

中黑盲蝽对小地老虎和甜菜夜蛾的捕食作用*

李文静^{1,2} 陆宴辉² 高希武¹ 吴孔明^{2**}

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院 北京 100193;

2. 中国农业科学院植物保护研究所 植物病虫害生物学国家重点实验室 北京 100193)

摘 要 中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* (Jakovlev) 具有植食性和肉食性, 但对其肉食性缺乏研究。作者在室内环境下研究了中黑盲蝽对小地老虎 *Agrotis ipsilon* (Hufnagel)、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner) 卵和初孵幼虫的捕食作用。研究显示: (1) 中黑盲蝽的捕食量随猎物密度的增加而上升, 捕食功能反应符合 Holling II 型方程; (2) 捕食量随着若虫龄期的增加而增加, 高龄若虫、雌性成虫与雄性成虫之间的捕食量没有明显差异, 但均显著高于 2 龄若虫。雌成虫对小地老虎卵及初孵幼虫、甜菜夜蛾卵及初孵幼虫的最大日捕食量分别为 38.60 粒和 6.80 头、56.62 粒和 5.80 头, 表明中黑盲蝽对小地老虎和甜菜夜蛾卵和初孵幼虫具有较强的捕食能力。

关键词 中黑盲蝽, 小地老虎, 甜菜夜蛾, 捕食作用

Predation of *Adelphocoris suturalis* on immature stages of *Agrotis ypsilon* and *Spodoptera exigua*

LI Wen-Jing^{1,2} LU Yan-Hui² GAO Xi-Wu¹ WU Kong-Ming^{2**}

(1. College of Agriculture and Biotechnology, China Agriculture University, Beijing 100193, China;

2. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract *Adelphocoris suturalis* (Jakovlev) is an important insect pest of cotton and crops that feeds on both plants and insects. Little information is available on its predation of Lepidopteran insects. Aspects of the predation of *A. suturalis* on the eggs and new-hatched larvae of *Agrotis ypsilon* (Hufnagel) and *Spodoptera exigua* (Hübner) were investigated in the laboratory. The results show that *A. suturalis* could prey on both the eggs and new-hatched larvae of *A. ypsilon* and *S. exigua*, and that its functional responses closely approximate the Holling II type. The predatory capacity of 4th-instar nymphs, 5-day-old male adults and 5-day-old female adults were not significantly different, but all were significantly higher than that of 2nd instar nymphs. The daily maximum predatory capacity of female adults for eggs and new-hatched larvae was 38.60 and 6.80 for *A. ypsilon*, and 56.62 and 5.80 for *S. exigua*, respectively. These results indicate that *A. suturalis* can effectively prey on the eggs and new-hatched larvae of *A. ypsilon* and *S. exigua*.

Key words *Adelphocoris suturalis*, *Agrotis ypsilon*, *Spodoptera exigua*, predation

盲蝽科 (Miridae) 昆虫的食性比较复杂, 除典型的植食性和肉食性种类以外, 相当一部分种类属杂食性 (Wheeler, 2001)。杂食性盲蝽既能取食有害植物, 也能够捕食一些小型昆虫或昆虫的卵。比如, 绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) 不仅取食多种植物, 也具有取食棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner) 卵、棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 等

昆虫的习性 (朱弘复和孟祥玲, 1958; 陆宴辉和吴孔明, 2008; 王丽丽等, 2010)。盲蝽的特殊食性引起了研究人员的高度关注, 成为其生物学习性研究的一个热点。

在我国, 盲蝽长期以来发生为害较轻, 一直作为棉铃虫化学防治的兼治对象。近年来, 随着转 Bt 基因棉花的大面积种植, 棉田盲蝽种群数量剧

* 资助项目: 国际科技合作项目 (2010DFA32200)。

** 通讯作者, E-mail: wkm@caascope.net.cn

收稿日期: 2011-03-13, 接受日期: 2011-05-20

增、危害加重,并波及了枣、苹果、葡萄、茶等多种其他作物(Wu *et al.*, 2002; Lu *et al.*, 2010)。中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* (Jakovlev) 是我国盲蝽优势种类之一。在人工饲养过程中发现,中黑盲蝽除危害棉花外,还可捕食棉铃虫卵、棉蚜、烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 等多种小型节肢动物,具有杂食性昆虫的一些特点(陆宴辉和吴孔明, 2008)。作者利用室内试验研究了中黑盲蝽对小地老虎 *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) 及甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner) 的捕食作用,以期对中黑盲蝽的食性特征有一个全面的认识。

