

145-150

19656(4)

第17卷第2期
1997年3月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 17, No. 2
Mar., 1997异色瓢虫若虫的限域搜索行为^{*}邹运鼎 孟庆雷[✓] 耿继光^{**} 陈高潮 王公明

(安徽农业大学, 合肥, 230036)

Q969.496.8

A 摘要 在 Nakamuta 装置中, 通过对两种光照条件下(强光照 3680~4620 lx, 弱光照 130~220 lx)异色瓢虫若虫搜索麦蚜行为轨迹的研究, 得出摄食麦蚜前后 0~15 s 搜索行为轨迹弯曲角度总和之间差异均显著, 摄食后大于摄食前; 摄食麦蚜前后 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 内的各对应停点间距离差异均显著, 摄食前大于摄食后; 其搜索速度, 摄食前显著大于摄食后。

摄食麦蚜前后摄食点到各停点间的直线距离差异均显著, 摄食前显著大于摄食后。

摄食麦蚜前后 0~15 s、0~30 s、0~45 s、0~60 s 的领域范围搜索面积, 弱光照下摄食前依次是摄食后的 3.87 倍、5.05 倍、7.54 倍和 2.78 倍; 强光照下摄食前依次是摄食后的 16.56 倍、6.02 倍、3.84 倍和 4.63 倍。摄食前是广域型搜索, 摄食后一段时间是地域集中型搜索。

关键词: 异色瓢虫若虫, 摄食, 领域范围搜索。

限域搜索;

AREA-RESTRICTED SEARCHING BEHAVIOR
OF NYMPHA OF *HARMONIA AXYRIDIS*

Zou Yunding Meng Qinglei Geng Jiguang Chen Gaochao Wang Gongming

(Anhui Agricultural University, Hefei, 230036)

Abstract The area-restricted searching behavior of nymphs of *Harmonia axyridis* in response to two light intensities (intensive: 3680~4620 lx, weak: 130~220 lx) was studied using Nakamuta's method. The total curvilinear angle of searching trail of the nymphs in 15 seconds after feeding was significantly larger than that in 15 seconds, 15~30 seconds, 30~45 seconds before feeding was significantly longer than that between stops in 0~15 seconds, 15~30 seconds and 30~45 seconds after feeding, respectively. The food-searching speed of the nymphs before feeding was higher than that of the nymphs after feeding. The total rectilinear distance from food to stops before feeding were significantly longer than those after feeding. The area-restricted searching areas of nymphs in 0~15 seconds, 0~30 seconds, 0~45 seconds and 0~60 seconds before feeding were 3.87, 5.05, 7.54 and 2.78 times of that of nymphs after

* 安徽省教委基金项目。

** 现工作单位为安徽省植保总站, 本文承蒙吴凤安博士大力支持, 特致谢忱。

收稿日期: 1995-07-25, 修改稿收到时间: 1996-01-31。

feeding, respectively under weak light while under strong light the areas searched in 0~15 seconds, 0~30 seconds, 0~45 seconds and 0~60 seconds before feeding were 16.56, 6.02, 3.84, and 4.63 times of that of nympha became intensive after feeding.

Key words: Nymph, area-restricted searching, *Harmonia axyridis*.

捕食性天敌为搜索害虫的复杂行为是与害虫在长期协同进化过程中逐渐形成的, 以此提高搜索效率。二星瓢虫(*Addia bipunctata*)幼虫摄食低龄若蚜前后的搜索行为, 捕食前搜索行为轨迹是松散的曲线, 摄食后的一段时间内搜索轨迹是左右零碎地来回曲折的复杂曲线^[1]。Tinbergen 等^[2]把搜索前面立刻发现的食物场所的搜索称为领域范围搜索(area-restricted searching)。根据这种搜索方式, 发现最初的食物时, 这种场所内的食物被捕食的机会就增加了。领域范围搜索使捕食量增加的观点在 Tiberger 等和 croze^[3]的研究中得到证实。异色瓢虫(*Harmonia axyridis*)是蚜虫的重要天敌, 其若虫的虫期长达半个月之久, 且多出现在蚜虫盛发期, 对蚜虫是否采用领域范围搜索, 是异色瓢虫若虫控制蚜虫作用大小的重要理论依据, 也是 IPM 中天敌优势种评定、合理利用和保护的实践问题, 为了摸清上述问题, 特开展本研究。

