



唐敏, 邝昭琅, 李子园, 陆永跃, 陈科伟, 刘光华. 叉角厉蝽对草地贪夜蛾幼虫的捕食功能反应 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (5): 979–985.

叉角厉蝽对草地贪夜蛾幼虫的捕食功能反应

唐敏^{1,2}, 邝昭琅², 李子园², 陆永跃², 陈科伟^{2,3*}, 刘光华^{1*}

(1. 仲恺农业工程学院农业与生物学院, 广州 510225; 2. 华南农业大学农学院, 广州 501640;
3. 广东省生物农药创制与利用重点实验室, 广州 501640)

摘要: 草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 是 2019 年新入侵我国的重大农业害虫, 已对我国的农作物产生严重为害, 筛选、利用本地天敌控制草地贪夜蛾是实现可持续控制的一个重要途径。叉角厉蝽 *Eocanthecona furcellata* (Wolff) 是一种广泛分布于热带、亚热带地区的捕食性天敌, 是许多鳞翅目、鞘翅目、半翅目害虫的潜在生防因子。本文采用捕食功能反应方法评价了叉角厉蝽对草地贪夜蛾幼虫的捕食效能。研究结果表明, 叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫以及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 3 龄及 5 龄幼虫的捕食功能反应均符合 Holling-II 方程。在饱和和猎物密度条件下, 叉角厉蝽各虫态对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的平均日最大捕食量依次为 32.20 头 (5 龄若虫) > 19.40 头 (雌成虫) > 18.20 头 (雄成虫) > 6.60 头 (3 龄若虫), a/Th 值 (a 为瞬时攻击率, Th 为处置单头猎物时间) 为 82.25 (5 龄若虫) > 40.39 (雌成虫) > 36.12 (雄成虫) > 17.19 (3 龄若虫); 叉角厉蝽各虫态对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的平均日最大捕食量依次为 7.80 头 (5 龄若虫) > 6.40 头 (雌成虫) > 5.50 头 (雄成虫) > 4.60 头 (3 龄若虫), a/Th 值为 11.36 (5 龄若虫) > 10.75 (雌成虫) > 9.63 (雄成虫) > 7.45 (3 龄若虫)。本研究表明叉角厉蝽对草地贪夜蛾幼虫具有较强的捕食能力, 尤其是 5 龄若虫、雌成虫和雄成虫。研究结果为利用叉角厉蝽防控草地贪夜蛾提供了理论依据, 也为其田间释放应用提供技术支撑。

关键词: 叉角厉蝽; 草地贪夜蛾; 捕食功能反应

中图分类号: Q968.1; S476; S433.4

文献标识码: A **文章编号:** 1674-0858 (2019) 05-0979-07

Functional response of *Eocanthecona furcellata* (Wolff) to the larvae of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

TANG Min^{1,2}, KUANG Zhao-Lang², LI Zi-Yuan², LU Yong-Yue², CHEN Ke-Wei^{2,3*}, LIU Guang-Hua^{1*} (1. College of Agriculture and Biology, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China; 2. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China; 3. Key Laboratory of Bio-Pesticide Innovation and Application, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) is a dangerous agricultural pest invaded China in 2019, and it has caused serious damage to crops in China. Screening and using local natural enemies to control *S. frugiperda* is an effective way to achieve sustainable control. The predatory stink bug *Eocanthecona furcellata* (Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae), which is widely distributed in the

基金项目: 广东省甘蔗剑麻产业技术体系创新团队项目 (2019KJ104-08); 广东省外来入侵物种风险评估和监测预警共性关键技术研发创新团队建设项目 (2019KJ134); 广东省农村科技特派员项目 (2018A0137)

作者简介: 唐敏, 女, 1993 年生, 贵州大方人, 硕士研究生, 研究方向为害虫生物防治, E-mail: 18302694772@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, 陈科伟, 博士, 副教授, 研究方向为害虫生物防治, E-mail: chenkewei@scau.edu.cn; 刘光华, 博士, 副教授, 研究方向为害虫综合治理, E-mail: lgh-one@163.com

