

龟纹瓢虫捕食玉米蚜的功能 反应与寻找效应研究^{*}

张世泽, 花保祯, 许向利

(西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 测定了龟纹瓢虫雌成虫和雄成虫对玉米蚜的功能反应和寻找效应。结果表明, 其功能反应均属于 Holling II 型圆盘方程式, 寻找效应与自身密度的关系可用 Hassell 数学模型描述。龟纹瓢虫对玉米蚜具有较强的捕食能力, 雌成虫日最大捕食量为 87.3 头, 雄成虫为 93.4 头。龟纹瓢虫对猎物的寻找效应随自身密度的增大而下降。模拟后的各方程经 χ^2 检验, 其理论值与观察值差异不显著。

[关键词] 龟纹瓢虫; 玉米蚜; 功能反应; 寻找效应

[中图分类号] S476+.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)05-0085-03

玉米蚜 (*Rhopalosiphum maidis*) 是禾谷类作物的重要害虫, 不但刺吸危害玉米、高粱、谷子、麦类等禾谷类作物, 而且可以传播多种病毒病。近年来, 随着作物布局、耕作制度、气候条件的变化及玉米品种的更替和多样化, 玉米蚜的发生与危害逐渐加重, 个别地区甚至猖獗成灾^[1]。

龟纹瓢虫 (*P. rosy laea japonica*) 是农田常见的捕食性天敌, 对多种害虫具有很好的控制作用^[2]。麦收后龟纹瓢虫明显表现为由麦田向玉米田迁移, 并且在玉米田的发生时间长、密度高, 是玉米蚜的主要捕食性天敌。近年来许多学者对龟纹瓢虫捕食菊小长管蚜^[3]、棉蚜^[4,5]、烟蚜^[6]、麦蚜^[7]等进行了较多研究, 但有关龟纹瓢虫对玉米蚜的控制作用目前尚无相关报道。鉴于此, 本试验研究了龟纹瓢虫雌、雄成虫对玉米蚜的捕食功能、寻找效应和干扰效应, 建立了相关模型, 分析了其控制玉米蚜的能力, 以期科学评价天敌对害虫的控制作用, 为利用天敌控制玉米蚜提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

龟纹瓢虫雌、雄成虫及玉米蚜均采自西北农林科技大学教学试验农场玉米田(该玉米田在整个生育期内未施用任何农药)。供试天敌龟纹瓢虫捕回后室内饱食 1 d, 然后饥饿 24 h 进行试验。玉米蚜采自

同一玉米田, 连同玉米叶带回室内, 取生长基本一致的 3~4 龄若蚜进行试验。

1.2 试验方法

1.2.1 龟纹瓢虫对玉米蚜的密度功能反应 分别将 10, 25, 40, 55, 70, 85, 100, 120 头玉米蚜与 1 头龟纹瓢虫雌成虫组合, 放入罐头瓶内。罐头瓶底部铺一张滤纸, 放入 8 cm 长的新鲜玉米嫩叶, 嫩叶一端用棉花保湿, 以保鲜膜封瓶口, 用昆虫针插通气孔。24 h 后检查玉米蚜量。每组合重复 5 次。龟纹瓢虫雄虫处理方法与此相同。

1.2.2 龟纹瓢虫自身密度对玉米蚜的寻找效应 分别将 1, 2, 3, 4, 5, 6 头龟纹瓢虫雌、雄成虫与 200 头玉米蚜组合, 放入罐头瓶内, 24 h 后检查玉米蚜数量, 重复 5 次。

1.2.3 干扰效应对龟纹瓢虫捕食玉米蚜的影响 分别将 30, 60, 90, 120, 150, 180 头玉米蚜依次与 1, 2, 3, 4, 5, 6 头龟纹瓢虫雌、雄成虫组合, 放入罐头瓶内, 重复 5 次。

2 结果与分析

2.1 龟纹瓢虫对玉米蚜的密度功能反应

表 1 结果表明, 龟纹瓢虫捕食玉米蚜的数量随蚜虫密度升高而增加, 但到一定限度时便不再升高, 而在一定范围内波动。将雌、雄成虫在不同猎物密度条件下的日捕食量作散点图, 结果见图 1, 其曲线符