1 材料与方法

1.1 试验材料

各种供试昆虫均为室内继代饲养。中黑盲蝽利用四季豆饲养(陆宴辉等, 2008), 养虫室环境条件为温度 $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、湿度 $60\% \pm 5\%$ 、光照 L:D = 14:10。小地老虎和甜菜夜蛾都采用人工饲料饲养(梁革梅等, 1999; 陆琼等, 2009), 饲养条件均为温度 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、湿度 $60\% \sim 85\%$ 、光照 L:D = 16:8。

1.2 试验方法

捕食量的测定在直径 12 cm、高 2 cm 的培养皿内进行。培养皿中放入面积为 30 cm^2 润湿的圆形滤纸,再放入一片直径为 11 cm 的棉叶圆片,以缓解叶片失水。将单头中黑盲蝽分别与不同数量的捕食对象放入培养皿中,24 h 后检查并记录猎物被捕食情况。供试的中黑盲蝽包括 2 龄若虫、4 龄若虫、5 日龄雌成虫和 5 日龄雄成虫 4 个虫态,小地老虎和甜菜夜蛾卵的密度梯度设为 10、20、30、40、50、60 粒/皿,初孵幼虫设为 2、4、6、8、10、12 头/皿。共计 96 个组合,每组合重复 5 次。试验环境条件为温度 $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、湿度 $60\% \pm 5\%$ 、光照 L:D = 14:10。

1.3 数据处理

数据均用 SAS(V8) 软件进行统计分析。对中黑盲蝽不同蝽之间的取食量进行方差分析,同时用 Tukey's HSD 进行多量比较。将不同密度水平的取食量拟合 Holling II 圆盘方程(吴坤君等, 2004)。Na 为猎物被捕食量;N 为供试猎物密度;T 为试验时间(本试验时间为 1 d,因此 $T = 1$);a 为攻击系数(瞬间攻击率);Th 为处置时间。

$$Na = \frac{T \cdot a \cdot N}{1 + a \cdot Th \cdot N},$$

将方程变形为

$$\frac{1}{Na} = \frac{1}{aT} \cdot \frac{1}{N} + \frac{Th}{T},$$

令: $\frac{1}{Na} = y$, $\frac{1}{N} = x$, $\frac{1}{aT} = B$, $\frac{Th}{T} = A$ 上式就变

成直线回归方程 $y = Bx + A$, A 和 B 用最小二乘法估算。

2 结果与分析

2.1 中黑盲蝽对小地老虎卵的捕食作用

中黑盲蝽对小地老虎卵的捕食量随龄期增大而逐渐升高。在不同密度梯度下,2 龄若虫的捕食量均显著低于 4 龄若虫和雌雄成虫($P < 0.05$),4 龄若虫和雌雄成虫的捕食量无显著差异($P > 0.05$)。卵密度为 60 粒时,雌、雄成虫的捕食量分别为 37.80 和 38.58 粒;2 龄若虫的捕食量仅为 14.80 粒,是 4 龄若虫(41.40 粒)的 1/3。同时,中黑盲蝽的捕食量随卵密度增加而上升,捕食功能反应符合 Holling II 型。2 龄若虫、4 龄若虫、雌性成虫与雄性成虫捕食小地老虎卵的 $\frac{a}{Th}$ 分别为 20.74、220.46、154.55 和 200.20,捕食 1 粒卵需要时间分别为 0.413、0.096、0.168 和 0.120 h(表 1)。

2.2 中黑盲蝽对小地老虎初孵幼虫的捕食作用

中黑盲蝽 2 龄若虫、4 龄若虫和 5 日龄雌、雄成虫对小地老虎初孵幼虫的捕食功能反应符合 Holling II 型。随着虫龄的增大,中黑盲蝽捕食量明显增加。幼虫密度为 12 头时,雌成虫、雄成虫与 4 龄若虫的捕食量分别为 6.80、5.21、6.20 头,约为 2 龄若虫捕食量的 2~3 倍。2 龄若虫、4 龄若虫、雌性成虫与雄性成虫的 $\frac{a}{Th}$ 分别为 3.24、7.95、9.98 和 7.15,捕食 1 头幼虫需要时间分别为 3.6、2.388、1.608 和 2.496 h(表 2)。

2.3 中黑盲蝽对甜菜夜蛾卵的捕食作用

中黑盲蝽 2 龄若虫、4 龄若虫和 5 日龄雌、雄成虫对甜菜夜蛾卵的捕食功能反应符合 Holling II 型。成虫和 4 龄若虫捕食量显著高于 2 龄若虫。卵密度为 60 粒时,2 龄若虫的捕食量为 23.20 粒,分别为 4 龄若虫、雌成虫和雄成虫捕食量的 50%、