收稿日期 Received: 2019-07-23; 接受日期 Accepted: 2019-09-11

subtropics and tropics, is a potential biological control agent for lepidopteran, coleopteran, and hemipteran pests. In this paper, the predation efficiency of *E. furcellata* to the larvae of *S. frugiperda* was evaluated by the predation functional response method. The results showed that the predation functional responses of the 3rd instar, 5th instar nymphs and female and male adults of *E. furcellata* to the 3rd and 5th instar larvae of *S. frugiperda* were fitted with the Holling-II equation. Under the condition of saturated prey density, the number of the 3rd instar larvae of *S. frugiperda* consumed by *E. furcellata* were 32.20 (5th instar nymph) > 19.40 (female adult) > 18.20 (male adult) > 6.60 (3rd instar nymph), and a/Th value (here a is the instantaneous attack rate, Th is the time used to handle a single prey) were 82.25 (5th instar nymph) > 40.39 (female adult) > 36.12 (male adult) > 17.19 (3rd instar nymph), The number of the 5th instar larvae of *S. frugiperda* consumed by *E. furcellata* were 7.80 (5th instar nymph) > 6.40 (female adult) > 5.50 (male adult) > 4.60 (3rd instar nymph), and a/Th value were 11.36 (5th instar nymph) > 10.75 (female adult) > 9.63 (male adult) > 7.45 (3rd instar nymph). This results indicated that *E. furcellata* had a strong predation capacity against the larvae of *S. frugiperda*, especially the 5th instar nymphs, female and male adults, which provides the scientific basis and technical support for the application of *E. furcellata* to control *S. frugiperda*.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; *Eocanthecona furcellata*; predatory functional response

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), 隶属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae, 原产于美洲热带及亚热带地区, 是联合国粮农组织向全球预警的跨国界迁飞性农业重大害虫 (Todd and Poole, 1980)。草地贪夜蛾具有食性杂、繁殖力与迁飞能力强、暴发性为害等特点 (Rose, 1975), 幼虫可为害 350 多种植物 (Prasanna *et al.*, 2018), 寄主包括玉米、水稻、高粱、棉花、番茄、小麦、甘蔗、大豆等 (Montezano *et al.*, 2018)。草地贪夜蛾自 2019 年 1 月入侵我国以来, 对我国粮食的安全和农业生产构成严重的威胁 (王磊等, 2019)。

生物防治在草地贪夜蛾可持续控制中起着重要作用, 国外有研究报道利用斑腹刺益蝽 *Podisus maculiventris* (Say) (Shapiro and Legaspi, 2006)、黑刺益蝽 *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Malaquias *et al.*, 2014) 对草地贪夜蛾幼虫的捕食效能评价; 国内学者近期开展了蠋蝽 *Arma chinensis* (Fallou) (唐艺婷等, 2019a)、益蝽 *Picromerus lewisi* Scott (唐艺婷等, 2019b)、大草蛉 *Chrysopa pallens* (Rambur) (徐庆宣等, 2019) 等捕食性天敌对草地贪夜蛾幼虫的捕食效能评价。叉角厉蝽 *Eocanthecona furcellata* (Wolff), 属半翅目 Hemiptera 蝽科 Pentatomidae 益蝽亚科 Asopinae, 是农林作物上一种重要的捕食性天敌, 在我国华南

地区广泛分布 (Rai, 1978), 是本地优势天敌之一。其捕食范围广泛, 尤其偏嗜鳞翅目害虫 (朱涤芳, 1990), 叉角厉蝽对菜青虫 *Pieris rapae* L. (张敏玲等, 1996)、绿额翠尺蛾 *Thalassodes proquadria* Inouce (谢钦铭等, 2001)、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* Fab. (陈然等, 2015)、黄野螟 *Heortia vitessoides* (Moore) (李文华等, 2015) 等鳞翅目幼虫具有良好的捕食作用。笔者在野外调查过程中也观察到叉角厉蝽能积极捕食草地贪夜蛾幼虫 (附图 1), 在此基础上, 本实验将采用捕食功能反应方法开展叉角厉蝽对草地贪夜蛾的捕食效能评价, 研究结果可为今后利用叉角厉蝽防控草地贪夜蛾提供相关理论依据以及田间释放应用提供技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 供试昆虫

叉角厉蝽 *Eocanthecona furcellata* (Wolff): 采自广州市从化区鳌头镇宝溪村有机蔬菜农场甘蓝 *Brassica oleracea* L. 和番薯 *Ipomoea batatas* (L.) 作物, 在室内用黄粉虫 *Tenebrio molitor* (L.) 幼虫及蛹饲养 5 代以上。