^{*} [收稿日期] 2004-07-19

[作者简介] 张世泽(1972-), 男, 陕西汉中, 讲师, 在读博士, 主要从事害虫生物防治和综合治理研究。

合 Holling 描述的捕食功能反应 II 型, 因此可用 Holling^[8] 圆盘方程 $N a = a T N / (1 + a T h N)$ 拟合功能反应曲线。式中, $N a$ 为被捕食猎物数, N 为猎物密度, T 为用于搜寻的总时间(1 次试验通常是固定的, 本试验为一昼夜, 因此取 $T = 1$), a 为攻击系数(瞬间攻击率), $T h$ 为处理一头猎物所用的时间。

式中 a 和 $T h$ 为待估参数, 由于 Holling 圆盘方程式为一非线性方程, 要估计其参数, 应将其化为线性方程: $N / N a = 1/a + T h N$ 。将表 1 数据代入上式, 用最小二乘法求得龟纹瓢虫雌虫 $a = 1.1608$, $T h = 0.01145$, 雄虫 $a = 1.0304$, $T h = 0.01071$ 。将 a 和 $T h$ 代入 Holling 圆盘方程式, 得龟纹瓢虫捕食

玉米蚜的功能反应模型, 雌虫为 $N a = 1.1608 N / (1 + 0.01145 N)$, 雄虫为 $N a = 1.0304 N / (1 + 0.01071 N)$ 。用该式求得龟纹瓢虫在玉米蚜不同密度下的理论捕食量, 与实际捕食量进行 χ^2 检验, 雌虫 $\chi^2 = 0.9136$, 雄虫 $\chi^2 = 1.2937$, 远小于 $\chi^2_{0.05} = 14.07$, 吻合性很好, 表明上述理论模型能够反映龟纹瓢虫在不同玉米蚜密度下的捕食变化规律。当 $N \rightarrow \infty$ 时, $N a$ 即为捕食者的最大捕食量, 即捕食者对猎物的捕食上限或饱和能力。本试验中龟纹瓢虫雌虫对玉米蚜的日最大捕食量为 87.3 头, 雄虫对玉米蚜的日最大捕食量为 93.4 头。

表 1 龟纹瓢虫成虫对不同密度玉米蚜的捕食量

Table 1 Predation responses of <i>Propylaea japonica</i> to <i>Rhopalosiphum maidis</i> at different densities									
猎物密度 Prey density		10	25	40	55	70	85	100	120
平均日捕食量 Average predacious amount	雌虫 Female	9	23	29	39	46	48	49	51
	雄虫 Male	8	21	28	38	44	49	47	50

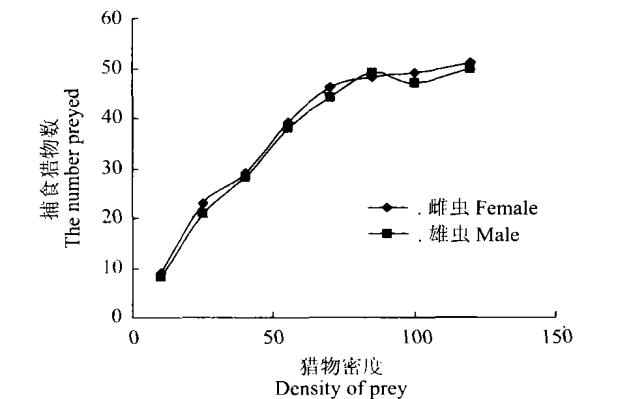


图 1 龟纹瓢虫对玉米蚜的捕食功能

Fig. 1 Functional response of *Propylaea japonica* to *Rhopalosiphum maidis*

2.2 龟纹瓢虫密度对玉米蚜寻找效应的影响

寻找效应是捕食性天敌在捕食过程中对猎物攻击的一种行为效应。天敌对猎物作用的大小与其本身的寻找效应有一定关系, 而寻找效应的大小则与猎物密度、天敌本身有密切关系, 可用 $E = N a / (N \cdot P)$ 描述。式中, E 为寻找效应, P 为天敌密度。

在一定空间内, 随捕食天敌数量增加, 相互间干扰现象逐渐加强, 导致每个天敌的寻找效应降低。寻找效应 E 与天敌之间的相互干扰关系可用 Hassell 等^[9] 提出的模型进行估计, 即 $E = Q \cdot P^{-m}$, 其中 Q 为搜索系数(即在无竞争条件下每个天敌的寻找效应), m 为干扰系数(即天敌种类竞争的参数), P 为一定空间内捕食者的数量。要估计 Q, m 参数, 应将上式线性化, 其方程为: $\lg E = \lg Q - m \lg P$ 。

