

大眼长蝽对苜蓿盲蝽的捕食作用^{*}

仝亚娟 陆宴辉 吴孔明^{**}

(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 室内条件下,评价了大眼长蝽 *Geocoris pallidipennis* (Costa)对苜蓿盲蝽 *Adelphocoris lineolatus* (Goeze)的捕食效应。结果表明,大眼长蝽捕食苜蓿盲蝽的有效虫态为3~5龄若虫及成虫,其中成虫的捕食率最高。大眼长蝽对苜蓿盲蝽的捕食功能反应符合Holling II型,其捕食量随着猎物龄期的增长而减少,而随着自身龄期的增长而增加。24 h内,大眼长蝽雌成虫最多能捕食37.88头苜蓿盲蝽1龄若虫。15~35℃范围内,大眼长蝽的捕食量随着温度的升高而增加;35℃下的捕食量为15℃下的1.78倍。上述研究表明,大眼长蝽是苜蓿盲蝽的重要捕食性天敌。

关键词 大眼长蝽,苜蓿盲蝽,捕食作用

Predation of *Geocoris pallidipennis* on *Adelphocoris lineolatus*

TONG Ya-Juan LU Yan-Hui WU Kong-Ming^{**}

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

Abstract The predatory potential of *Geocoris pallidipennis* (Costa) on *Adelphocoris lineolatus* (Goeze) was assessed in the laboratory. *G. pallidipennis* began to prey on *A. lineolatus* after the latter had entered the 3rd instar. The predatory responses of *G. pallidipennis* to *A. lineolatus* were of the Holling II type. Predation of *G. pallidipennis* on *A. lineolatus* declined with increasing developmental stage of the latter, but increased with its own developmental stage. During one 24 h period, adult female *G. pallidipennis* could at most consume 37.88 1st instar nymphs of *A. lineolatus*. In addition, the predation rate gradually increased with temperature from 15℃ to 35℃, being 1.78 times higher at 35℃ than at 15℃. These results indicate that *G. pallidipennis* is a potential biological control agent for *A. lineolatus*.

Key words *Geocoris pallidipennis*, *Adelphocoris lineolatus*, predation

近年来,由于农作物种植结构调整、转基因抗虫棉大面积推广、全球气候变化等原因,盲蝽类害虫的发生为害日益加重,在黄河流域和长江流域地区已上升为棉花等多种作物上的重要害虫(陆宴辉等 2007; 2010)。我国盲蝽类害虫种类众多,主要包括有绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)、中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* (Jakovlev)、苜蓿盲蝽 *Adelphocoris lineolatus* (Goeze)、三点盲蝽 *Adelphocoris fasciaticollis* (Reuter)和牧草盲蝽 *Lygus pratensis* (L.)等(Lu et al. 2008)。其中,苜蓿盲蝽是黄河流域地区的一个优势种类,其主要寄主植物有棉花、苜蓿等,在牧棉混作区这种害虫发生为害尤其严重。

目前,苜蓿盲蝽的防治中存在着诸多问题。比如:现有的防治技术基本上全部以化学农药的使用为主,这不利于农田生态系统的稳定性,还会导致害虫抗药性产生等其他严重问题。此外,苜蓿盲蝽成虫在田间具有很强的飞行扩散能力,一块田或一种作物上喷药时大量成虫向邻近田块或作物转移,导致防治效果不理想、不同作物间交替为害现象严重等问题(陆宴辉和吴孔明 2008; Lu et al. 2009)。因此,苜蓿盲蝽的可持续治理技术还有待发展,其中一个重要途径就是保护利用天敌昆虫、充分发挥农田生态系统的自然控制作用。

2006—2008年,作者对棉田苜蓿盲蝽的捕食

^{*} 资助项目:国家科技支撑计划(2008BADA5B05)、公益性农业行业科技专项(200803011)。

^{**} 通讯作者, E-mail: kmwu@ippcaas.cn

收稿日期:2010-04-02,接受日期:2010-08-03

性天敌资源进行了普查,共发现捕食性天敌近 20 种之多,主要包括瓢虫类、草蛉类、蜘蛛类和捕食蝽类。除了三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus* (Fabricius),瓢虫类、草蛉类、蜘蛛类中其他种类对苜蓿盲蝽均无明显的控制作用,而捕食蝽类中的大眼长蝽 *Geocoris pallidipennis* (Costa) 却表现出了一定的利用潜力(全亚娟,2008;全亚娟等,2009)。大眼长蝽是我国棉田内的优势捕食蝽类,在全国大部分地区有发生分布,其种群发生量仅次于瓢虫、草蛉、蜘蛛,是发生数量最多的捕食蝽类(艾素珍和朱兆雄,1989;孙本春,1993)。本文在试验室内研究了大眼长蝽对苜蓿盲蝽的捕食作用,以期在苜蓿盲蝽持续治理实践中更好地保护利用这种天敌昆虫提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 虫源

