

小十三星瓢虫对苜蓿斑蚜的捕食功能反应^{*}

张蓉^{1, 2**} 杨芳¹ 马建华²

(1. 宁夏大学农学院 银川 750021; 2. 宁夏农科院植物保护研究所 银川 750002)

The predatory functional response of *Adonia variegata* on *Therioaphis trifolii*. ZHANG Rong^{1, 2**}, YANG Fang¹, MA Jian-Hua² (1. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, 750021, China; 2. Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agriculture Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract The functional response of ladybird (*Adonia variegata* (Goeze)) preying on spotted aphid (*Therioaphis trifolii* (Monell)) was analyzed. The results showed that the functional response model belonged to Holling- II type: $N_a = 0.967N / (1 + 0.0095N)$. Relationship between amount of spotted aphid preyed by ladybird and spotted aphid density showed a negative-positive accelerative curve. The daily maximum number of spotted aphid preyed by a ladybird was 102 theoretically. At the range of 10~25°C, the relationship between predation ratio (y) and temperature (x) was $y = 3.4x - 7.9375$, and at 25~35°C, $y = 137.08 - 2.25x$. The predation ratio was the highest at 25°C reaching 79.4%. Under the intraspecific interference, the predation ratio (E) decreased with increase of natural enemy density (P), and the natural interference equation was $E = 0.6063 P^{-0.6743}$. The results also showed that the relative distance between ladybird and spotted aphid prolonged with the increase of alfalfa leaves and it would result in the decrease of predation ratio. This research will provide the scientific basis for controlling alfalfa spotted aphid by use of *Adonia variegata*.

Key words *Adonia variegata*, *Therioaphis trifolii*, predatory functional responses intraspecific interference

摘要 对小十三星瓢虫 *Adonia variegata* (Goeze) 捕食苜蓿斑蚜 *Therioaphis trifolii* (Monell) 的研究表明, 其功能反应为 Holling- II 型模型, 方程为 $N_a = 0.967N / (1 + 0.0095N)$, 捕食苜蓿斑蚜的数量随斑蚜密度增加而增大, 日最大捕食量为 102 头。在 10~25°C 下, 小十三星瓢虫捕食率 y 与温度 x 的关系为 $y = 3.4x - 7.9375$; 在 25~35°C 间的捕食率 y 与温度 x 的关系为 $y = 137.08 - 2.25x$ 。25°C 下小十三星瓢虫捕食率最高, 捕食率达 79.4%。在种内干扰条件下, 其捕食作用率 E 随天敌密度 P 的增加而减少, 干扰反应数学模型为 $E = 0.6063 P^{-0.6743}$ 。随着叶片数的增多, 小十三星瓢虫和斑蚜之间的距离相对增大, 造成捕食率的下降。

关键词 小十三星瓢虫, 苜蓿斑蚜, 捕食功能反应, 种内干扰

近年来随着苜蓿种植面积剧增和大规模连片种植, 宁夏特别是南部山区苜蓿斑蚜 *Therioaphis trifolii* (Monell) 的发生和危害呈逐年上升趋势, 目前已成为危害苜蓿的重要害虫之一^[1]。苜蓿害虫天敌资源非常丰富, 其中小十三星瓢虫 *Adonia variegata* (Goeze) 是苜蓿斑蚜的天敌优势种^[2], 占到苜蓿斑蚜天敌瓢虫种群的 81%, 在其发生高峰期时十复网虫量高达 58 头, 对控制苜蓿斑蚜具有较强的自然控制作用。有关小十三星瓢虫对苜蓿斑蚜的捕食作用研究, 目前国内外尚未见报道^[3~5]。本研究通过研究小十三星瓢虫对苜蓿斑蚜的捕食功能反应, 生境大小、温度对其捕食功能的影响以及天敌不同密度的干扰反应等系列试验^[6~8], 为正确评价天敌的控制作用和充分利用保护天敌提

供科学依据。

1 材料和方法

1.1 供试虫源

供试虫源苜蓿斑蚜和小十三星瓢虫成虫均采自苜蓿田间。小十三星瓢虫捕回后在室内饥饿 24 h 进行试验; 苜蓿斑蚜连同植株一同带回室内, 挑取基本一致的高龄若蚜或成蚜进行试验。

1.2 对苜蓿斑蚜的捕食功能反应

试验在室内自然温度条件下进行(25°C左

*宁夏“十五”科技攻关重大项目(2002-Z01-06)。

**E-mail: zhangrong_rlx@yahoo.com.cn

收稿日期: 2006-04-18, 修回日期: 2006-06-13

右),在直径为 12cm 的培养皿放入新鲜苜蓿嫩叶,并用脱脂棉球保湿,接入苜蓿斑蚜,密度设置均为 20, 30, 50, 80, 100 和 120 头/皿,每一密度设 4 次重复,每皿引入小十三星瓢虫 1 头,24 h 后观察记载各培养皿中剩余的蚜量和自然死亡的蚜虫头数。测定天敌的日捕食量,并以自然死亡率校正,建立捕食功能反应模型。