40% 和 45%。2 龄若虫、4 龄若虫、雌性成虫与雄性成虫 $\frac{a}{Th}$ 分别为 25.66、200.51、212.58 和 160.01, 捕食 1 粒卵需要时间分别为 0.934、0.127、0.103 和 0.149 h(表 3)。

2.4 中黑盲蝽对甜菜夜蛾初孵幼虫的捕食作用

中黑盲蝽的捕食量均随甜菜夜蛾初孵幼虫密度增加而上升, 捕食功能反应符合 Holling II 型。幼虫密度为 12 头时, 4 龄若虫捕食量最大(6.20 头)。2 龄若虫、4 龄若虫、雌性成虫与雄性成虫 $\frac{a}{Th}$ 分别为 4.17、4.41、6.03 和 7.82, 捕食 1 头初孵幼虫分别需要 3.31、2.78、2.12 和 2.62 h(表 4)。

3 讨论

本研究表明中黑盲蝽成虫与若虫均能有效捕食小地老虎、甜菜夜蛾的卵和初孵幼虫, 进一步证实中黑盲蝽具有捕食习性。天敌对害虫的攻击系数与处理时间之比, 是衡量天敌作用的参数之一, $\frac{a}{Th}$ 越大, 对害虫的控制能力越强(牟吉元等, 1997)。本试验结果中的 $\frac{a}{Th}$ 值说明中黑盲蝽对小地老虎、甜菜夜蛾卵和初孵幼虫均有较强的控制作用, 同时对卵的捕食作用明显强于初孵幼虫。

杂食性昆虫的植食性使其成为农作物上的害虫, 而肉食性使其能捕食其它害虫, 发挥着天敌昆虫的作用。豆荚草盲蝽是美国一种常见的农作物害虫, 研究发现它还是烟粉虱和棉蚜的重要天敌(Rosenheim *et al.*, 2004), 对棉田内烟粉虱种群有较强的控制作用(Cleveland, 1987; Hagler *et al.*, 1993; Hagler and Narajo, 1996)。美国牧草盲蝽 *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) 作为重要的棉花害虫同样具有杂食性, 可捕食马铃薯甲虫 *Leptinotarsa decemlineata* (Say) 幼虫、秋黏虫 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 卵等, 并能有效控制烟粉虱的种群发生(Hagler and Narajo, 1997; Hagler *et al.*, 2010)。烟盲蝽 *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) 危害烟草、芝麻等多种作物的同时, 还对温室白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)、小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 等具有较强的捕食作用, 在温室释放烟盲蝽对白粉虱能起到明显的防治效果(李令蕊等, 2008)。以上研

究表明, 盲蝽的取食习性对这类昆虫的防治及利用有重要影响。本文测定了中黑盲蝽对 2 种害虫的室内捕食量, 但中黑盲蝽的田间捕食行为及对不同害虫的捕食控制效应还有待全面评估。

在美国加利福尼亚, 调查发现豆荚草盲蝽种群密度与棉花受害程度经常不相一致, 在一些种群发生密度较高的田块棉花受害程度偏低, 而密度较低的田块受害反而严重。Rosenheim 等(2004)认为这可能与豆荚草盲蝽的杂食性有关。当猎物资源缺乏时, 杂食性盲蝽主要以取食植物来维持其种群数量, 此时植物受害程度与盲蝽种群密度正相关, 对植物的危害也比较严重; 如果可捕食的猎物数量充足, 杂食性盲蝽在取食植物的同时还捕食猎物, 对植物的危害相应减轻, 从而导致植物受害程度与盲蝽种群密度之间关系的复杂化。因此, 研究明确中黑盲蝽的具体食性将有利于揭示其种群密度与作物受害程度之间的复杂关系, 对制定科学的防治指标具有重要的指导作用。

食性研究也是昆虫人工饲料研发的前提与基础。多数杂食性盲蝽仅以植物或猎物为食物时, 可以完成生活史, 但不同植物或不同猎物可影响其生活史和种群动态(Eubanks and Denno, 1999)。Macrolophus pygmaeus Rambur 仅以植物为食物可以完成生活史, 但当在植物性食物中加入白粉虱、桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 等昆虫食物后, 若虫存活率升高、发育期缩短(Gillespie and McGregor, 2000)。在豆荚草盲蝽和美国牧草盲蝽的人工饲料中加入动物性食料后饲养效果明显改善(Cohen, 2000)。本研究明确了中黑盲蝽的肉食习性, 为改进中黑盲蝽的人工饲养方法、发展其人工饲料提供科学资料。

