

异色瓢虫成虫对桃蚜捕食作用及空间异质性研究

江文娟, 李桂亭*, 李鹏, 卢申 (安徽农业大学植物保护学院, 安徽合肥230036)

摘要 测定异色瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能和空间异质性。结果表明: 异色瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能符合Holling模型, 其24、48、72 h的功能模型分别为 $N_{24} = 1.0215N / (1 + 0.00406N)$ 、 $N_{48} = 1.0650N / (1 + 0.00362N)$ 、 $N_{72} = 1.0373N / (1 + 0.00212N)$, 最大理论捕食量分别为251.89、294.12、490.20头; 随着果荚数的增多, 天敌对猎物搜寻过程中的环境阻力不断加大, 捕食作用逐渐降低, 捕食作用率同空间异质性呈现明显的线性负相关, 其数学模型为 $y = 83.833 - 10.100x$ 。

关键词 异色瓢虫成虫; 桃蚜; 捕食功能; 空间异质性

中图分类号 S476+.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)16-04750-02

Predation and Spatial Heterogeneity on *Harmonia axyridis* Adult to *Myzus persicae*

JIANG Wenjuan et al (School of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract The predation and spatial heterogeneity on *Harmonia axyridis* adult to *Myzus persicae* were determined. The results showed that the predation of *Harmonia axyridis* adult belonged to Holling Model, and the functional models of 24, 48 and 72 hours were $N_{24} = 1.0215N / (1 + 0.00406N)$, $N_{48} = 1.0650N / (1 + 0.00362N)$ and $N_{72} = 1.0373N / (1 + 0.00212N)$ separately. The maximal predation of *Harmonia axyridis* adult was 251.89, 294.12 and 490.20 heads. With the increase of the number of the gains, the environmental resistance increased when the natural enemy was hurting for the preys, and the predation efficiency was low when the spatial heterogeneity was complex. It displayed obvious linear negative relationship between the predation rate and the spatial heterogeneity, and the mathematical model was $y = 83.833 - 10.100x$.

Key words *Harmonia axyridis* adult; *Myzus persicae*; Predation; Spatial heterogeneity

异色瓢虫(*Harmonia axyridis*)广泛分布于我国中南部地区, 其捕食谱广, 是多种旱田农林作物害虫的重要捕食性天敌, 可捕食多种蚜虫, 有较大的控害作用, 在蚜虫的生物防治中具有良好的应用前景。邹运鼎等研究了异色瓢虫对烟蚜、麦二叉蚜等^[1-2]的捕食作用以及温度、空间大小等对其食物搜索行为的影响, 有关异色瓢虫对桃蚜的捕食作用的研究尚不多见, 为更多地了解异色瓢虫对桃蚜(*Myzus persicae*)的控制作用、利用和保护异色瓢虫, 笔者在室内的自然温、湿度条件下, 研究异色瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能反应及空间异质性, 以期综合分析评价此种天敌, 深入探讨其自然保护和利用途径, 减少农药污染, 建立无公害油菜生态环境, 为农业可持续发展提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 天敌及害虫 2005年4月从安徽农业大学教学试验农场油菜田内采集异色瓢虫的蛹于室内保湿, 待其羽化为成虫后备用; 在农场油菜田和校园桃树上采集桃蚜。

1.2 研究方法 捕食功能: 供试天敌饱食后禁食24 h, 然后分别放入盛有个体大小相似的桃蚜若虫的培养皿中(直径为12 cm, 高1.5 cm), 每皿1头, 猎物梯度分别为20、40、60、80、100、120、140头/皿, 重复3次, 24 h后统计捕食量, 并分别补充桃蚜至相应的猎物密度, 连续观察3 d。空间异质性: 在6个直径为12 cm培养皿中分别盛放80头个体大小相似的桃蚜若虫, 然后分别放入1、2、3、4、5个荚果和不放荚果(对照), 作为空间异质性的不同处理, 再在每培养皿中分别放入1头饥饿24 h的异色瓢虫成虫, 重复5次, 24 h后统计捕食数量。

1.3 计算方法 捕食功能: 天敌与害虫的量化关系已有许多拟合方法^[3-4], 在此用最小二乘法拟合圆盘方程。空间异质性的研究以荚果数 x , 捕食作用率 y 进行模型拟合, 同时对所建立的模型进行数学分析。

