

二双斑唇瓢虫对矢尖蚧的捕食作用

任顺祥¹, 郭振中², 熊继文², 何永福³

(1. 华南农业大学资源环境学院, 广州, 510642; 2. 贵州大学农学院, 贵阳, 550025; 3. 贵州省农科院植保所, 贵阳, 550006)

摘要:研究了二双斑唇瓢虫(*Chilocorus bijugus* Mulsant)对矢尖蚧(*Unaspis yanonensis* Kuwana)的捕食作用。结果表明, 瓢虫雌成虫对矢尖蚧各虫态的功能反应呈 Holling II 型。瓢虫对矢尖蚧的捕食效应随捕食者个体间干扰作用的增加而下降, 捕食作用率(E)随着瓢虫数增加呈幂函数下降曲线。温度对瓢虫的捕食效应应具有显著的影响, 寻找效率(a)和处置时间(Th)与温度之间呈二次函数关系。猎物密度对瓢虫生殖力的影响呈 logistic 曲线。

关键词:二双斑唇瓢虫; 矢尖蚧; 功能反应; 干扰反应; 数值反应

Predation of *Chilocorus bijugus* (Col. : Coccinellidae) to *Unaspis yanonensis* (Hom. : Diaspidae)

REN Shun-Xiang¹, GUO Zhen-Zhong², XIONG Ji-Wen², HE Yong-Fu³ (1. College of Resources & Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 3. Institute of Plant Protection, Guizhou Academy of Agricultural Science, Guiyang 550006, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(10): 1602~1606.

Abstract: The predation of lady beetle, *Chilocorus bijugus* Mulsant to arrowhead scale, *Unaspis yanonensis* Kuwana was studied in laboratory. The functional response of lady beetle to arrowhead scale was determined as Holling's type II. The mutual interference in individual predators can be described by using Hassell and Varley's equation. The predation efficiency (E) of predator varied with environmental temperature. The effect of temperature on search rate (a) and handling time (Th) can be described by using the quadratic curve. The effect of prey density on the fecundity of lady beetle can be described by using the logistic curve.

Key words: *Chilocorus bijugus*; *Unaspis yanonensis*; functional response; mutual interference; numerical response

文章编号: 1000-0933(2001)10-1602-05 中图分类号: Q958.9, Q143, Q969.48 文献标识码: A

二双斑唇瓢虫(*Chilocorus bijugus* Mulsant)属鞘翅目、瓢虫科、盔唇瓢虫属。国内分布于云南和贵州, 国外分布于印度, 是多种果树蚧类的重要捕食性天敌。俄罗斯曾从印度引到 Adzharia 和 Zazharia 地区防治果树盾蚧类^[1~3], 但未进行详细研究。二双斑唇瓢虫在贵州是柑桔矢尖蚧(*Unaspis yanonensis* Kuwana)的主要捕食性天敌之一, 对抑制柑桔矢尖蚧种群数量起一定作用。有关二双斑唇瓢虫的生物学、生态学特性和田间防治柑桔蚧类的效果等已有一些研究^[4~8]。本文研究了二双斑唇瓢虫对矢尖蚧的捕食作用, 以期对柑桔害虫的综合防治提供参考。

1 材料和方法

二双斑唇瓢虫采自田间, 经室内测定, 二双斑唇瓢虫成虫对矢尖蚧雌成蚧的日捕食量, 在雌雄性别间没有显著差异; 加之田间以雌成虫为主, 雌雄性别 2.11 : 1^[4], 因此本文重点研究二双斑唇瓢虫雌成虫对矢

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39000019)

收稿日期: 1999-11-12 修回日期: 2000-12-20

作者简介: 任顺祥(1957~), 男, 重庆市人, 教授。主要从事瓢虫科分类, 昆虫生态及害虫生物防治研究。

矢尖各虫态的捕食作用。功能反应和干扰反应试验均供带桔叶的矢尖蚧各虫态进行测定。各项试验均设 5 次重复,于 24h 后观察结果,试验前瓢虫饥饿 1d。

1.1 功能反应测定 在广口瓶(内径 6cm,高 12cm)内测定二双斑唇瓢虫雌成虫对矢尖蚧各虫态的功能反应。分别在不同空间大小[广口瓶、陶瓷钵(内径 13.5cm,高 20cm)、铝桶(下底直径 20cm,口径 28cm,高 24cm)]以及桶内不同空间复杂程度(2 叶、1 枝 5 叶、3 枝 15 叶和 6 枝 30 叶)条件下比较测定二双斑唇瓢虫雌成虫对矢尖蚧雌成蚧的功能反应。猎物密度:一龄幼蚧、二龄雌蚧和雌成蚧均设 10、20、40、80、160 头 5 个处理;二龄雄蚧(包括蛹)分别设 40、80、160、320、480 头 5 个处理。