本文明确了中黑盲蝽对小地老虎和甜菜夜蛾卵及初孵幼虫的室内捕食作用, 为全面解析中黑盲蝽的食性特征及与其它种类昆虫的食物关系、深入了解中黑盲蝽在农业生态系统中的地位与功能奠定了基础。

参考文献 (References)

- Cleveland TC, 1987. Predation by tarnished plant bugs (Heteroptera: Miridae) on *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and larvae. *Environ. Entomol.*, 16(1): 37—40.
- Cohen AC, 2000. New oligidic production diet for *Lygus*

- hesperus* Knight and *L. lineolaris* (Palisot de Beauvois). *J. Entomol. Sci.*, 35(3):301—310.
- Eubanks MD, Denno RF, 1999. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. *Ecology*, 80(4):1256—1266.
- Gillespie DR, McGregor RR, 2000. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. *Ecol. Entomol.*, 25(4):380—386.
- Hagler JR, Brower AG, Tu ZJ, Byrne DN, Bradley-Dunlop D, Enriquez FJ, 1993. Use of a monoclonal antibody to detect predation of the sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Gem.). *Entomol. Exp. Appl.*, 68(3):231—236.
- Hagler JR, Jackson CG, Blackmer JL, 2010. Diet selection exhibited by juvenile and adult life stages of omnivores western tarnished plant bug, *Lygus hesperus* and tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. *J. Insect Sci.*, 10(127):1—13.
- Hagler JR, Narajo SE, 1996. Using gut content immunoassays to evaluate predaceous biological control agents: a case study//Symondson WOC, Liddell JE (eds.). *The Ecology of Agricultural Pests: Biochemical Approaches*. London: Chapman Hall. 384—399.
- Hagler JR, Naranjo SE, 1997. A new approach to evaluate augmentative biological control agents//Richter D, Armour J (eds.). *Proceedings of the Beltwide Cotton Conference*, National Cotton Council, Memphis, TN. 1320.
- Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Xia B, Li P, Feng HQ, Wyckhuys KAG, Guo YY, 2010. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science*, 328(5982):1151—1154.
- Rosenheim JA, Goeriz RE, Thacher EF, 2004. Omnivore or herbivore? Field observations of foraging by *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae). *Environ. Entomol.*, 33(5):1362—1370.
- Wheeler AG Jr, 2001. *Biology of the Plant Bugs* (Hemiptera: Miridae). Ithaca, NY: Cornell University Press. 275.
- Wu K, Li W, Feng H, Guo Y, 2002. Seasonal abundance of the mirids, *Lygus lucorum* and *Adelphocoris* spp. (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in northern China. *Crop Prot.*, 21(10):997—1002.
- 李令蕊, 薛仁凤, 王晓婧, 曾凡荣, 2008. 烟盲蝽对温室白粉虱和小菜蛾捕食作用研究. 河北农业大学学报, 31(1):83—87.
- 梁革梅, 谭维嘉, 郭予元, 1999. 人工饲养棉铃虫技术的改进. 植物保护, 25(2):15—17.
- 陆琼, 张永军, 于洪春, 曹广春, 陆宴辉, 郭予元, 2009. Cry2Ab 杀虫蛋白对小地老虎幼虫致死效果及体内酶活性变化. 植物保护学报, 36(1):16—20.
- 陆宴辉, 吴孔明, 2008. 棉花盲椿象及其防治. 北京: 金盾出版社. 1—151.
- 陆宴辉, 吴孔明, 蔡晓明, 刘仰青, 2008. 利用四季豆饲养盲椿象的方法. 植物保护学报, 35(3):215—219.
- 牟吉元, 徐洪富, 李火苟, 1997. 昆虫生态与农业害虫预测预报. 北京: 中国农业科技出版社. 56—57.
- 王丽丽, 陆宴辉, 吴孔明, 2010. 绿盲椿捕食棉铃虫卵的 COI 标记检测方法. 昆虫知识, 47(6):1248—1252.
- 吴坤君, 盛承发, 龚佩瑜, 2004. 捕食性昆虫的功能反应方程及其参数的估算. 昆虫知识, 41(3):267—269.
- 朱弘复, 孟祥玲, 1958. 三种棉盲椿研究. 昆虫学报, 8(2):97—118.