N_{t+1} = R \cdot N_t \cdot \exp \left( \frac{-0.77P}{1+0.77 \times 0.00259N_t} \right)$$

此模型中R及P是定值,当连续计算 $N_{t+i}$ 的轨迹时,蚜量依指数规律单调上升或单调下降。决定因素是 $N_t$ 。由此证明“瓢—蚜比例”是判断蚜群是否受到抑制的决定性指标。

## 讨 论

七星瓢虫的功能反应模型是在实验室求得的,该模型有没有实践意义值得进一步研究证明。仅从模型本身分析,在一个封闭系统内考查苗期棉蚜的短期动态还是接近真实的。在自然条件下,苗期棉蚜的经常性天敌和主要天敌是七星瓢虫,因此突出瓢虫的作用不会产生大的偏离。模型本身的缺点在于过分简单,将蚜虫的日增长率(R)与瓢虫密度(P)均取定值,因而使得时间动态曲线不能作较长的时间延伸。事实上棉蚜增长(R)每时每刻都在变动,它不只受温度的影响,而且更受自身密度的影响。瓢虫密度(P)也受自身的移动、迁入与迁出,以及它的数值反应特征所制约。这些影响因素及其函数表达方式还远远未被弄清,因此在这一试验中还不可能将这些影响因素纳入模型。在现时条件下,如果将短期预测的R值与P值的变动以经验时间函数来处理( $R=f(t)$ ;  $P=g(t)$ ),对上述的动态模型 $N_{t+1}=F(R, N_t, P)$ 进行不断的修正,也可以对棉蚜的动态作出粗略的估计。

## 参 考 文 献

- [1] 丁岩钦: 天敌—害虫作用系统中的数学模型及其主要参数的估计 I, II, III, 《昆虫知识》, 1983(4):187; (5):232; (6):284。
- [2] Sowell, W. F., and Rouse, R. P.: 温室溶液培养中钠对棉叶的阳离子含量与结铃影响, 《棉花译丛 第五辑 棉花生理》, 1958年。
- [3] Collins, M. C.: Handling time and the functional response of *Aphelinus thomsoni* a predator and parasite of the aphid *Drepanosiphum platanoidis*, *Jour Animal Ecology*, 50(2), 1981: 479.

# The Functional Response of Lady Bird Attacking on Aphids

Wang Shize Li Ping

(Plant Protection Department, Northwestern Agricultural university)

## Abstract

The functional response of lady bird (*Coccinella septempunctata* L.) to prey on cotton aphids (*Aphis gossypii* G.) was tested in cages. The number of aphids attacked ( $N_a$ ) was calculated as  $N_a = Rn_3 - n_4$ , where,  $R$  = aphid rate of population increase;  $n_3$  = total number of aphids being counted on the 3rd day before predation;  $n_4$  = surviving after 24 hrs of predation on the 4th day. A functional response roughly fitting Holling—2 was obtained ( $a' = 0.77$ ;  $Th = 0.00259$ ). Hassell's mutual interference equation was confirmed ( $Q = 0.487$ ;  $m = 0.6284$ ). It is reasoned that the population of aphids, together with lady birds within an enclosed system would be confirmed to an exponential increase or decrease.

**Key words** Functional response, *Coccinella septempunctata*, *Aphis gossypii*