1.2 干扰反应测定 分别在不同空间大小(广口瓶、陶瓷钵和铝桶)以及铝桶内不同空间复杂程度(2 叶、1 枝 5 叶、3 枝 15 叶和 6 枝 30 叶)条件下测定二双斑唇瓢虫雌成虫个体间的干扰反应,每容器内供 150 头雌成蚧,瓢虫雌成虫的密度设 1、2、4、6、8 头 5 个处理。

1.3 不同温度下捕食作用率的测定 设 6 个温度处理,分别在 15、20、25、30、35、37℃ 恒温箱内测定广口瓶内二双斑唇瓢虫雌成虫对雌成蚧的功能反应。

1.4 不同猎物密度下瓢虫生殖力测定 二龄雄虫(包括蛹)和雌成蚧分别设 25、50、100、150、200、250、300 头与 10、20、40、60、80、100、120 头 7 个猎物密度。将 1 头开始产卵的二双斑唇瓢虫与上述不同猎物密度的矢尖蚧放在广口瓶内,每密度重复 8 次,连续饲养 7d,每天更换新的猎物,并记录产卵数。

2 结果与分析

2.1 二双斑唇瓢虫对矢尖蚧的功能反应

2.1.1 广口瓶内功能反应 根据在广口瓶内不同矢尖蚧密度下二双斑唇瓢虫捕食量的测定结果,二双斑唇瓢虫雌成虫对矢尖蚧各虫态的功能反应均属于 II 型功能反应,用 Holling^[9]圆盘方程拟合,其模型为:

$$Na=aNT/(1+aThN)$$

表 1 二双斑唇瓢虫雌成虫对矢尖蚧各虫态功能反应参数估计值(广口瓶)

其中, Na 为捕获的猎物数, N 为猎物密度, a 为寻找效率(或瞬间攻击率), Th 为处置时间, T 为实验时间(捕食者可利用的总的时间)。拟合结果见表 1 和图 1。二双斑唇瓢虫的寻找效率(a)以二龄雄蚧为最大,二龄雌蚧为最小;而处置时间(Th)则以雌成虫为最长,二龄雄蚧为最短。说明二双斑唇瓢虫成虫喜好取食二龄雄蚧。

2.1.2 空间异质性功能反应的影响 在不同容器内二双斑唇瓢虫雌成虫对矢尖蚧雌成蚧的功能反应 Holling 模型模拟结果见表 2 和图 2、图 3。由表 2 可知,随着空间大小的增加,寻找效率(a)随之减少,而处置时间(Th)随之增大;随着空间复杂性的增加,也有类似的情况。

表 2 不同实验条件下二双斑唇瓢虫雌成虫对雌成蚧功能反应参数

Table 2 Functional response parameters of *C. bijugus* to *U. yanonensis* in various condition

参数 Parameters	广口瓶(2 叶) Jar with two leaves	陶瓷钵(2 叶) Ceramics bowl with two leave	铝桶 Aluminum bucket			
			2 叶 Two leaves	1 枝 5 叶 One twig with 5 leaves	3 枝 15 叶 Three twigs with 15 leaves	6 枝 30 叶 Six twigs with 30 leaves
寻找效率(a) ^①	0.9093	0.8348	0.6394	0.6378	0.5538	0.5211
处置时间(Th) ^②	0.0126	0.0167	0.0254	0.0316	0.0401	0.0438
r^2	0.9933	0.9745	0.9588	0.9753	0.9845	0.9501

①Search rate,②Handling rate

2.2 捕食者个体间的干扰反应

用 Hassell and Varley^[10]模型

万方数据

$$E=QP^{-m}$$

(2)

