

113-117 饥饿对七星瓢虫捕食作用的影响 * 5476.2

邹运鼎 陈高潮 孟庆雷 王公明 耿继光 * *

(安徽农业大学 合肥 230036)

摘要 通过不同饥饿程度七星瓢虫雌、雄成虫对麦二叉蚜捕食作用的研究,得出:

- ①饥饿不能改变七星瓢虫雌、雄成虫捕食作用的功能反应类型;
- ②七星瓢虫雌、雄成虫间在各种饥饿条件下的捕食量差异均不显著;
- ③七星瓢虫雌、雄成虫对麦二叉蚜的捕食量(Na)随着时间(t)的变化,其模型分别是 $Na = 90 / (1 + e^{0.94534 - 0.15745t})$ 和 $Na = 90 / (1 + e^{0.87285 - 0.12985t})$;
- ④七星瓢虫雌、雄成虫之间在24h内的捕食速度(V)差异不显著,其与时间段(x)关系的模型分别为 $V = 8.3559x^{-1.2460}$ 和 $V = 4.3487x^{-0.5964}$ 。

关键词 饥饿,七星瓢虫雌雄成虫,捕食作用。A STUDY ON PREDATION OF *Coccinella septempunctata*
ON DIFFERENT RANGES OF STARVATIONZOU Yun-Ding CHEN Gao-Chao MENG Qing-Lei WANG Gong-Ming
GENG Ji-Guang

(Anhui Agricultural University, Hefei, 230036, China)

Abstract *Coccinella septempunctata* adults on various ranges of starvation preying on *Schizaphis graminum* was studied. The results was as follows:

- (1) The functional reactive types of *C. septempunctata* adults on various range of starvation had no difference;
- (2) The predacious number of *C. septempunctata* adults on *S. graminum* had no difference in various starving conditions;
- (3) The predacious number (Na) of *C. septempunctata* adults on *S. graminum* had a variation with time (t) as shown in the models; $Na = 90 / (1 + e^{0.94534 - 0.15745t})$ and $Na = 90 / (1 + e^{0.87285 - 0.12985t})$ respectively;
- (4) The predacious rate (V) of *C. septempunctata* adults on *S. graminum* had no significance difference in 24 hours, the models on the relationship between predacious number and time (x) shown as: $V = 8.3559x^{-1.2460}$ and $V = 4.3487x^{-0.5964}$, respectively.

Key words starvation, *Coccinella septempunctata*, predation.

* 安徽省自然科学基金项目和省教委基金项目。

* * 工作单位为安徽省植保总站。

收稿日期:1996-12-04,修改稿收到日期:1997-04-18。

害虫与其天敌之间的相互制约、相互依存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^[2],因此各种天敌对害虫的捕食作用不同,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(*Propylaea japonica*)成幼虫、异色瓢虫(*Leis axyridis(pallas)*)成幼虫、七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*)成、幼虫对蚜虫的捕食作用均有报道^[3~6],这些都为综合分析天敌作用、保护环境、减少农药污染、保护和利用天敌提供了科学依据。上述报道都是天敌饱食之后禁食24h捕食蚜虫的结果。至于不同饥饿程度对捕食量、捕食速度、功能反应类型影响如何未见报道,它涉及到天敌对害虫控制作用的评价,为了摸清饥饿程度对七星瓢虫捕食作用、捕食速度等的影响,科学评价天敌对害虫的控制作用,合理利用天敌,特开展本研究。

1 材料与方法

1.1 供试虫源 七星瓢虫雌、雄成虫和麦二叉蚜(*Schizaphis graminum*)均采自安徽农业大学教学试验农场。将采回的七星瓢虫雌、雄成虫先使之饱食,后分别禁食18h、24h、48h及不禁食处理,作供试天敌之用。

1.2 试验容器 容积为100cm³的培养皿。

1.3 试验方法

1.3.1 不同饥饿程度七星瓢虫雌、雄成虫的功能反应 在盛有麦二叉蚜高龄若蚜密度分别为50、60、70、80、90头的培养皿各放入1头供试天敌,24h后观察记载培养皿中剩下的和自然死亡的蚜虫头数,重复6次。

1.3.2 捕食速度 在盛有90头麦二叉蚜的培养皿中,分别放上1头禁食48h的天敌,在试验开始的第6h、第10h、第15h、第18h、第24h观察记载培养皿中剩下的和自然死亡的蚜虫数,重复6次。