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith): 于 2019 年 4 月, 从广州市从化区鳌头镇西塘村农

耕田缘生态农场玉米基地 (N 23.6185, E 113.4947) 以及花都区花山镇红群村玉米田 (N 23.4829, E 113.2673) 采收草地贪夜蛾的卵、幼虫及成虫, 带回室内采用斜纹夜蛾人工饲料饲养 (陈其津等, 2000), 采用 F_2 代作为试验材料。环境条件为温度 $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $60\% \sim 70\%$ 、光周期 16L:8D (光照:黑暗) 条件下。

1.2 试验方法

1.2.1 角厉蝽对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食作用

本试验测定叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫以及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食作用, 其中当叉角厉蝽为 3 龄若虫时, 将草地贪夜蛾 3 龄幼虫的密度设置为 3、6、9、12、18、24、30 头/皿 7 个水平梯度; 当叉角厉蝽为 5 龄若虫以及雌、雄成虫时, 对应草地贪夜蛾 3 龄幼虫的密度设定为 5、10、15、20、30、40、60 头/皿 7 个水平梯度。分别将 1 头经饥饿 24 h 处理的相应虫态的叉角厉蝽与不同密度的草地贪夜蛾幼虫进行组合后放入塑料培养皿 (直径 9 cm) 中, 同时在培养皿中投放足量的人工饲料供草地贪夜蛾幼虫取食以避免其互相残杀, 24 h 后检查草地贪夜蛾幼虫存活数量。各组合处理重复 5 次。

1.2.2 叉角厉蝽对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食作用

本试验测定叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫以及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食作用, 其中当叉角厉蝽为 3 龄若虫时, 将草地贪夜蛾 5 龄幼虫的密度设置为 2、4、6、9、12、15、20 头/皿 7 个水平梯度; 当叉角厉蝽为 5 龄若虫以及雌、雄成虫时, 对应草地贪夜蛾 5 龄幼虫的密度分别为 3、6、9、12、15、20、30 头/皿 7 个水平梯度。其他处理步骤及重复数量同 1.2.1。

1.3 数据统计与分析

叉角厉蝽不同虫态对草地贪夜蛾幼虫的捕食功能应采用 Holling II 功能反应模型进行拟合 (Holling, 1959), Holling II 功能反应模型如下:

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

其中 Na 为被捕食草地贪夜蛾幼虫的数量, a 为叉角厉蝽捕食草地贪夜蛾幼虫的瞬间攻击率, N 是草地贪夜蛾幼虫的密度, T 是试验的总时间, 本试验中 T 设为 1 d, Th 是处理时间 (即捕食者捕

食 1 头猎物所用的时间)。

采用 SAS 9.1 软件中 NLIN 语句进行 Holling-II 模型方程的拟合, 采用 one-way ANOVA 对叉角厉蝽 5 龄若虫、雌成虫及雄成虫之间捕食量差异进行方差分析, 使用 Duncan's 复极差方法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 叉角厉蝽对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食量

在试验设置的猎物密度梯度范围内, 叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食量均随猎物密度的上升而不断增加, 而后捕食量增幅逐渐减缓, 达到一种饱和捕食状态 (表 1、表 2)。如当草地贪夜蛾 3 龄幼虫密度升至 9 头/皿时, 叉角厉蝽 3 龄若虫的捕食量开始趋于平稳, 日均捕食量介于 6.20 ~ 6.60 头之间, 在试验设置的最高猎物密度 30 头/皿时, 猎物被捕食率为 20.67% (表 1)。而叉角厉蝽 5 龄若虫及雌、雄成虫的捕食量在草地贪夜蛾幼虫密度升至 40 ~ 60 头/皿时趋向平稳状态, 捕食量分别介于 32.00 ~ 32.20、19.20 ~ 19.40、18.00 ~ 18.20 头之间, 在试验设置的最高猎物密度 60 头/皿时, 相应的猎物被捕食率分别为 53.67%、32.33%、30.33% (表 2)。比较叉角厉蝽各虫态的捕食量可以发现, 在饱和猎物密度条件下, 叉角厉蝽 3 龄若虫的捕食量明显低于 5 龄若虫以及雌、雄成虫, 而雌、雄成虫间的捕食量差异不明显, 但均明显低于 5 龄若虫的捕食量, 即叉角厉蝽 5 龄若虫具有最强的捕食能力 (表 1、表 2)。