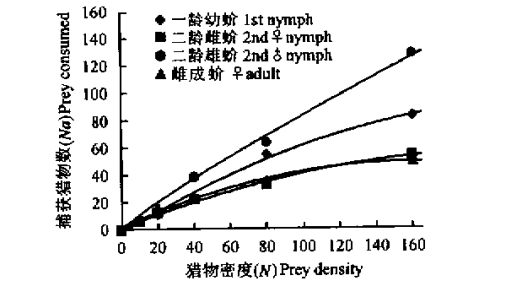


图 1 二双斑唇瓢虫雌成虫对矢尖蚱各虫态的功能反应
Fig. 1 The functional response of *C. bijugus* to *U. yanonensis*

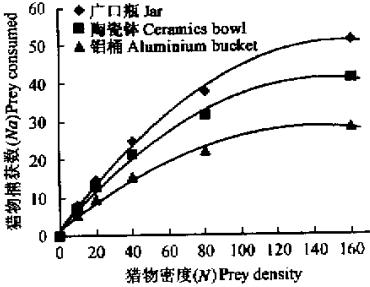


图 2 空间大小对功能反应的影响
Fig. 2 Influence of spatial size on the functional response

其中, E 为捕食作用率, P 为捕食者密度, Q 为寻找系数, m 为相互干扰系数,模拟不同容器内二双斑唇瓢虫雌成虫在不同密度下捕食矢尖蚱雌成蚱的相互干扰参数见表 3。由表 3 可见,随着空间大小的增加和空间复杂性的提高,捕食者个体间的相互干扰效应随之减弱;寻找系数随着空间大小的增加和空间复杂性的提高逐渐减少。

用 Hassell and Rogers^[11]模型

$$Na=adNP^{1-m}/(1+aThN)$$
 (3)

其中, d 为常数,其余同前。

按照干扰反应中各处理的相关参数估计出平均 d 值见表 3。模拟广口瓶内不同二双斑唇瓢虫雌成虫和矢尖蚱雌成蚱密度对捕食作用率的影响见图 4。由图 4 可见,捕食作用率随捕食者和猎物密度的增加而下陈,捕食者密度低时(1~5 头),捕食作用率下降较快,随着捕食者密度的进一步增加,捕食作用率下降缓慢。猎物密度越大,捕食者数量的变化对捕食作用率的影响越小。

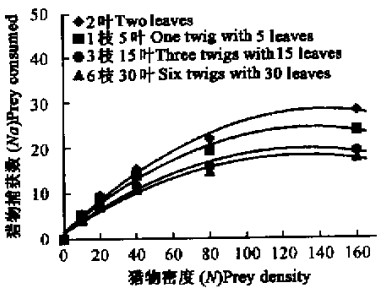


图 3 空间复杂性对功能反应的影响
Fig. 3 Influence of spatial complex nature on the functional response

表 3 不同实验条件下二双斑唇瓢虫雌成虫的相互干扰参数

Table 3 Mutual interference parameters of *C. bijugus* to *U. yanonensis* in various condition

参数 Parameters	广口瓶(2 叶) Jar with two leaves	陶瓷钵(2 叶) Ceramics bowl with two leave	铝桶 Aluminum bucket			
			2 叶 Two leaves	1 枝 5 叶 One twig with 5 leaves	3 枝 15 叶 Three twigs with 15 leaves	6 枝 30 叶 Six twigs with 30 leaves
干扰系数(m)①	0.6177	0.5587	0.5302	0.4782	0.4601	0.4581
寻找系数(Q)②	0.3823	0.3104	0.2775	0.2378	0.1842	0.1638
r^2	0.9620	0.9364	0.9888	0.9859	0.8172	0.8617
常数(d)③	1.2872	1.1519	1.4930	1.0862	1.2223	1.4252

①Interference coefficient, ②Search coefficient, ③Constant

2.3 温度对功能反应的影响

用 Holling 模型模拟不同的温度条件下二双斑唇瓢虫雌成虫对矢尖蚱雌成蚱的功能反应结果见表 4。由图 4 可见,温度对捕食效应影响显著,在 15~30℃ 范围内,寻找效率随着温度的升高而增加,当超过 30℃,寻找效率逐渐下降。相反,在 15~30℃ 范围内,处置时间随着温度的升高而减短,当超过 30℃,处置