在玉米蚜密度均为 200 头的条件下, 不同密度龟纹瓢虫对玉米蚜的平均捕食量见表 2。

根据寻找效应关系公式得龟纹瓢虫自身密度与寻找效应的数学模型, 雌虫为 $E = 0.4067 \cdot P^{-1.5094}$, 雄虫为 $E = 0.4093 \cdot P^{-1.4308}$, 卡方值分别为 1.1937 和 0.7938, 二者均远小于 $\chi^2_{0.05} = 11.07$, 表明上述模型能准确反应龟纹瓢虫密度与寻找效应的关系。图 2 表明在猎物密度一定的条件下, 龟纹瓢虫捕食量随自身密度的增加而减少, 寻找效率降低, 并且雌虫间的干扰作用大于雄虫, 其原因可能与雌虫产卵繁殖后代的特性有关。

表 2 不同密度龟纹瓢虫取食玉米蚜量

Table 2 Amount of <i>Propylaea japonica</i> to prey <i>Rhopalosiphum maidis</i> at different densities							
瓢虫密度 Predator density		1	2	3	4	5	6
平均捕食量 Average predacious amount	雌虫 Female	81	54	53	38	36	32
	雄虫 Male	85	56	54	43	41	39

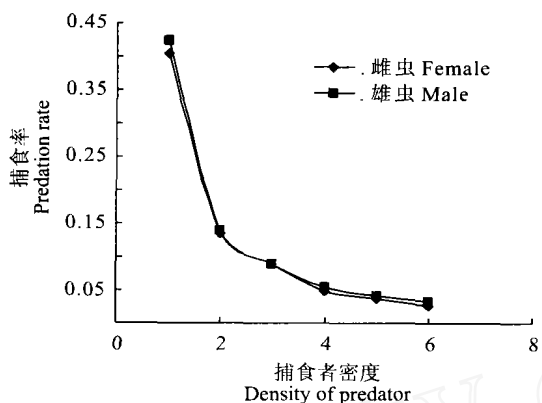


图 2 龟纹瓢虫捕食率与自身密度的关系

Fig 2 The relationship between predation rate and density of *P. rosy laea japonica*

2 3 相互干扰对龟纹瓢虫取食的影响

不同天敌、猎物密度之间的相互干扰作用也可用 Hassell 等^[9]的方程来描述。不同密度龟纹瓢虫取食不同密度玉米蚜的结果见表 3。

表 3 不同密度龟纹瓢虫捕食不同密度玉米蚜数量

Table 3 Aphid amount of prey under the different densities of *P. rosy laea japonica* and the different aphid densities

瓢虫密度 Predator density	猎物密度 Prey density	平均日捕食量 A verage predacious amount	
		雌虫 Female	雄虫 Male
1	30	28	26
2	60	26	22
3	90	25	21
4	120	22	20
5	150	21	18
6	180	20	16

将表 3 数据代入 $\lg E = \lg Q - m \lg P$, 获得雌虫和雄虫的模型分别为: $E = 0.9741 \cdot P^{-2.1989}$ 和 $E =$

$0.8823 \cdot P^{-2.2437}$, 卡方值分别为 0.1861 和 0.1642, 二者均远小于 $\chi^2_{0.05} = 11.07$, 表明理论值与实际值显著吻合。按雌雄瓢虫模型分别求出不同数量天敌的寻找效应, 结果表明, 寻找效应 (E) 随天敌密度的增加而下降, 雌虫从 0.9741 逐渐降为 0.01895, 雄虫从 0.8823 逐渐降为 0.01584。

3 讨 论

1) 龟纹瓢虫雌、雄成虫捕食玉米蚜的数量与玉米蚜密度呈负加速曲线关系, 符合 Holling II 型功能反应模型。雌成虫一昼夜最大捕食玉米蚜的数量为 83.7 头, 雄成虫为 93.4 头。

2) 天敌对害虫作用的效果评价包括很多因素, 其中天敌的攻击系数与处理时间之比是重要参数之一, a/T_h 越大, 对害虫的控制作用越强^[10]。龟纹瓢虫雌、雄成虫控制玉米蚜的 a/T_h 分别为 101.4 和 96.2, 雌、雄虫对玉米蚜的控制能力以雌虫略高, 在天敌的繁殖利用中应根据不同情况加以应用, 以发挥天敌控害的最大潜能。