1 材料与方法

供试的异色瓢虫高龄若虫和麦二叉蚜(*Schizaphis graminum*)(简称异色瓢虫和麦蚜, 下同)均采自安徽农业大学教学试验农场麦田, 异色瓢虫采回后禁食 48 h 作供试天敌用。试验在强光照(3860~4620 lx)和弱光照(130~220 lx)两种条件下进行, 室内温度为 18~27℃。本研究在 Nakamuta^[4]设计的装置进行, 每次把 1 头高龄若蚜放置在该装置中央。

1.1 摄食麦蚜前后搜索行为轨迹的弯曲角度变化 将供试的异色瓢虫放入 Nakamuta 装置一侧, 观察其摄食麦蚜前后搜索行为轨迹弯曲角度变化, 每 15 s 为一停点, 用秒表计时并按搜索前进方向把搜索轨迹绘图, 均重复 11 次。

1.2 摄食麦蚜前后的搜索速度变化和搜索范围变化 将供试的异色瓢虫放入 Nakamuta 装置中一侧, 观察其摄食麦蚜前后搜索行为, 每 15 s 取一停点, 用秒表计时均重复 11 次。经计算求得各停点间的直线距离和摄食点到各停点间的直线距离, 计算分析摄食前后搜索速度变化、搜索距离变化和搜索领域范围变化。

2 结果与分析

2.1 异色瓢虫摄食麦蚜前后的搜索行为轨迹弯曲角度变化

摄食麦蚜前后搜索行为轨迹如图 1 所示, 摄食麦蚜前后搜索轨迹表现出不同的弯曲程度。将异色瓢虫在两种光照条件下摄食麦蚜前后搜索行为轨迹大于 5 度以上角度变化情况列于表 1, 为了比较摄食麦蚜前后弯曲角度总和之间的差异, 先对弱光照条件下摄食前后对应的 0~15 s、0~30 s、0~45 s、0~60 s 弯曲角度总和和差异进行 *t* 检验, *t* 值依次为 2.6823、0.6016、1.0979、1.2328, 查 *t* 表, *df*=20 时, $t_{0.05}=2.09$, 摄食前后 0~15 s 搜索轨迹弯曲角度总和差异显著, 且摄食后是摄食前的 2.17 倍, 其余不显著。说明弱光照下摄食后 0~15 s 期间异色瓢虫的搜索活动作频繁的方向变换, 以此提高搜索效率。

对强光照下异色瓢虫摄食前后之间对应的 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 期间搜索轨迹的弯曲角度总和间进行 *t* 检验, *t* 值依次是 2.7766、3.7897、1.6800 和 0.2855,

可看出摄食前后 0~15 s、15~30 s 期间弯曲角度总和间差异显著, 其余差异不显著, 说明异色瓢虫在强光照下摄食后 0~30 s 期间搜索活动作频繁的方向变换, 藉此提高搜索效率。

为了比较强、弱光照对异色瓢虫搜索行为的影响, 先对两种光照下摄食麦蚜后对应的 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 期间搜索轨迹的弯曲角度总和进行 t 检验, t 值依次为 0.8522、0.3783、0.2085 和 0.8961, $df=20$ 时 $t_{0.05}=2.09$, 可看出 t 值均小于 $t_{0.05}$, 表明光照对异色瓢虫搜索行为影响作用不明显。对两种光照下摄食前对应的 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 期间作广域型搜索的搜索轨迹的弯曲角度总和进行 t 检验, t 值依次为 0.3675、2.0700、0.2821 和 0.0649, t 值也均小于 $t_{0.05}$, 进一步说明光照对摄食前后搜索行为的影响作用均不显著。