1.3 不同温度对捕食功能的影响

在温度分别为 10, 15, 20, 25, 30 和 35 °C 的 HPG-280H 人工气候箱内(精度为 ±0.5 °C, L12·D12),分别放入内有 1 头小十三星瓢虫和苜蓿斑蚜 40 头的培养皿,设 4 次重复,24 h 后观察记载各培养皿中剩余的蚜量和自然死亡的蚜虫头数,分析天敌的捕食效能与温度条件的关系。

1.4 不同密度对捕食量的干扰效应

在室内自然温度条件下(25 °C 左右),小十三星瓢虫密度设为 1, 2, 3, 4, 5 头/皿,苜蓿斑蚜密度分别设计为 120 头/皿,4 次重复,24 h 后观察记载各培养皿中剩余的蚜量,分析天敌密度对捕食率的影响。

1.5 捕食作用对斑蚜分布的反应

在室内自然温度条件下(25 °C 左右),培养皿中放入 1, 2, 3, 4, 5 片复叶/皿,苜蓿斑蚜密度设 40 头/皿,小十三星瓢虫 1 头,4 次重复,24 h 后观察记载各培养皿中剩余的蚜量,测定天敌的日捕食量。

2 结果和分析

2.1 对苜蓿斑蚜的捕食功能反应

随着苜蓿斑蚜密度的增大,小十三星瓢虫的捕食量也逐渐增大(图 1),可以看出小十三星瓢虫捕食功能反应属于 Holling (1959) II 型反应^[9-11],可用 Holling-II 型圆盘方程式 $N_a = a' \cdot N \cdot T_h / (1 + a' \cdot T_h \cdot N)$ 来拟合。经拟合,小十三星瓢虫 $1/N$ 与 $1/N_a$ 之间相关系数 r 为 0.9820, $r > r_{0.01}$ (0.917),表明两者极相关,建立的小十三星瓢虫捕食功能反应模型为:

$$N_a = 0.967N / (1 + 0.0095N).$$

其中处置时间 T_h 为 0.0098,瞬时攻击率 a' 为

0.967,当斑蚜密度 $N \rightarrow \infty$ 时,小十三星瓢虫最大捕食量 N_{amax} 为 102 头。 χ^2 检验结果说明 Holling-II 型圆盘方程拟合非常精确,理论值和实测值吻合。

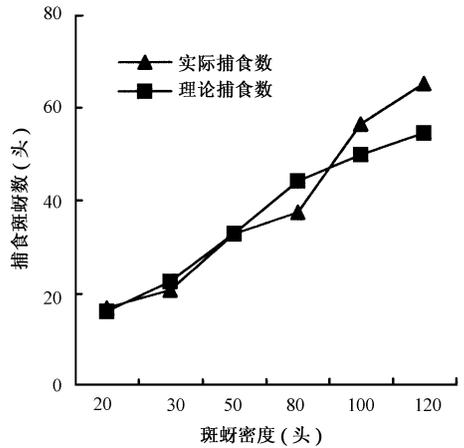


图 1 小十三星瓢虫对不同密度苜蓿斑蚜捕食作用

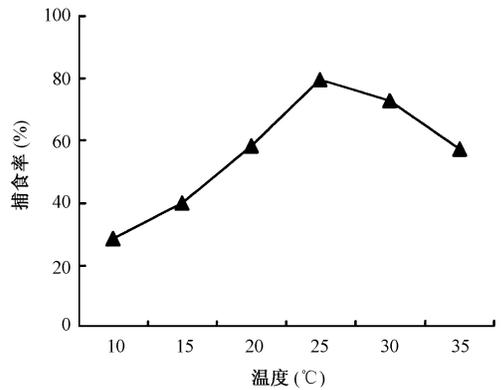


图 2 温度对小十三星瓢虫捕食作用的影响

2.2 不同温度对捕食功能的影响

由图 2 看出,在 10~25 °C 范围内,随着温度的升高,小十三星瓢虫捕食蚜虫头数增多,而在 25~35 °C 范围内趋势相反。10~25 °C 下小十三星瓢虫捕食率 y 与温度 x 的相关式为 $y = 3.4x - 7.9375$,相关系数 0.9912; 25~35 °C 下捕食率 y 与温度 x 的相关式为 $y = 137.08 - 2.25x$,相关系数 0.9757。结果表明,25 °C 下小十三星瓢虫捕食率最高,捕食率达 79.4%,即 25 °C 为捕食的最适温度。在南部山区 6 月下旬至 7 月中旬昼温在 20~28 °C 之间,正好也是小十三星瓢

虫的活动高峰期,对斑蚜的捕食效率最高。

2.3 不同密度对捕食量的干扰效应

由图 3 可知,在斑蚜密度不变时,随着小十三星瓢虫密度的增大,每头瓢虫的捕食率降低。所得数据可用 Hassell(1959)提出的方程进行拟合^[12]: $E = Q \cdot P^{-m}$ 。

