

异色瓢虫若虫对麦二叉蚜的捕食作用*

邹运鼎 耿继光** 陈高潮 孟庆雷 王公明

(安徽农业大学, 合肥 230036)

【摘要】 研究表明, 异色瓢虫高龄若虫捕食麦二叉蚜的功能反应为 Holling II 型反应, 喜好捕食低龄若蚜; 在 40 ℃ 下捕食率最低, 10 ℃ 次之, 25 ℃ 最高。在 10~ 25 ℃ 内捕食率 y 与温度 x 的关系为 $y = 28.1303 + 2.6665x$, 在 25~ 40 ℃ 内为 $y = 199.9275 - 3.642x$; 在种内干扰条件下, 其捕食作用率 E 与开敌密度 P 的关系为 $E = 0.6897P^{-0.7930}$, 搜索常数 Q 为 0.6897, 干扰系数 m 为 0.7930; 其分摊竞争强度 I 与异色瓢虫密度 P 的关系为 $I = 0.0400 + 1.0383 \lg P$ 。

关键词 异色瓢虫 捕食作用 种内干扰 竞争

Predation of *Hamonia axyridis* nymph on *Schizaphis graminum*. Zou Yunding, Geng Jiguang, Chen Gaochao, Meng Qinglei and Wang Gongming (Anhui Agricultural University, Hefei 230036). *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1996, 7(2): 197~ 200

The functional reaction of old *Hamonia axyridis* nymphs preying on wheat aphides shows the Holling II type, i.e., preferring to feed on young aphid nymphs. The predation ratio is the lowest at 40 ℃ and the second at 10 ℃, being the highest at 25 ℃. At the range of 10~ 25 ℃, the relationship between predation ratio (y) and temperature (x) is $y = 28.1303 + 2.6665x$, and at 25~ 40 ℃, $y = 199.9275 - 3.642x$. Under intraspecific interference, the relationship between predation ratio (E) and natural enemies density (P) is $E = 0.6897P^{-0.7930}$, searching constant Q is 0.6897, disturbing coefficient M is 0.7930. The relationship between intensity of scrambling competition (I) and density of *H. axyridis* (P) is $I = 0.0400 + 1.0383 \lg P$.

Key words *Hamonia axyridis*, Predation, Intraspecific interference, Competition

1 引言

害虫与其天敌之间相互依存、相互制约的关系是在长期协同进化过程中逐渐形成的, 同一目标害虫有多种天敌^[1], 同一天敌又取食多种害虫^[7], 因此天敌对害虫的捕食作用是不同的。它是评价天敌对害虫控制作用大小的主要内容之一。肉食性瓢虫是蚜虫类的主要天敌, 有关龟纹瓢虫 (*Propylea japonica*) 成若虫、七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata*) 成虫、异色瓢虫 (*L. axyridis* *cpauas*) 成虫对蚜虫的捕食作用均有报道^[2~ 6], 这些都为综合分析评价天敌作用、保护环境、减少农药污染、

保护和利用天敌提供了科学依据。天敌成若虫因发育阶段不同对害虫的捕食作用理应有所不同, 为了全面分析评价异色瓢虫成若虫对蚜虫的捕食作用大小, 为制定 IPM 的天敌评价理论提供科学依据, 特开展了本项研究。

2 材料与方法

2.1 供试虫源

异色瓢虫高龄若虫和麦二叉蚜 (*Schizaphis graminum*) 均采自安徽农业大学教学试验农场。将采回的异色瓢虫高龄若虫 (下同) 先使之饱食,

* 安徽省自然科学基金及省教委基金资助项目。

** 工作单位为安徽省植保总站。

1995年7月3日收到, 10月18日改回。

后饥饿 42 h, 作供试天敌之用

2.2 试验容器

内径分别为 7.0、8.8 和 11.6 cm 的 3 种型号培养皿

2.3 试验方法

2.3.1 异色瓢虫捕食麦二叉蚜的功能反应 在盛有麦二叉蚜高龄若蚜密度分别为 40、50、60、70、80 和 90 头的直径 8.8 cm 培养皿中各放入 1 头供试天敌, 24 h 后观察记载各培养皿中剩下的和自然死亡的蚜虫头数, 重复 6 次