表 1 摄食麦蚜前后搜索轨迹弯曲的角度总和(不分左右, 度)

Table 1 The total curvilinear angle in the food-searching trail of nymphs of *Harmonia axyridis*

时间 Time(s)	弱光照 (Weak light)			强光照 (Intensieve light)		
	捕食前 before feed	捕食后 after feed	t	捕食前 before feed	捕食后 after feed	t
0~15	172.73±36.77	374.54±65.54	2.6823*	194.54±46.49	472.73±89.35	2.7766*
15~30	218.18±31.33	261.80±65.30	0.6016	130.00±28.80	289.09±30.49	3.7897*
30~45	184.54±31.23	261.82±63.00	1.0979	167.27±53.37	277.27±38.72	1.6000
45~60	188.75±34.89	276.00±50.04	1.2328	193.33±41.15	214.00±40.68	0.2855

2.2 两种光照下异色瓢虫摄食麦蚜前后搜索距离、搜索速度、搜索角度和搜索领域范围的变化:

将两种光照条件下异色瓢虫摄食麦蚜前后各停点间的直径距离分别列于表 2 和表 3, 为了比较摄食前后各对应停点直径距离间的差异, 将 t 检验结果列于表 4, 可看出弱光照下摄食前后各对应停点直径距离的 t 值均大于 $t_{0.05}$, 从表 3 可看出摄食前显著大于摄食后, 说明摄食麦蚜前的搜索行为是广域型搜索行为。强光照下摄食前后的 0~60 s 间是地域集中型搜索行为。强光照下摄食前后除对应的第 3 停点到第 4 停点距离差异不显著外, 其余均显著, 说明强光照下 0~45 s 间摄食后是地域集中型搜索。两种光照下表现了相近的趋势。

为了比较两种光照下摄食前后平均搜索速度和平均搜索角度变化, 将结果列于表 5, 可看出摄食前 0~15 s 的搜索速度是摄食后 0~15 s 的 1.47 倍, 而平均弯曲角度后者是前

表 2 各停点间平均距离

Table 2 The average distance between stops for nymphs of *Harmonia axyridis*

光照 Light	时间 Time	平均距离 Average distance between stops (cm)			
		摄食点至第一停点 Food to stop 1	第一至第二停点 stop 1 to stop 2	第二至第三停点 stop 2 to stop 3	第三至第四停点 stop 3 to stop 4
弱 Weak	摄食前 Before feeding	3.05	4.72	5.85	5.40
	摄食后 After feeding	1.55	2.10	2.14	3.24
强 Intensieve	摄食前 Before feeding	7.57	6.39	8.01	6.06
	摄食后 After feeding	1.86	2.87	2.67	3.47

表 3 摄食点至各停点间的距离

Table 3 The average distance between food and stops for nymphs of *Harmonia axyridis*

光照 Light	时间 Time	平均距离 Average distance between stops (cm)			
		摄食点至第一停点 food to stop 1	摄食点至第二停点 food to stop 2	摄食点至第三停点 food to stop 3	摄食点至第四停点 food to stop 4
弱 (130~ 220 lx)	摄食前 Before feeding	3.05	4.94	6.37	7.47
	摄食后 After feeding	1.55	1.65	2.96	4.09
强 (3680 ~4620 lx)	摄食前 Before feeding	7.57	8.05	7.21	6.92
	摄食后 After feeding	1.86	3.28	3.68	3.21

表 4 摄食前后各对应停点间距离 t 检验的 t 值Table 4 T test on the difference of distance between stops for nymphs of *Harmonia axyridis* in two light intensities

光照 Light	摄食点至摄食 前后第一停点 Food to 1st stop before/after feed	摄食前后第一停点 至第二停点 1st stop to 2nd stop before/after feed	摄食前后第二停点 至第三停点 2nd stop to 3rd stop before/after feed	摄食前后第三停点 至第四停点 3rd stop to 4th stop before/after feed
强 Intense (3680~4620 lx)	5.7134***	3.1019**	3.6049**	1.7346**
弱 Weak (130~220 lx)	2.7614**	3.5593**	3.9517**	2.4170*