苜蓿盲蝽采自河北省沧州市南皮县苜蓿田,室内用四季豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 豆荚进行继代饲养,饲养环境条件为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、 $(60 \pm 5)\%$ RH、光周期 L:D = 14:10(陆宴辉等,2008)。大眼长蝽采自中国农业科学院廊坊中试基地(位于河北省廊坊市郊)棉田,用棉蚜 *Aphis gossypii* (Glover) 室内饲养,饲养环境条件同上。棉蚜直接采自于棉田(品种为石远 321)。

1.2 大眼长蝽捕食行为的有效虫态

观察不同虫态大眼长蝽对不同虫态苜蓿盲蝽的捕食情况。在 2.5 mL 离心管(高 4.0 cm,内径 1.0 cm)盖内侧顶部放入一片与其内径(0.9 cm)相同的圆形棉叶,先接入 1 头苜蓿盲蝽,再放入 1 头饥饿 24 h 的大眼长蝽,24 h 后检查苜蓿盲蝽的被捕食情况。供试苜蓿盲蝽包括有 1 龄、2 龄、3 龄、4 龄、5 龄若虫以及成虫 6 个虫态,大眼长蝽设有 1 龄、2 龄、3 龄、4 龄、5 龄若虫以及雌、雄性成虫 7 个处理,共计 42 个组合。每组合设 3 次重复,每个重复观察 20 次。试验环境条件为 25°C 、 $(60 \pm 5)\%$ RH、光周期 L:D = 14:10。

比较大眼长蝽对不同虫态苜蓿盲蝽的取食选择性。用 2.5 mL 离心管(高 4.0 cm,内径 1.0 cm)盖内侧顶部放入一片与盖子内径(0.9 cm)相同的圆形棉叶,接入不同虫态的苜蓿盲蝽各 1 头,再放入大眼长蝽雌成虫 1 头,试验前饥饿 24 h。试验设置 1 龄与 2 龄、1 龄与 3 龄、2 龄与 3 龄苜蓿盲蝽若虫共 3 个处理

组合,每个重复观察 20 次,24 h 后观察不同龄期苜蓿盲蝽的被捕食情况。试验环境条件同样为 25°C 、 $(60 \pm 5)\%$ RH、光周期 L:D = 14:10。

1.3 猎物及自身龄期对大眼长蝽捕食能力的影响

比较大眼长蝽对不同龄期苜蓿盲蝽的捕食能力。在直径 3.5 cm、高 6 cm 的试管内,放入长 7 cm、宽 1 cm 的豆角片,接入一定密度的苜蓿盲蝽,再放入已饥饿 24 h 的大眼长蝽雌成虫 1 头,24 h 后检查剩余若虫数量。试验中,1 龄若虫设置 10、20、30、40、50 头 5 个密度梯度,2 龄若虫设置 10、15、20、25、30、40 头 6 个密度梯度,3 龄若虫设置 5、10、15、20、30 头 5 个密度梯度,每密度处理重复 3~5 次。试验在 25°C 、 $(60 \pm 5)\%$ RH、光周期 L:D = 14:10 下进行。

观察不同龄期大眼长蝽对苜蓿盲蝽捕食能力的影响。与上述试验方法基本一致,仅在龄期选择和密度梯度设置上有所不同。大眼长蝽设 3 龄、5 龄若虫与成虫 3 个龄期处理,试验前饥饿 24 h。苜蓿盲蝽为 1 龄若虫,测试大眼长蝽 3 龄若虫捕食能力时设置 5、10、15、20、25 头苜蓿盲蝽 5 个密度梯度,测试 5 龄若虫时设置 10、15、20、25、30、40 头 6 个密度梯度,测试雌成虫时设置 10、20、30、40、50 头 5 个密度梯度。

1.4 温度对大眼长蝽捕食能力的影响

在直径 3.5 cm、高 6 cm 的试管内,放入长 7 cm、宽 1 cm 的豆角片,接入一定密度的苜蓿盲蝽 2 龄若虫,密度设置 10、15、20、25、30、40 头 6 个密度梯度,再接入大眼长蝽雌成虫 1 头,试验前饥饿 24 h。设 15、20、25、30、35 $^\circ\text{C}$ 5 个温度处理,每处理重复 3 次,24 h 后检查若虫的被取食情况。