2 结果与分析

2.1 供试天敌捕食麦二叉蚜的功能反应

2.1.1 饥饿18h七星瓢虫雄成虫捕食麦蚜的功能反应 由表1可看出该研究结果符合Holling^[9]提出的3种基本曲线类型中Ⅰ型反应,1/N与1/Na之间相关系数 r 为0.9373, $df=3$ 时 $r_{0.05}=0.878$, $r>r_{0.05}$,表明两者相关。根据Holling的圆盘方程 $Na=aNT/1+aThN$ 建立功能反应模型,经计算得出 $Na=0.9787N/1+0.0021N$ 。其中处理时间 Th 为0.0021,发现域 a 为0.9787。为检验模型的精度,将 $N=50、60、70、80、90$ 代入,进行 X^2 检验, $X^2=0.5959$, $df=3$ 时 $X_{0.05}^2=7.81$, $X^2<X_{0.05}^2$,表明理论值与实测值完全吻合。

表1 七星瓢虫雄成虫对麦二叉蚜的捕食作用结果(头/天敌)

Table 1 Predation of *Coccinella septempunctata* (♂) on *Schizaphis graminum* (head/predator)

重 复 Replication	蚜虫密度 Aphid density					标准差 S
	50	60	70	80	90	
1	48	55	70	80	89	$S_{50}=2.07$
2	49	48	64	75	73	$S_{60}=3.88$
3	47	44	60	71	71	$S_{70}=9.33$
4	44	47	56	57	69	$S_{80}=9.35$
5	44	45	64	64	84	$S_{90}=7.91$
6	47	47	58	58	75	
$\bar{x}$	46.5	47.67	60.67	67.5	76.83	

2.1.2 饥饿18h的七星瓢虫雌成虫捕食麦蚜的功能反应 由表2可看出该研究结果符合HollingⅠ型反应,1/N与1/Na之间相关系数 r 为0.9883, $r>r_{0.01}(0.959)$,表明两者极相关,求得功能反应模型 $Na=1.1125N/1+0.00456N$ 。其中处置时间 Th 为0.0041,发现域为1.1125。对模型精度进行 X^2 检,将 $N=50、60、70、80、90$ 代入 $X^2=0.2453$, $X^2<X_{0.05}^2$,表明理论值与实测值完全吻合。

2.1.3 饥饿48h的七星瓢虫雄成虫捕食麦蚜作用的功能反应 由表3可看出该研究结果符合HollingⅠ型反应,1/N与1/Na两者的相关系数 r 为0.8975, $r>r_{0.05}$,两者相关,求得功能反应模型 $Na=1.0916N/1+0.00502N$ 。其中处置时间 Th 为0.0046,发现域为1.0916。为检验模型精度 N 值,代入后求得 X^2 值为2.8857, $X^2<X_{0.05}^2$,表明理论值与实测值完全吻合。

表2 七星瓢虫雌成虫对麦二叉蚜的捕食作用结果(头/天敌)

Table 2 Predation of *Coccinella septempunctata* (♀) on *Schizaphis graminum* (head/predator)

重 复 Replication	蚜虫密度 Aphid density					标准差 S
	50	60	70	80	90	
1	46	56	68	72	85	$S_{50}=7.42$
2	49	55	70	30	52	$S_{60}=5.3$
3	48	55	52	79	49	
4	45	47	66	60	66	$S_{70}=7.39$
5	50	58	55	79	77	$S_{80}=18.73$
6	30	45	59	73	83	$S_{90}=15.58$
$\bar{x}$	44.67	52.67	61.67	65.50	68.66	

表3 七星瓢虫雄成虫对麦二叉蚜的捕食作用结果(头/天敌)

Table 3 Predation of *Coccinella septempunctata* (♂) on *Schizaphis graminum* (head/predator)

重 复 Replication	蚜虫密度 Aphid density					标准差 S
	50	60	70	80	90	
1	43	58	62	60	84	$S_{50}=11.53$
2	50	57	47	59	74	$S_{60}=11.76$
3	49	29	56	51	83	$S_{70}=7.53$
4	45	43	54	56	86	$S_{80}=4.63$
5	40	43	42	54	80	$S_{90}=6.25$
6	49	58	59	64	70	
$\bar{x}$	46.00	48.00	53.33	57.33	79.50	

2.1.4 不同饥饿的七星瓢虫捕食作用功能反应模型 为了节省篇幅,不再分别叙述,现把饥饿48h的雌成虫,饥饿24h的雌、雄成虫以及未饥饿的雌、雄成虫捕食作用的功能反应模型列于表4。