2.3.2 温度对捕食作用影响观察 在温度分别为 10、15、20、25、30、35 和 40 的 LRH-250-G 光照培养箱中放入内有 40 头麦二叉蚜高龄若蚜和 1 头供试天敌的直径 8.8 cm 培养皿, 24 h 后观察记载剩下的和自然死亡的蚜虫头数, 6 次重复

2.3.3 供试天敌对麦二叉蚜高、低龄若蚜捕食选择作用 在直径 8.8 cm 培养皿中分别放入麦二叉蚜高、低龄若蚜 (其比为 10 头/30 头、20 头/20 头、30 头/10 头) 总计 40 头若蚜, 并放入 1 头供试天敌, 24 h 后观察记载剩下的和自然死亡的高、低龄若蚜头数, 6 次重复

2.3.4 供试天敌的种内干扰竞争试验 在直径 8.8 cm 培养皿中分别放入 1、2、3、4、5 头的供试天敌及供捕食的 90 头麦二叉蚜高龄若蚜, 24 h 后观察记载剩下的和自然死亡的蚜虫头数, 6 次重复

3 结果与分析

3.1 供试天敌捕食麦蚜的功能反应

由表 1 和图 1 可看出该研究结果符合 Holling (1959) 提出的 3 种基本曲线类型中的 II 型反应, 1/N 与 1/N_a 之间相关系数 r 为 0.9234, df = 4 时, r_{0.05} 为 0.811, r_{0.01} 为 0.917, r > Y_{0.01}, 表明两者极相关, 根据 Holling 的圆盘方程 $N_a = \frac{\alpha N T}{1 + \alpha T N}$ 建立功能反应模型, 经计算得出 $N_a = \frac{0.8837N}{1 + 0.00233N}$. 其中处置的时间 T_h 为 0.00264, 发现域 α 为 0.8837. 为了检验模型的精度, 将 N = 40、50、60、70、80、90 代

入进行 X² 检验, X² = 6.3204, df = 5 时 X²_{0.05} = 11.07. X² < X²_{0.05}, 表明理论值与实际值完全吻合

表 1 异色瓢虫对麦二叉蚜的捕食作用结果 (头/天敌) Table 1 Predation of H. axyridis on Schizaphis graminum (head/predator)

重复 Replir- cation	蚜虫密度 Aphid density						s
	40	50	60	70	80	90	
1	22	47	58	43	36	56	s ₄₀ = 6.65
2	33	49	43	58	65	57	s ₅₀ = 2.94
3	22	42	37	55	56	69	s ₆₀ = 9.80
4	30	49	55	59	62	69	s ₇₀ = 7.93
5	32	50	53	66	53	64	s ₈₀ = 10.48
6	39	49	35	50	61	69	s ₉₀ = 6.13
\bar{x}	29.67	47.67	46.83	55.17	55.50	64.00	

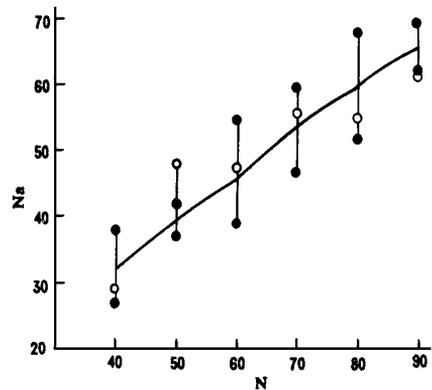


图 1 供试天敌捕食麦蚜的功能反应 Fig. 1 Functional reaction of H. axyridis preyed on wheat aphid

3.2 供试天敌对麦二叉蚜高、低龄若蚜的捕食选择作用

根据 Shorygin (1939) 的选择系数 E 的公式, $E = r_i / N_i$ 计算捕食选择系数, 式中 r_i 为被食的第 i 种猎物的个体数占被食的各种猎物总数的比例, N_i 为供给的第 i 种猎物数占供给的各种猎物总数的比例, E > 1 时表示天敌喜好选择捕食第 i 种猎物. 经计算求出对低龄若蚜的选择系数 E 依次为 1.0995、1.0638 和 1.1020, 3 种处理的 E 均大于 1, 表明供试天敌较喜好选择捕食麦二叉蚜的低龄若蚜