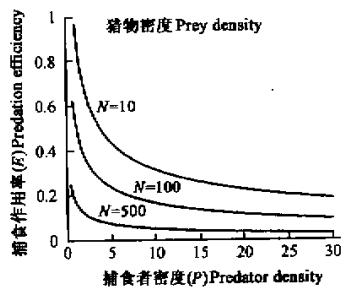


图 4 捕食者和猎物密度对捕食作用率的影响
Fig. 4 Influence of predator and prey density on predation efficiency of *C. bijugus*
温度(*T*)呈二次函数关系,即:

$$a = -1.36732 + 0.17945T - 0.00346T^2$$
$$Th = 0.06161 - 0.00346T + 0.00006T^2$$

温度对二双斑唇瓢虫寻找效率(*a*)和处置时间(*Th*)的影响见图 5、图 6。

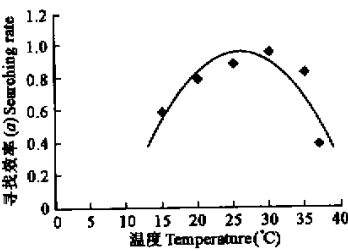


图 5 温度对二双斑唇瓢虫寻找效率(*a*)的影响
Fig. 5 Influence of temperatures on search rate (*a*) of *C. bijugus*

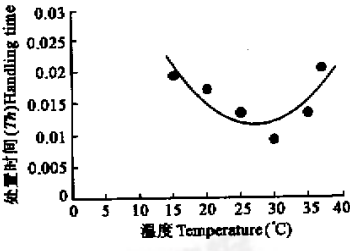
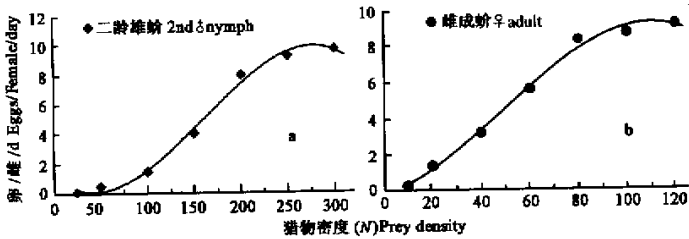


图 6 温度对二双斑唇瓢虫处置时间(*Th*)的影响
Fig. 5 Influence of temperatures on handling time (*Th*) of *C. bijugus*

2.4 猎物密度对二双斑唇瓢虫生殖力的影响

用不同猎物密度二龄雄蚱(包括蛹)和雌成虫连续饲养二双斑唇瓢虫 7d,每天每雌产卵量见图 7。



万方数据

图 7 猎物密度对二双斑唇瓢虫生殖力的影响(a——二龄雄蚱,b——雌成蚱)
Fig. 7 Influence of prey density on fecundity of *C. bijugus*(a——2nd instar male, b——female adult)

瓢虫每天每雌产卵量(F)与二龄雄蚧(包括蛹)不同猎物密度(N)的关系式为:

$$F = 10.38572 / [1 + \exp(4.32454 - 0.02629N)]$$

瓢虫每天每雌产卵量(F)与雌成蚧不同猎物密度(N)的关系式为:

$$F = 9.04016 / [1 + \exp(2.85762 - 0.05604N)]$$

3 讨论

(1)功能反应及其在控制害虫中的应用 在影响天敌捕食作用的诸多因子中,除天敌本身的特性外,害虫的密是最重要的因子之一。Solomon^[12]把天敌对害虫密度的变化在捕食量方面作出的反应称为功能反应,它是测定捕食者捕食潜能较为理想的方法。在本试验中,二双斑唇瓢虫对矢尖蚧的功能反应为HollingII型,即逆密度制约的关系。当果园矢尖蚧种群密度较低时,瓢虫的自然控制作用较为显著;若矢尖蚧种群密度很高时,则对矢尖蚧种群的控制作用较差,需辅以其他措施才能达到满意的控制效果。

(2)年龄等级对功能反应的影响 寻找效率(a)和处置时间(Th)是反映捕食作用大小的两个测度。二双斑唇瓢虫的寻找效率(a)以二龄雄蚧(包括蛹)为最大,且处置时间(Th)最小(表1)。这是因为二龄雄蚧在柑桔叶片上呈斑块状分布,聚集成群,瓢虫与之相遇的机率增大,加之其介壳松软白色,瓢虫易于处置。