表4 功能反应模型

Table 4 Functional reactive type

处理 Treatment	功能反应模型 Functional reactive type	Th	a	拟合度 Fitness
饥饿48h的雌成虫 Starving female adult for 48h	$Na=1.0079N/1+0.00228N$	0.0023	1.0079	好 good
饥饿24h的雄成虫 Starving male adult for 24h	$Na=1.2743N/1+0.00827N$	0.00649	1.2743	好 good
饥饿24h的雌成虫 Starving female adult for 24h	$Na=1.1237N/1+0.00481N$	0.00429	1.1237	好 good
未饥饿的雄成虫 Unstarving male adult	$Na=0.9698N/1+0.00267N$	0.00275	0.9698	好 good
未饥饿的雌成虫 Unstarving female adult	$Na=0.8598N/1+0.0012N$	0.00140	0.8598	好 good

由表1~表4看出饥饿0~48h的雌雄成虫捕食麦二叉蚜的功能反应模型均为Holling I型,即饥饿不能改变捕食作用功能反应的类型。

2.2 不同饥饿时间七星瓢虫雌雄成虫捕食量的差异

为了比较饥饿对捕食量的影响,对N为50、70、90头/皿条件下的捕食量进行方差分析,七星瓢虫雄成

虫未饥饿和饥饿18h、24h、48h的在 $N=50$ 条件下的捕食量间的 F 值为1.2538。在 $N=70$ 条件下的不同饥饿时间捕食量间方差,分析 F 值为0.6290。 $N=90$ 条件下的不同饥饿时间捕食量间方差分析 F 值为0.6209。查 F 表, $F_{0.05}(3,20)=3.10$,求得的 F 值均小于 $F_{0.05}$,表明不同饥饿情况下的捕食量间差异均不显著,说明在上述情况下,饥饿程度对七星瓢虫雄成虫1天中的捕食量影响不明显。

七星瓢虫雌成虫在 $N=50$ 条件下不同饥饿时间捕食量间方差分析 F 值为0.6667。 $N=70$ 条件下不同饥饿时间捕食量间方差分析的 F 值为1.0842。 $N=90$ 条件下不同饥饿时间捕食量间方差分析的 F 值为0.5669。 $F_{0.05}(3,20)=3.10$,3种条件下的 F 值均小于3.10,表明不同饥饿情况下捕食量间差异均不显著,即饥饿对七星瓢虫雌成虫1天中的捕食量影响不明显。

从七星瓢虫雌雄成虫上述结果可看出,在上述情况下,饥饿对七星瓢虫成虫1天中的捕食量影响不明显。

同时也看出饥饿不能改变功能反应的类型。

2.3 七星瓢虫雌雄成虫在24h内对麦二叉蚜的捕食量变化

将捕食的结果列于表5,经计算七星瓢虫雌成虫对麦二叉蚜的捕食量变化模型为 $Na=90/(1+e^{0.94634-0.1574t})$,七星瓢虫雄成虫对麦二叉蚜捕食量的变化模型为 $Na=90/(1+e^{0.87285-0.12985t})$,式中 Na 为开始至第 t h对麦二叉蚜的捕食量的累计值, t 为第 t h。

表5 七星瓢虫成虫24h内对麦二叉蚜的捕食量变化

Table 5 The predacious number of *Coccinella septempunctata* adults on *Schizaphis graminum* in 24 hours

时间(h) Time	雌成虫 Female adult		雄成虫 Male adult		备注 Note
	Na	$\ln(k-Na)/Na$	Na	$\ln(k-Na)/Na$	
6	43.50	0.0667	40.33	0.2083	k 为90
10	56.67	-0.5308	53.50	-0.3824	
15	74.83	-1.5959	69.33	-1.2102	
18	79.67	-2.0428	76.17	-1.7061	
24	84.12	-2.6607	79.50	-2.0244	

为了分析七星瓢虫成虫24h内在各时间段的平均捕食速度变化,先将累计捕食量列于表6。

表6 七星瓢虫成虫对麦二叉蚜的捕食量

Table 6 The predacious number of *Coccinella septempunctata* on *Schizaphis graminum*

时间(h) Time	雌成虫 Female adult							雄成虫 Male adult						
	Na							Na						
0~6	44	47	40	42	34	54	43.5	36	46	26	48	40	46	40.33
0~10	60	34	50	80	59	57	56.67	48	46	56	44	68	59	53.50
0~15	70	77	87	72	82	61	74.83	68	72	62	76	68	70	69.33
0~18	83	74	84	89	86	74	79.67	78	75	69	81	72	82	76.17
0~24	89	86	78	90	84	78	84.12	84	74	83	86	80	70	79.50