注: $df=20$, $t_{0.05}=2.09$, $t_{0.01}=2.53$, $t_{0.001}=2.85$

者的 2.17 倍, 摄食前 15~30 s、30~45 s、45~60 s 搜索速度依次是摄食后的 2.25 倍、2.73 倍和 1.67 倍, 同时也可看出摄食前各时间段搜索速度变化不大, 而摄食后随着时间推移搜索速度逐渐加快。摄食后 15~30 s、30~45 s、45~60 s 的平均弯曲角度依次是摄食前的 1.20 倍、1.42 倍和 1.46, 从表 5 也看出强光照下表现出和弱光照下同样的趋势, 搜索速度摄食前 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 期间依次是摄食后的 4.07 倍、2.23 倍、3.0 倍和 1.75 倍, 而平均弯曲角度是摄食后 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 依次是摄食前的 2.43 倍、2.22 倍、1.66 倍和 1.1 倍, 摄食前平均弯曲角度变化不大, 摄食后随着时间推移平均弯曲角度越来越小。

为了研究两种光照下异色瓢虫摄食麦蚜前后的领域范围搜索, 先对表 3 中从摄食点到各停点直径距离差异进行分析, 结果列于表 6, 可看出两种光照条件下摄食前后对应的摄食点到各停点直径距离间的 t 值均大于 $t_{0.05}$, 差异均显著, 从表 3 也看出摄食前的搜索距离显著大于摄食后。为分析异色瓢虫的领域范围搜索行为, 以摄食点为圆心, 以摄食点到各停点直径距离为半径 (R), 计算出搜索的领域范围, (如表 7), 弱光照下搜索的领域范围摄食前 0~15 s 是摄食后的 3.87 倍, 摄食前 15~30 s、30~45 s、45~60 s 依次是摄食后的 5.05 倍、7.47 倍和 2.78 倍; 强光照下摄食前依次是依次是摄食后的 16.56 倍、6.02 倍、

表 5 摄食前后平均搜索速度和平均弯曲角度变化

Table 5 Searching speed and average curvilinear angle in the food-searching trail of nympha of *Harmonia axyridis*

光照 Light	时间 Time	摄食点至第一停点 Food to stop 1		第一至第二停点 stop 1 to stop 2		第二至第三停点 stop 2 to stop 3		第三至第四停点 stop 3 to stop 4	
		A	B	A	B	A	B	A	B
弱 Weak (130~220 lx)	摄食前 Before feeding	0.2033	11.5153	0.3147	14.5453	0.3900	12.3027	0.3600	12.5833
	摄食后 After feeding	0.1033	24.9693	0.1400	17.4533	0.1427	17.4546	0.2160	18.4000
强 Intensive (3680~4620 lx)	摄食前 Before feeding	0.5047	12.9693	0.4620	8.6667	0.5340	11.1513	0.4040	12.8887
	摄食后 After feeding	0.1240	31.5153	0.1913	19.2727	0.1780	18.4847	0.2313	14.2667

A: 平均速度 searching speed(cm/s)

B: 平均弯曲角度 average curvilinear angle(°/s)

表 6 摄食点到摄食前后各对应停点距离的 *t* 检验的 *t* 值Table 6 *T* test on the difference of linear distances from food to different stops for nympha of *Harmonia Axyridis* in two light intensities

光照 Light		摄食点至摄食 前后第一停点 Food to 1st stop before/after feed	摄食点至摄食前后 第二停点 food stop to 2nd stop before/after feed	摄食点至摄食前后 第三停点 food stop to 3rd stop before/after feed	摄食点至摄食前后 第四停点 food stop to 4rd stop before/after feed
强 Intensive (3680~4620 lx)		5.7134**	4.1453**	3.8638**	2.7845**
弱 Weak (130~220 lx)		2.7614*	4.2388**	2.9360**	3.6498**