1.5 数据分析

所有数据均用 SAS(V8) 统计软件进行分析。大眼长蝽对不同虫态苜蓿盲蝽的选择次数利用卡方检测来判断差异显著性。用 Holling II 圆盘方程来拟合功能反应相关数据,其中 μNa 为捕食量, μNo 为初始密度, Th 为处理时间, μ 和 Th 均为常数(丁岩钦,1994;吴坤君等,2004)。

2 结果与分析

2.1 大眼长蝽捕食的有效虫态

大眼长蝽若虫阶段分为 5 个龄期,捕食苜蓿盲蝽的有效虫态为 3~5 龄若虫及成虫。其中 3、4 龄若虫只能捕食 1、2 龄苜蓿盲蝽若虫,5 龄若虫

可捕食 1~3 龄苜蓿盲蝽若虫,雌雄成虫能够捕食 1~4 龄苜蓿盲蝽若虫,而未发现大眼长蝽对苜蓿盲蝽 5 龄若虫与成虫的捕食行为。从整体趋势来看:随着大眼长蝽龄期的增加,捕食率逐步增大;随着苜蓿盲蝽龄期的增大,捕食率逐渐降低(表 1)。同时,当不同龄期苜蓿盲蝽若虫共存时,大眼长蝽雌成虫对低龄盲蝽若虫的捕食数量高于对高龄盲蝽若虫的捕食数量,差异显著($P < 0.05$),表明大眼长蝽易于选择个体较小者进行捕食(图 1)。

表 1 大眼长蝽对苜蓿盲蝽的捕食率(%)
Table 1 Predation rate (%) of *G. pallidipennis* to *A. lineolatus*

大眼长蝽的 虫态及龄期 Developmental stages of <i>G. pallidipennis</i>	苜蓿盲蝽的虫态及龄期 Developmental stages of <i>A. lineolatus</i>					
	1 龄若虫 1st instar nymph	2 龄若虫 2nd instar nymph	3 龄若虫 3rd instar nymph	4 龄若虫 4th instar nymph	5 龄若虫 5th instar nymph	成虫 Adult
1 龄若虫 1st instar nymph	0	0	0	0	0	0
2 龄若虫 2nd instar nymph	0	0	0	0	0	0
3 龄若虫 3rd instar nymph	66.7 ± 11.67	38.3 ± 8.82	0	0	0	0
4 龄若虫 4th instar nymph	98.3 ± 1.67	81.7 ± 3.33	0	0	0	0
5 龄若虫 5th instar nymph	100.0 ± 0.00	98.3 ± 1.67	18.3 ± 3.33	0	0	0
雄成虫 Male adult	100.0 ± 0.00	100.0 ± 0.00	61.7 ± 7.26	6.7 ± 4.41	0	0
雌成虫 Female adult	98.3 ± 1.67	100.0 ± 0.00	100.0 ± 0.00	41.7 ± 7.26	0	0

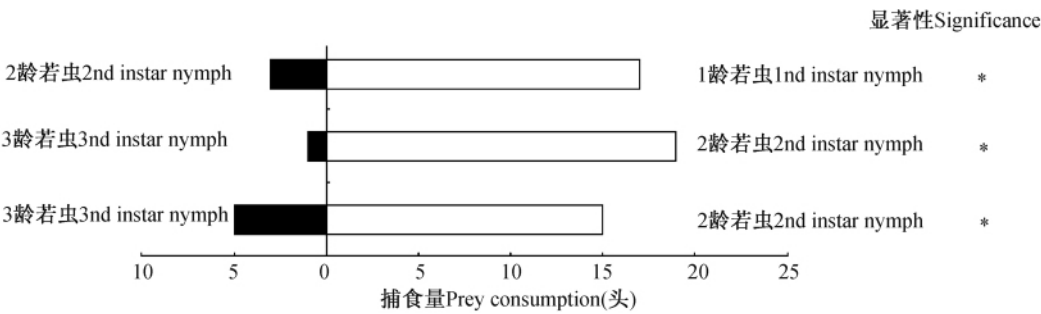


图 1 大眼长蝽雌成虫对不同龄期苜蓿盲蝽的捕食选择性
Fig. 1 Prey preference of adult female *G. pallidipennis* to *A. lineolatus* of different stages
图中* 表示处理间差异显著 $P < 0.05$ 。

The asterisk in the figure shows significant differences between treatments ($P < 0.05$).