2 结果与分析

2.1 捕食功能反应 由图1可知, 随着猎物密度的增加, 异色瓢虫成虫的捕食量增加较快, 但当猎物密度超过一定程度后, 捕食量增加变缓, 即捕食量与猎物密度为逆密度制约关系, 呈负加速曲线, 其功能反应属Holling型, 用Holling圆盘方程 $N_a = a'TN / (1 + a'ThN)$ 拟合试验数据; 式中 N_a 为被捕食的猎物数量, a' 为瞬间攻击率, N 为猎物密度, Th 为处理时间, T 为捕食者用以发现猎物的时间, 将其线性化得 $1/N_a = 1/a'TN + Th/T$, 令 $T = 1$, $B = 1/a'$, $A = Th$, 则 $1/N_a = A + B \times (1/N)$ 。利用最小二乘法求得 A 和 B , 即可求出 a' 和 Th , 当猎物密度上限 N 趋于无穷大时, $1/N$ 趋于0, N_a 为理论最大捕食量。当蚜虫密度保持恒定时, 随着时间的推移, 异色瓢虫的捕食量也有增大的趋势。将其代入圆盘方程, 得到描述异色瓢虫成虫功能反应曲线的数学模型(表1)。

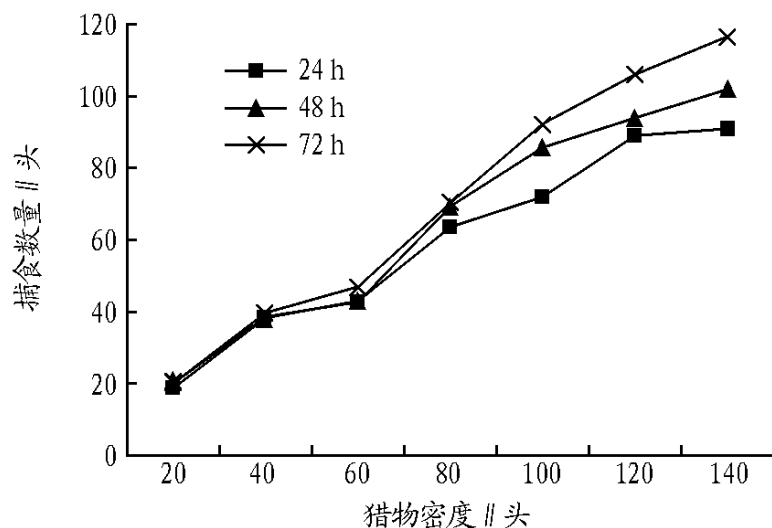


图1 异色瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能

功能反应参数 a' 和 Th 充分反映了捕食者和猎物之间的结构关系, 是捕食者对猎物的控制作用大小的参考指标之一。捕食者对猎物搜寻过程和处置时间是相辅相成的, 采用 a'/Th 来评价天敌对害虫的控制能力, 具有综合功能反应为一体的优点^[5]。因此, 天敌对害虫的作用效应以 a' 和 Th 以及 a'/Th 为基础, 进行综合评价。

由表1看出, 参数 a' 和 Th 是随着时间的推移而变化的, 捕食一头猎物所用的时间(Th)呈递减趋势, 说明异色瓢

基金项目 合肥市科技局“无公害稻油生产技术研究开发”项目。

作者简介 江文娟(1982-), 女, 安徽合肥人, 硕士研究生, 研究方向: 昆虫生态与控制。* 通讯作者。

收稿日期 2007-03-09

虫的捕食潜能是很大的。

表1 异色瓢虫成虫捕食桃蚜的功能效应

时间 h	a'	Th	a'/Th	日最大捕食量 头	数学模型	线性方程	相关系数r
24	1.021 5	0.003 97	257.30	251.89	$N_a = 1.021 5 N / (1 + 0.004 06 N)$	$N_a = 1 / 1.021 5 N + 0.003 97$	0.988
48	1.065 0	0.003 40	313.24	294.12	$N_a = 1.065 0 N / (1 + 0.003 62 N)$	$N_a = 1 / 1.065 0 N + 0.003 40$	0.992
72	1.037 3	0.002 04	508.48	490.20	$N_a = 1.037 3 N / (1 + 0.002 12 N)$	$N_a = 1 / 1.037 3 N + 0.002 04$	0.996