为了分析七星瓢虫成虫在24h内各时间段对麦二叉蚜捕食速度的差异,将各时间段的捕食量及捕食速度列于表7。

由表7可看出雌雄成虫在第0~6h平均捕食速度最大,第6~10h及10~15h的捕食速度只有第1时间段的一半,第15~18h捕食速度显著减少,而在第18~24h捕食速度小于1头/h。对雌雄成虫间捕食速度进行 t 检验, $t=0.0678$,查 t 表, $df=8$ 时 $t_{0.05}=2.31$, $t<t_{0.05}$ 表明雌、雄成虫捕食速度之间差异不显著;雌、雄成虫对麦二叉蚜的捕食作用主要集中在第0~6h时间段。

表7 七星瓢虫成虫在各时间段的捕食速度(V)(头/h)

Table 7 The predacious rate of *Coccinella septempunctata* on *Schizaphis graminum* in 24 hours(head/h)

时间(h) Time	雌成虫 Female adult									雄成虫 Male adult								
	Na									Na								
0~6	44	47	40	42	34	54	43.5	2.72	7.25	36	46	26	48	40	46	40.33	3.36	6.72
6~10	15	13	10	15	0	26	13.17	3.40	3.29	10	10	18	20	8	13	13.17	1.95	3.29
10~15	22	27	20	7	18	15	18.17	2.74	3.63	20	22	14	18	8	13	15.83	2.08	3.17
15~18	4	7	2	11	1	4	4.83	1.47	1.61	7	9	7	6	4	8	6.83	0.69	2.28
18~24	1	16	2	1	3	4	4.50	2.32	0.75	5	5	3	1	2	4	3.33	0.66	0.56

若将5个时间段 x 分别以1,2,3,4,5表示,经计算七星瓢虫雌成虫捕食速度曲线的数学模型为 $V = 8.3559x^{-1.2460}$,雄成虫捕食速度曲线的数学模型为 $V = 4.3487x^{-0.5964}$ 。

两个模型反映一个共同趋势,即饥饿后的七星瓢虫雌雄成虫有旺盛的食欲,捕食速度很大,在第6h后,捕食速度逐渐变慢,直到最后捕食速度小于1头/h。

3 小 结

- (1)饥饿不能改变七星瓢虫雌、雄成虫捕食作用的功能反应类型;
- (2)七星瓢虫雌、雄成虫间在各种饥饿条件下的捕食量差异均不显著;
- (3)七星瓢虫雌、雄成虫对麦二叉蚜的捕食量(N_a)随着时间(t)的变化其模型分别是 $N_a = 90/(1 + e^{0.94534 - 0.1574t})$ 和 $N_a = 90/(1 + e^{0.8728t - 0.12985t})$;
- (4)七星瓢虫雌、雄成虫之间24h内捕食速度(V)差异不显著,其与时间段(x)间关系的模型分别为 $V = 8.3559x^{-1.2460}$ 和 $V = 4.3487x^{-0.5964}$ 。

参 考 文 献

- 1 梅特卡夫·勒克曼,害虫管理引论(中译本).北京:科学出版社,1975.1~83
- 2 周集申,陈常铭.拟环纹狼蛛对褐飞虱的捕食作用及其模拟模型研究.生态学报,1987,7(3):228~237
- 3 邹运鼎,王弘法,巫后长,等.龟纹瓢虫成虫对棉蚜的捕食作用.生物数学学报,1986,1(1):64~69
- 4 邹运鼎,王弘法,陶前之,等.龟纹瓢虫幼虫对棉蚜的捕食作用.昆虫知识,1986,23(5):219~221
- 5 邹运鼎,方亦辛,邢建国,等.七星瓢虫对玉米蚜的捕食作用.安徽农业大学学报,1991,(增刊):41~45
- 6 邹运鼎,杨义和,李甲林,等.异色瓢虫对菜蚜的捕食作用.生物数学学报,1990,5(3):50~56
- 7 邹运鼎,季 近,孟庆雷,等.异色瓢虫成虫对麦二叉蚜的捕食作用.生物数学学报,1995,10(3):80~86
- 8 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.应用生态学报,1996,7(2):197~200
- 9 Holling C S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canada. Ent.*, 1959, 91, 385~398