(3)温度对功能反应的影响 温度并不改变二双斑唇瓢虫对矢尖蚧的功能反应类型,仅使其功能反应参数发生变化。这与温度对食螨瓢虫 *Stethus punctum*^[13]和异色瓢虫 *Harmona axyrids*^[14]的功能后应影响的研究结果一致。

(4)空间异质性对功能反应的影响 无论空间大小或空间复杂性如何,均不能改变功能反应类型,即二双斑唇瓢虫对矢尖蚧的功能反应仍属于HollingII型(图2,3),仅使功能反应的参数值及捕食量发生改变。这与空间异质性对异色瓢虫和七星瓢虫 *Coccinella septempunctata*^[14,15]和瓢虫 *Curinus coeruleus*^[16]的功能反应影响的研究结果一致。

尽管本研究比较分析了不同空间大小和空间复杂性对功能反应的影响,但与田间的实际情况仍有一定的差距,因此,必须在本试验的基础上进行田间校正,以获得更接近实际的结果。

(5)猎物密度对瓢虫生殖力的影响 二双斑唇瓢虫的生殖力与矢尖蚧不同密度的关系呈非线性关系,即随着猎物密度的增加,瓢虫的生殖力呈上渐进曲线增长(图7a,b),与Beddington等^[17]研究大丽瓢虫 *Adalia decempunctata* 生殖力与猎物关系的结果一致。

参考文献

- [1] Chanyuvadze H F. The Indian *Chilocorus*, a predator of diaspine scales. *Zashchita Rasteniy*, 1976, **4**:51.
- [2] Semyanov V P. Ways of using coccinellids. *Zashchita Rasteniy*, 1980, **8**:20~21.
- [3] Shenoevovskaka L P. Introduced insect enemies and microorganisms. *Zashchita Rasteniy*, 1976, **3**:52~53.
- [4] 任顺祥,等. 矢尖蚧的重要天敌二双斑唇瓢虫的研究. *生物防治通报*, 1990, **6**(2):71~73.
- [5] 任顺祥,等. 矢尖蚧及其主要天敌空间格局研究. *生态学报*, 1991, **11**(2):147~152.
- [6] 任顺祥,等. 温度对二双斑唇瓢虫实验种群的影响. *生态学报*, 1991, **11**(3):237~241.
- [7] 任顺祥,等. 二双斑唇瓢虫幼虫空间格局及其应用. *昆虫知识*, 1993, **30**(5):287~290.
- [8] 胡学难,等. 释放两种捕食性瓢虫防治矢尖蚧的研究. *生物防治通报*, 1994, **1**:41~42.
- [9] Holling C S. Some characteristics of simple type of predation and parasitism. *Can. Ent.*, 1959, **91**:385~698.
- [10] Hassell M P and Varley G C New inductive population model for insect parasitism and its bearing on biology control. *Nature*, 1969, **223**:1133~1137.
- [11] Hassell M P and Rogers D J Insect parasite responses in the development of population model. *J. Anim. Ecol.*, 1972, **41**:667~676.
- [12] Solomon M E. The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.*, 1949, **18**:1~35.
- [13] Hull L A Aspquith D. and Mowery P D The functional responses of *Stethorus punctum* to densities of the European red mite. *Environ. Entomol.*, 1977, **6**:85~90.
- [14] 邹运鼎,等. 异色瓢虫对菜蚜的捕食作用. *生物数学学报*, 1990, **5**(3):50~56.
- [15] 邹运鼎,等. 干扰作用和空间异质对七星瓢虫捕食作用的影响. *昆虫学报*, 1999, **42**(1):52~56.
- [16] Silva P G, et al. Functional response of *Curinus coeruleus*(Col.:Coccinellida) to *Heteropsylla cubana* (Hom.:Psyllidae) on artificial and natural substrates. *Entomophaga*, 1992, **37**(4):555~564.
- [17] Beddington J. H. Components of arthropod predator. II. The predator rate of increase. *J. Anim. Ecology*, 1976, **45**(1):165~183.