表 2 异色瓢虫对麦二叉蚜高、低龄若蚜的选择捕食作用(头/天敌)*

Table 2 Selective predation of *H. axyridis* on old and young age wheat aphid nymphs(head/predator)

重 复 Replication	N ₁ /N ₂						s
	10/30(A)		20/20(B)		30/10(C)		
	N _{a1}	N _{a2}	N _{a1}	N _{a2}	N _{a1}	N _{a2}	
1	2	15	16	18	21	4	SAN _{a1} = 3.08
2	4	22	20	20	28	10	SAN _{a2} = 5.63
3	2	15	5	10	10	6	SBN _{a3} = 8.20
4	6	23	20	20	29	10	SBN _{a2} = 6.14
5	10	30	0	7	8	6	SCN _{a1} = 9.10
6	3	22	12	8	25	10	SCN _{a2} = 2.66
\bar{x}	4.50	21.17	12.17	13.83	20.17	7.67	

* N₁, N₂ 分别代表高龄若蚜和低龄若蚜头数 N_{a1}, N_{a2} 分别代表供试天敌捕食的高、低龄若蚜的头数

表 3 异色瓢虫在不同温度条件下的捕食作用(头/天敌)

Table 3 Predation of *H. axyridis* under different temperature(head/predator)

重 复 Replication	温度 Temperature(°C)							s
	10	15	20	25	30	35	40	
1	21	12	37	38	40	24	14	s ₁₀ = 6.47
2	34	22	40	39	34	38	12	s ₁₅ = 9.33
3	17	25	40	40	34	30	0	s ₂₀ = 8.64
4	26	37	21	38	38	39	34	s ₂₅ = 1.52
5	18	28	32	36	34	25	11	s ₃₀ = 3.01
6	19	36	22	40	40	32	25	s ₃₅ = 6.31
\bar{x}	22.50	26.67	32.00	38.50	36.67	31.33	16.00	s ₄₀ = 11.88

3.3 温度对供试天敌捕食作用的影响

由表 3 看出, 在 10~ 25 范围内, 随着温度的升高, 供试天敌捕食的蚜虫头数增多, 而在 25~ 40 有相反的趋势, 特别在 40 高温时捕食率只有 40%. 对 10~ 25 下捕食率 y 与温度 x 之间关系进行相关分析, $r = 0.9953$, $df = 2$ 时, $r_{0.01} = 0.990$, $r > r_{0.01}$, 表明两者极相关, 其关系式为 $y = 28.1303 + 2.6665x$, 25~ 45 间的捕食率 y 与温度 x 之间的相关系数为 -0.9207 , 两者基本相关, 其关系式为 $y = 194.9275 - 3.6420x$, 本研究结果表明 25 下捕食率最高, 即 25 为捕食的最适温度. 5 月中、下旬温度在 17~ 27 之间, 恰好是异色瓢虫高龄若虫大发生时期, 对麦蚜捕食率最高, 即对麦蚜的控制作用最大, 而该期间又是麦蚜大发生时期, 两者之间温度和数量上的关系是长期协同进化过程中形成的.

3.4 供试天敌捕食麦蚜过程中种内干扰捕食者个体间的相互干扰常使对猎物

的捕食作用率 E 下降, E 在所有早期模型都假定为一常数, 即 $E = \frac{N \cdot a}{N \cdot P}$, 其中 P 为捕食者密度, 但在 II 型反应中 E 不再是常数, Hassell 和 Varly 对此提出 $E = Q \cdot P^{-m}$, 或用对数形式 $\log E = \log Q - m \log P$ 表示, 式中 Q 为搜索常数, m 为干扰系数, 现根据 $E = \frac{N \cdot a}{N \cdot P}$ 把测定的结果及计算求得的捕食作用率 E 列于表 4, 经分析得出 $E = 0.6897P^{-0.7930}$, 搜索常数 Q 为 0.6897, 干扰系数 m 为 0.7930.