表2 异色瓢虫成虫在各密度下捕食桃蚜的理论值

时间 h	桃蚜密度 头 皿						
	20	40	60	80	100	120	140
24	18.90	35.15	49.28	61.68	72.65	81.42	96.16
48	19.86	37.21	52.50	66.07	78.19	89.10	98.95
72	19.90	38.25	55.21	70.95	85.59	99.23	115.84

将猎物密度分别代入3个数学模型,求得各密度下异色瓢虫成虫的理论捕食量,如表2。

将直线回归方程求得的理论值与实测值进行 x^2 检验,求得24,48,72 h后成虫的 x^2 值分别为1.97、3.14、2.28均小于 $x_{0.05}^2 = 12.59$,说明用Holling型圆盘方程能较好地拟合。

2.2 空间异质性 不同处理的异色瓢虫成虫的捕食作用结果如表3。计算捕食作用率的公式为 $E = N_a / NP$;其中, E 为捕食作用率, N 为供给的蚜虫数, N_a 为被捕食蚜虫数, P 为天敌头数。将荚果数 x 与捕食作用率 y 之间进行数学分析得出, y 与 x 之间的数学模型为 $y = 83.833 - 10.1x$,显示两者为一线性关系。 y 与 x 之间的相关系数 r 为-0.9906, $df = 4$ 时, $r_{0.01} = 0.917$, $|r| > r_{0.01}$, y 与 x 为负相关。结果表明,空间异质性越复杂,环境阻力越大,捕食作用率越低。

表3 异色瓢虫成虫对桃蚜的捕食作用

果荚数	各次 N_a 头					$\overline{N_a}$ 头	$S(x)$	$E(y)$
	1	2	3	4	5			
0	63	72	56	80	73	68.80	4.188	86.00
1	58	65	45	47	65	56.00	4.289	70.00
2	60	39	57	49	58	52.60	3.881	65.75
3	50	42	48	35	40	43.00	2.720	53.75
4	24	37	42	31	29	32.60	3.140	40.75
5	31	22	37	27	24	28.20	2.672	35.25

在特定的天敌—猎物系统中,捕食量除受天敌的特性、气候、猎物等环境制约外,猎物生存空间状态也是其重要影响因子,空间异质性的复杂增加了天敌搜寻过程中的环境阻

力,捕食作用率和空间异质性呈现明显的线性负相关。

3 小结与讨论

(1) 试验在无寄主组织和其他生物存在,相对密闭的环境及猎物高密度的条件下,天敌捕食猎物的数量随着时间的延长呈现增加的趋势,显示出巨大的捕食潜能。由所有线性方程的相关系数 r 值接近甚至超过0.99,说明各模拟模型的相关极显著。因此,在异色瓢虫与桃蚜共存的自然状态下,若无破坏性因素干扰(如农药杀伤),采取切实有效的保护措施,充分利用自然界中的异色瓢虫,有可能通过生物防治较为成功地控制桃蚜的为害。

(2) 捕食作用包括两种反应,即功能反应与数值反应,两者结合才能较全面地得到捕食作用的总反应。而试验仅做了功能反应。异色瓢虫是油菜田中后期的重要捕食性天敌,其分布广、数量多、活动能力强,在桃蚜生物防治中有重要的应用价值。因此,有必要进一步开展异色瓢虫对桃蚜的数值反应的研究工作。

(3) 在适温区内,随着温度增加,昆虫体内新陈代谢率增加,活动能力增强,表现为攻击率上升,处理时间下降。当温度超出适温区范围,则反之。试验是在相同温度、湿度条件下,异色瓢虫对桃蚜的功能反应和空间异质性,而没有涉及在不同温、湿度条件下,异色瓢虫对桃蚜的功能反应和空间异质性,这还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 邹运鼎,耿继光,陈高潮,等. 异色瓢虫若虫对麦二叉蚜的捕食作用[J]. 应用生态学报,1996,7(2):197-200.
- [2] 巫厚长,程遐年,邹运鼎,等. 不同饥饿程度的异色瓢虫成虫对烟蚜的捕食作用[J]. 安徽农业大学学报,2000,27(4):348-351.
- [3] 吴伟坚,梁广文. HOLLING圆盘方程拟合方法概述[J]. 昆虫天敌,1989,11(2):96-100.
- [4] HOLLING C S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism [J]. Can Entomol, 1959,91:385-395.
- [5] 黄保宏,王波,旷斌. 黑缘红瓢虫对朝鲜球坚蚧捕食作用的研究[J]. 安徽农业大学学报,2002,29(3):237-240.