2.2 龄期对捕食能力的影响

大眼长蝽雌成虫对苜蓿盲蝽 1 龄、2 龄、3 龄若虫的捕食功能反应均符合 Holling II 型。随着苜蓿盲蝽若虫龄期的增长,大眼长蝽的捕食量逐渐减少。对苜蓿盲蝽 1 龄、2 龄、3 龄若虫的捕食上限依次为 37.88、23.31、10.45 头(表 2)。大眼

长蝽 3 龄、5 龄若虫及雌成虫对苜蓿盲蝽 1 龄若虫的功能反应均符合 Holling II 型反应。随着大眼长蝽龄期的增大,捕食能力明显增强。大眼长蝽 3 龄、5 龄若虫及雌成虫对苜蓿盲蝽 1 龄若虫的捕食上限依次为 6.78、24.75、37.88 头(表 3)。

表 2 大眼长蝽雌成虫对不同龄期苜蓿盲蝽的捕食功能反应

Table 2 Functional responses of adult female *G. pallidipennis* to *A. lineolatus* of different stages

苜蓿盲蝽虫态及龄期 Developmental stages of <i>Adelphocoris lineolatus</i>	功能反应方程 Functional response	P	捕食上限(头) Maximum consumption
1 龄若虫 1st instar nymph	$Na = 0.9052No / (1 + 0.0239No)$	< 0.05	37.88
2 龄若虫 2nd instar nymph	$Na = 0.9797No / (1 + 0.0420No)$	< 0.05	23.31
3 龄若虫 3rd instar nymph	$Na = 0.4996No / (1 + 0.0478No)$	< 0.01	10.45

2.3 温度对捕食能力的影响

不同温度条件下,大眼长蝽雌成虫对苜蓿盲蝽 2 龄若虫的功能反应均为 Holling II 型。但温度的高低对大眼长蝽功能反应的强弱有明显的影响,15℃下,

大眼长蝽对苜蓿盲蝽的捕食量最少;随着温度的升高,大眼长蝽的捕食量逐渐增加。15、20、25、30、35℃下,大眼长蝽的捕食上限依次为 17.51、19.42、23.31、27.03、31.15 头(图 2 表 4)。

表 3 不同龄期大眼长蝽对 1 龄苜蓿盲蝽若虫的捕食功能反应

Table 3 Functional responses of *G. pallidipennis* of different stages to 1st instar nymph of *A. lineolatus*

大眼长蝽虫态及龄期 of <i>G. pallidipennis</i>	功能反应方程 Functional response	<i>P</i>	捕食上限(头) Maximum consumption
3 龄若虫 3rd instar nymph	$Na = 0.9170No / (1 + 0.1353No)$	<0.05	6.78
5 龄若虫 5th instar nymph	$Na = 0.7843No / (1 + 0.0317No)$	<0.05	24.75
雌成虫 Female adult	$Na = 0.9052No / (1 + 0.0239No)$	<0.05	37.88

表 4 不同温度下大眼长蝽雌成虫对苜蓿盲蝽 2 龄若虫的捕食功能反应方程

Table 4 Functional responses of female adult *G. pallidipennis* to 2nd instar nymph of *A. lineolatus* under different temperatures

温度(℃) Temperatures	功能反应方程 Functional response	<i>P</i>	捕食上限(头) Maximum consumption
15	$Na = 0.9542No / (1 + 0.0544No)$	<0.05	17.51
20	$Na = 0.8928No / (1 + 0.0460No)$	<0.05	19.42
25	$Na = 0.9797No / (1 + 0.0420No)$	<0.05	23.31
30	$Na = 0.9314No / (1 + 0.0345No)$	<0.05	27.03
35	$Na = 0.9940No / (1 + 0.0319No)$	<0.05	31.15

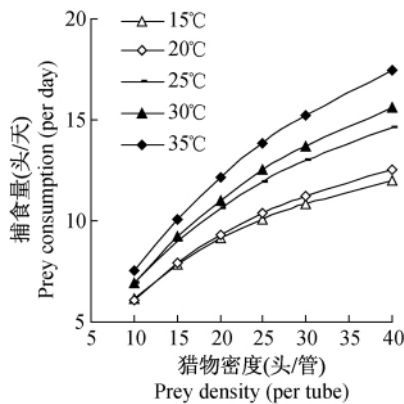


图 2 不同温度下大眼长蝽雌成虫对苜蓿盲蝽 2 龄若虫的捕食功能

Fig.2 Prey consumption of female adult *G. pallidipennis* to 2nd instar nymph of *A. ineolatus* under different temperatures

3 讨论

大眼长蝽是一种重要的捕食性蝽类,能捕食棉蚜、棉叶蝉 *Empoasca biguttula* (Shiraki) 若虫以及红铃虫 *Pectinophora gossypiella* (Saunders)、棉铃

虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner)、银纹夜蛾 *Argyrogramma agnata* (Staudinger)、斜纹夜蛾 *Prodenia litura* Fabricius 的卵和低龄幼虫(艾素珍和朱兆雄,1989;孙本春,1993;崔金杰和马艳,1997)。其中,大眼长蝽成虫对棉铃虫卵与初孵幼虫的日捕食量分别为 8~30 粒、8~32 头(孙本春,1993;崔金杰和马艳,1993),1~5 龄若虫及成虫对棉蚜的逐日捕食量依次为 4.8、18.6、25.5、34.6、44.5 与 52 头(艾素珍和朱兆雄,1989)。本研究表明,大眼长蝽对苜蓿盲蝽低龄若虫有很强的捕食能力,将对挖掘利用这一天敌资源进行可持续控制棉田苜蓿盲蝽等多种害虫的发生为害具有重要意义。

棉田大眼长蝽全年发生高峰一般在 7 月中下旬至 9 月中下旬(徐文华等,2003),这与苜蓿盲蝽的发生期基本吻合,为这一天敌资源的开发利用提供了可能。本文证实了大眼长蝽对苜蓿盲蝽若虫的室内捕食能力,但田间对苜蓿盲蝽的控制效果及其保护利用措施还有待进一步深入评估、研究。

很多非作物生境有利于自然天敌的栖息与繁育,通过合理地利用这一特性来保护利用天敌昆虫对作物田间害虫进行持续治理(郑云开和尤民生,2009)。目前,这一害虫生态调控技术已在国内外棉花害虫的综合治理中得到了一定的应用,能大量地减少化学农药使用量与农业生产成本(Mensah and Sequeira,2004)。调查发现,除棉田以外,蔬菜、瓜果、豆类、杂草地里大眼长蝽也常具有较高的种群数量(孙本春,1993)。因此,如何保护利用这些作物、杂草等上大眼长蝽种群、从而发挥其在棉田苜蓿盲蝽持续治理中的作用还有待进一步探索研究。

参考文献(References)

- 艾素珍,朱兆雄,1989.大眼蝉长蝽生物学的初步观察.昆虫天敌,11(1):36—38.
- 崔金杰,马艳,1997.大眼蝉长蝽对棉铃虫初孵幼虫捕食功能研究.中国棉花,24(3):15—16.
- 丁岩钦,1994.昆虫数学生态学.北京:科学技术出版社.256—269.
- 陆宴辉,梁革梅,吴孔明,2007.棉盲蝽综合治理的研究进展.植物保护,33(6):10—15.
- Lu YH, Qiu F, Feng HQ, Li HB, Yang ZC, Wyckhuys KAG, Wu KM, 2008. Species composition and seasonal abundance of pestiferous plant bugs (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in China. *Crop Prot.* 27(3-5):465—472.
- 陆宴辉,吴孔明,2008.棉花盲蝽象及其防治.北京:金盾出版社.1—151.
- 陆宴辉,吴孔明,蔡晓明,刘仰青,2008.利用四季豆饲养盲蝽的方法.植物保护学报,35(3):215—219.
- 陆宴辉,吴孔明,姜玉英,夏冰,2010.棉花盲蝽的发生趋势与防控对策.植物保护,36(2):150—153.
- Lu YH, Wu KM, Wyckhuys KAG, Guo YY, 2009. Comparative flight performance of three important pest *Adelphocoris* species of Bt cotton in China. *Bull. Entomol. Res.* 99(6):543—550.
- Mensah RK, Sequeira RV, 2004. Habitat manipulation for insect pest management in cotton cropping systems//Gurr GM, Wratten SD, Altieri MA (eds). *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*. CSIRO Publishing. 187—198.
- 孙本春,1993.大眼蝉长蝽生物学特性的初步研究.昆虫天敌,15(4):157—159.
- 全亚娟,2008.棉田盲蝽象捕食性天敌种群动态及几种天敌控制作用评价.硕士学位论文.北京:中国农业大学.1—49.
- 全亚娟,吴孔明,高希武,2009.三突花蛛对绿盲蝽和苜蓿盲蝽的捕食作用.中国生物防治,25(2):97—101.
- 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.
- 徐文华,王瑞明,武进龙,陈永明,李红阳,2003.捕食性蝽类在转Bt基因抗虫棉田的消长动态与分布.江苏农业科学,(5):53—55.
- 郑云开,尤民生,2009.农业景观生物多样性与害虫生态控制.生态学报,29(3):1508—1518.