表 4 不同密度的异色瓢虫捕食作用率 E(头/天敌)

Table 4 Predation ratio of *H. axyridis* at different density(head/predator)

重 复 Replication	异色瓢虫数(头) Number(head)				
	1	2	3	4	5
1	56	80	88	85	89
2	57	89	89	84	89
3	69	76	48	87	84
4	69	60	69	82	88
5	64	75	81	87	87
6	69	76	63	86	88
\bar{E}	0.6833	0.4222	0.2641	0.2366	0.1984

异色瓢虫高龄若虫为取食所产生的竞争明显地是分摊竞争(Scramble competition),为了便于分析随天敌密度的增加分摊竞争强度的变化,以便合理释放和利用天敌,提出了分摊竞争强度公式 $I = E_1 - E_p/E_1$, I 为分摊竞争强度, E_1 为 1 头天敌的捕食作用率, E 为密度为 P 的天敌捕食作用率, E 由 $\frac{N \cdot a}{N \cdot P}$ 求得,将研究结果列于表 5,对 I 与对应的 P 之间关系进行分析, I 与 $\log P$ 之间的相关系数 r 为 0.9824, $df = 3$ 时, $r_{0.01} = 0.959$, $r > r_{0.01}$, 表明两者极相关, I 与 P 的关系其数学模型为 $I = 0.0400 + 1.0383 \log P$, 可以看出随着天敌密度的增加,种内分摊竞争的强度增加,本研究 $P = 5$ 时已达到捕杀 1 头同类的紧张程度

表 5 I 与 P 的关系

Table 5 Relationship between I and P

	异色瓢虫密度(P) Density				
	1	2	3	4	5
log P	0	0.3010	0.4771	0.6021	0.6990
E	0.6833	0.4222	0.2641	0.2366	0.1984
I	0	0.38211	0.61349	0.65374	0.70964

4 结 论

4.1 异色瓢虫高龄若虫捕食麦二叉蚜的功能反应是 Holling II 型反应

4.2 异色瓢虫高龄若虫喜好选择捕食麦

二叉蚜的低龄若蚜

4.3 在 10~40 范围内,40 时捕食率最低,10 次之,25 时捕食率最高 在 10~25 时捕食率 y 与温度 x 的关系式为 $y = 28.1303 + 2.6665x$, 25~40 时捕食率 y 与温度 x 的关系式为 $y = 199.9275 - 3.642x$.

4.4 异色瓢虫高龄若蚜捕食的作用率 E 与天敌密度 P 的关系其数学模型为 $E = 0.6897P^{-0.7930}$, 搜索常数 Q 为 0.6897, 干扰系数 m 为 0.7930

4.5 异色瓢虫高龄若虫的种内竞争,其分摊竞争强度 I 与异色瓢虫的密度 P 间关系数学模型为 $I = 0.0400 + 1.0383 \log P$.

参考文献

- 1 李超,丁岩钦,马世骏 1982 草间小黑蛛对棉铃虫的捕食作用及其模拟模型的研究 I 捕食者——单种猎物系统的研究 生态学报, 2(2): 239~254
- 2 邹运鼎等 1986 龟纹瓢虫成虫对棉蚜的捕食作用 生物数学学报, 1(1): 64~69
- 3 邹运鼎等 1986 龟纹瓢虫幼虫对棉蚜的捕食作用 昆虫知识, 23(5): 219~221
- 4 邹运鼎等 1991 七星瓢虫成虫对玉米蚜的捕食作用 安徽农业大学学报, (增刊): 41~45
- 5 邹运鼎等 1990 异色瓢虫对菜蚜的捕食作用 生物数学学报, 5(3): 50~56
- 6 邹运鼎等 1995 异色瓢虫成虫对麦二叉蚜的捕食作用 生物数学学报, 10(3): 80~86
- 7 周集中,陈常铭 1987 拟环纹狼蛛对褐飞虱的捕食作用及其模拟模型的研究 II. 选择捕食作用 生态学报, 7(3): 228~237