经拟合,小十三星瓢虫的干扰反应数学模型为: $E = 0.6063 P^{-0.6743}$, $r = -0.9634$, 搜索常数 Q 为 0.6063, 干扰系数 m 为 0.6743。经 χ^2 检验, $\chi^2 = 0.0107$, $\chi^2 < \chi_{0.05}^2$, 说明该数学模型能够反映小十三星瓢虫自身密度对捕食苜蓿斑蚜的干扰情况。

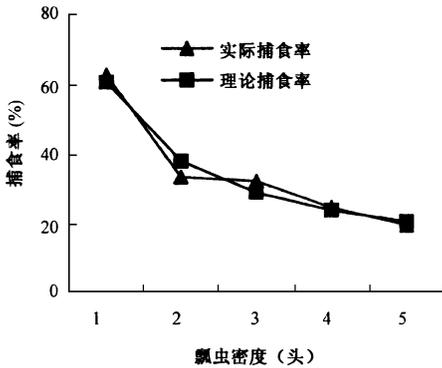


图 3 小十三星瓢虫不同密度对捕食量的干扰反应

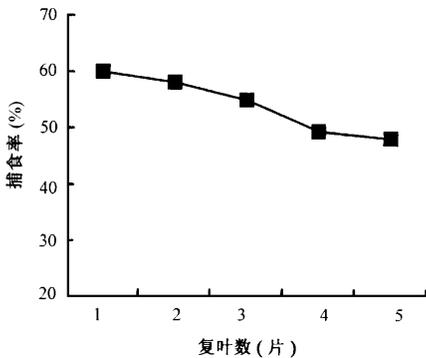


图 4 小十三星瓢虫在不同复叶数条件下的捕食作用

2.4 捕食作用对斑蚜分布的反应

由图 4 可见随着叶片数的增多,小十三星瓢虫捕食率逐渐下降。这是因为天敌的活动范围增大,天敌与斑蚜之间的距离相对增大,使得

天敌探测到猎物的机会减少,捕获难度增大,搜寻率下降,从而造成捕食率的下降。

3 结论

(1)天敌的功能发应受温度、空间及异质性等条件的影响较大,不同试验条件可能有一定的差异,在本试验条件下,小十三星瓢虫对苜蓿斑蚜的功能反应在一定范围内随着猎物的密度增加而增大,其捕食苜蓿斑蚜的数量与苜蓿斑蚜密度呈负加速曲线关系,符合 Holling- II 型功能发应模型^[9-11]。

(2)小十三星瓢虫一昼夜最大捕食苜蓿斑蚜的数量为 102 头,其控制苜蓿斑蚜的 a' / T_h 为 98.67,表明对苜蓿斑蚜的控制能力很强。小十三星瓢虫在田间种群密度大,发生时间长,具有很大的捕食潜力,是很有利用价值的一种重要的天敌资源,在苜蓿斑蚜的综合防治中应注意充分保护和利用。

(3)小十三星瓢虫对苜蓿斑蚜的捕食量随着自身密度的增加而减少,相互间存在干扰^[3-7]。

(4)本试验在室内特定条件下进行,猎物 and 被捕食者均处于一个简单的封闭系统内,其生存条件和自然条件存在很大差异,所以试验结果与实际情况下的捕食量有一定差异,但作为评价小十三星瓢虫对苜蓿斑蚜的控制作用仍具有重要的意义。

参 考 文 献

- 1 杨芳,张蓉,马建华. 四川草原, 2005 1: 23 ~ 24.
- 2 张蓉,马建华. 草业科学, 2003, 20(7): 60 ~ 62.
- 3 曹玉,赵惠燕. 陕西农业科学, 2003 5: 24 ~ 26.
- 4 邓建华,谭仲夏,单琼丽,吴兴福,刘江. 西南农业大学学报, 2002, 24(5): 433 ~ 435.
- 5 高孝华,时爱菊,曲耀训,赵玉华,张卫东等. 山东农业大学学报(自然科学版), 2001, 32(4): 457 ~ 460.
- 6 刘万学,万方浩,张帆,孟昭军,王福莲. 中国生物防治, 2000 16(3): 97 ~ 101.
- 7 王东昌,袁忠林,罗兰,朱孟兰. 植物保护, 2001, 27(1): 29 ~ 31.
- 8 邹运鼎,耿继光,陈高潮,孟庆雷,王公明. 应用生态学报, 1996 7(2): 197 ~ 200.
- 9 丁岩钦. 昆虫知识, 1983, 20(4): 187 ~ 190.
- 10 吴伟坚,梁广文. 昆虫天敌, 1989, 11(2): 96 ~ 100.
- 11 Holling C. S. *Can Entomol.*, 1959, 91: 385 ~ 398.
- 12 Hassell M. J. *Anim. Ecol.*, 1959, 38: 567 ~ 576.