注: $df=20$, $t_{0.05}=2.09$, $t_{0.01}=2.53$, $t_{0.001}=2.85$

表 7 两种光照下摄食前后的领域范围变化

Table 7 The searching area changes of *Harmonia axyridis* before and after feeding under two light intensities

光照 Light	时间 Time	搜索的领域范围 Searching area(cm ²)			
		摄食点至第一停点 Food to stop 1	摄食点至第二停点 Food to stop 2	摄食点至第三停点 Food to stop 3	摄食点至第四停点 Food to stop 4
弱(130~ 220 lx) (weak)	摄食前 Before feeding	29.2247	76.6662	127.4761	175.3036
	摄食后 After feeding	7.5477	8.5530	27.5254	52.5529
强(3680~ 4620 lx) (intensive)	摄食前 Before feeding	180.0287	203.7985	163.3129	150.4396
	摄食后 After feeding	10.8687	33.7985	42.5447	32.3713

3.84 倍和 4.63 倍; 由此可以看出摄食后的异色瓢虫由于食物刺激, 其搜索范围是以被食

的食物位点为中心进行搜索, 同时也可看出, 摄食后的搜索范围随着时间的推移越来越大; 摄食前的搜索范围相对比较稳定, 这种领域范围搜索行为是提高搜索效率的重要行为, 这是异色瓢虫与蚜虫长期协同进化过程中逐渐形成的。

3 小结

3.1 两种光照下摄食麦蚜前后 0~15 s 搜索行为轨迹弯曲角度总和之间差异均显著, 摄食后大于摄食前, 摄食后搜索活动频繁地作方向变换, 以此提高搜索效率。

3.2 两种光照条件下摄食麦蚜前后 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 内各对应停点的距离差异均显著, 摄食前大于摄食后。

3.3 两种光照下摄食前后 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 期间的搜索速度, 摄食前均显著大于摄食后, 摄食前搜索速度相对稳定, 摄食后搜索速度随着时间推移逐渐变快。

3.4 两种光照下摄食麦蚜前后的摄食点到各停点距离间差异均显著, 摄食前显著大于摄食后。

3.5 两种光照下摄食麦蚜前后 0~15 s、15~30 s、30~45 s、45~60 s 的领域范围搜索面积, 弱光照下摄食前依次是摄食后的 3.87、5.05 倍、7.54 倍和 2.78 倍; 强光照下摄食前依次是摄食后的 16.56 倍、6.02 倍、3.84 倍和 4.63 倍, 摄食前是广域型搜索, 摄食后一段时间内是地域集中型搜索, 以此提高搜索效率, 随着时间的推移搜索面积逐渐变大。上述结论与龟纹瓢虫的领域范围搜索行为是相同的^[5~7], 其机理尚需作进一步研究。

参 考 文 献

- 1 Banks C J. The behavior of individual coccinellid larvae on plants. *Br. J. Anim. Behav.* 1957, 5: 12~24
- 2 Tinbergen N, Impenkoven M, Frank D. An experiment on spacing-out as a defence against predation. *Behaviour* 1967, 28: 307~321
- 3 Croze H. Searching image in Carrion Crows. Hunting strategy in a predator and some anti-predator device in camouflaged prey. *Z. Tierpsychol. Beiheft.* 1970, 5: 85
- 4 Nakamura K. Switchover in searching behavior of ladybeetle *Coccinella* L (Coleoptera: Coccinellidae) cause by prey consumption. *Appl. Ent. Zool.* 1982, 17: 501~506
- 5 邹运鼎. 动物采饵的行为生态学研究进展. *生态学进展*, 1989, 6(2): 90~95
- 6 邹运鼎等. 龟纹瓢虫成虫的食饵搜索行为. *生态学报*, 1988, 8(4): 336~341
- 7 邹运鼎等. 龟纹瓢虫幼虫的食物搜索行为. *昆虫学报*, 1991, 34(4): 391~398