3) 本试验发现, 在猎物密度一定的条件下, 龟纹瓢虫雌虫的干扰作用大于雄虫, 其原因是由雌虫产卵繁殖后代的特性决定还是其他因素引起, 有待进一步研究。

4) 龟纹瓢虫具有耐高温、适应性强的特点, 并且在玉米田发生时间长、密度大。本研究提供的各项参数又表明, 其攻击能力、搜索能力和寻找效应均较强, 综合多种因素表明, 龟纹瓢虫是控制玉米蚜的重要天敌资源。因此, 采取有效的措施保护、助迁自然界中的龟纹瓢虫, 就有可能通过生物防治措施成功地控制玉米蚜的危害。

[参考文献]

[1] 王永宏, 苏 丽, 作均祥. 温度对玉米蚜种群增长的影响[J]. 昆虫知识, 2002, 39(4): 277- 280

[2] 张世泽, 作均祥, 张 强, 等. 龟纹瓢虫生物学特性及饲养利用研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(4): 206- 210

[3] 李国庆, 段金花, 秦志峰. 龟纹瓢虫对菊小长管蚜的捕食功能反应[J]. 湘潭师范学院学报, 2003, 25(3): 77- 79

[4] 高孝华, 时爱菊, 曲耀训, 等. 龟纹瓢虫捕食棉蚜的功能反应与寻找效应研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2001, 32(4): 457- 460

[5] 戈 峰, 丁岩钦. 龟纹瓢虫对棉蚜的捕食行为[J]. 昆虫学报, 1995, 38(4): 436- 441

[6] 巫厚长, 程遐年, 邹运鼎. 不同饥饿程度的龟纹瓢虫成虫对烟蚜的捕食作用[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5): 749- 752

[7] 高效华, 曲耀训, 牟少敏, 等. 龟纹瓢虫对麦蚜的捕食功能反应与寻找效应研究[J]. 莱阳农学院学报, 2000, 17(2): 103- 106

[8] Holling C S. Some characteristics of simple type of predation and parasitism [J]. Can Entomol, 1959, 91: 385- 398

[9] Hassell M P, Varley G C. New induction population model for insect parasites and its bearing on biological control[J]. Nature, 1969, 223: 1113- 1137.

[10] 牟吉元, 徐洪富, 李火苟. 昆虫生态与农业害虫预测预报[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997.

(下转第 94 页)

Effects of low temperature pretreatment and genotypes on embryogenesis of microspores in *Brassica napus* L.

ZHU Yan-tao^{1,2}, LI Dian-rong², YANG Shu-shen¹

(1 College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Hybrid Rapeseed Research Center of Shaanxi Province, Dali, Shaanxi 715105, China)

Abstract: Effects of ways and time of low temperature pretreatment, lengths of inflorescences and genotypes of materials on embryogenesis of microspores were studied on isolated microspore culture of 16 cultivars (lines) and crossing combinations in *Brassica napus* L. in the field environment. The result showed that microspores had no embryogenesis capability when the rapeseed inflorescences were frozen pretreatment and that microspores still had certain embryogenesis capability when the inflorescences with 30-40 cm lengths were cold pretreated for 10 d. For inflorescences of 0-40 cm lengths, the longer of the length, the longer of the efficient pretreatment time in which microspores could conduct embryogenesis was longer. However, the embryoid yield trended to decline with the prolongation of pretreatment time of inflorescences. The experiment also proved that the genotypes of donor materials have an important effect on microspore embryogenesis rate.

Key words: rapeseed; low temperature pretreatment; microspore culture; haploid; embryoid

(上接第 87 页)

Abstract ID: 1671-9387(2005)05-0085-EA

The predatory functional responses and searching efficiency of *Protophylla japonica* on *Rhopalosiphum maidis*

ZHANG Shi-ze, HUA Bao-zhen, XU Xiang-li

(College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The experiment results showed that the functional response of predation on *Rhopalosiphum maidis* by the female and male of *Protophylla japonica* belonged to the type of Holling II. Female adults had a larger attacking rate than male adults. Relationship between amount of aphid preyed by ladybirds and aphid density showed a negative accelerative curve. The daily maximum number of aphid preyed theoretically by the female and male adult ladybirds were 87.3 and 93.4 aphids respectively. The searching efficiency decreased with the increase of predator density. The mutual interference among individual predators and preys could be described by Hassell equation. χ^2 test showed that the theoretical expectation fit the observed values.

Key words: *Protophylla japonica*; *Rhopalosiphum maidis*; functional response; searching efficiency