2.2 叉角厉蝽对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食量

在试验设置的猎物密度梯度范围内, 叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食量也随猎物密度的上升而不断增加, 然后捕食量增幅逐渐收窄 (表 3、表 4)。当草地贪夜蛾 5 龄幼虫密度介于 9 ~ 20 头/皿时, 叉角厉蝽 3 龄若虫的捕食量介于 4.00 ~ 4.60 头之间 (表 3)。当叉角厉蝽 5 龄若虫及雌、雄成虫在猎物密度升至 15 ~ 30 头/皿时, 捕食量趋于平稳状态, 捕食量分别介于 6.40 ~ 7.80、6.00 ~ 6.40、5.00 ~ 5.50 头之间。与捕食草地贪夜蛾 3 龄幼虫相比较, 叉角厉蝽雌、雄成虫对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食量与 5 龄若虫的捕食量差距明显缩小 (表 2、表 4)。

表 1 叉角厉蝽 3 龄若虫对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食量 (头/d)

Table 1 The number of the 3rd instar larvae of *Spodoptera frugiperda* consumed by the 3rd instar nymph of *Eocanthecona furcellata*

叉角厉蝽虫态 Stage of <i>E. furcellata</i>	草地贪夜蛾幼虫密度 (头/皿) Densities of the 3 rd instar larvae of <i>S. frugiperda</i>						
	3	6	9	12	18	24	30
3 龄若虫 3 rd instar nymph	3.00 ± 0.00	4.80 ± 0.49	6.20 ± 0.86	6.40 ± 0.40	6.40 ± 0.51	6.60 ± 0.51	6.20 ± 0.49

表 2 叉角厉蝽 5 龄若虫及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食量 (头/d)

Table 2 The number of the 3rd instar larvae of *Spodoptera frugiperda* consumed by the 5th instar nymph, female and male adult of *Eocanthecona furcellata*

叉角厉蝽虫态 Stage of <i>E. furcellata</i>	草地贪夜蛾幼虫密度 (头/皿) Densities of the 3 rd instar larvae of <i>S. frugiperda</i>						
	5	10	15	20	30	40	60
5 龄若虫 5 th instar nymph	5.00 ± 0.00 a	9.80 ± 0.20 a	15.00 ± 0.00 a	19.20 ± 0.58 a	25.20 ± 1.83 a	32.00 ± 2.39 a	32.20 ± 2.52 a
雌成虫 Female adult	4.60 ± 0.24 a	7.60 ± 0.81 b	13.00 ± 1.26 ab	16.00 ± 2.07 a	17.60 ± 2.06 b	19.20 ± 5.24 b	19.40 ± 1.17 b
雄成虫 Male adult	4.40 ± 0.40 a	7.00 ± 0.84 b	12.00 ± 0.84 b	15.20 ± 1.02 a	17.40 ± 1.63 b	18.00 ± 2.17 b	18.20 ± 0.92 b

注: 表中同一列数据 (平均值 ± 标准误) 后不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平上差异显著 (Duncan's 复极差检验)。表 4 同。
Note: Mean ± SE values within the same column followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$ (Duncan's multiple range test). The same to table 4.

表 3 叉角厉蝽 3 龄若虫对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食量 (头/d)

Table 3 The number of the 5th instar larvae of *Spodoptera frugiperda* consumed by the 3rd instar nymph of *Eocanthecona furcellata*

叉角厉蝽虫态 Stage of <i>E. furcellata</i>	草地贪夜蛾幼虫密度 (头/皿) Densities of the 5 th instar larvae of <i>S. frugiperda</i>						
	2	4	6	9	12	15	20
3 龄若虫 3 rd instar nymph	1.40 ± 0.24	2.60 ± 0.24	3.40 ± 0.24	4.20 ± 0.20	4.60 ± 0.40	4.60 ± 0.40	4.00 ± 0.32

表 4 叉角厉蝽 5 龄若虫及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食量 (头/d)

Table 4 The number of the 5th instar larvae of *Spodoptera frugiperda* consumed by the 5th instar nymph, female and male adult of *Eocanthecona furcellata*

叉角厉蝽虫态 Stage of <i>E. furcellata</i>	草地贪夜蛾幼虫密度 (头/皿) Densities of the 5 th instar larvae of <i>S. frugiperda</i>						
	3	6	9	12	15	20	30
5 龄若虫 5 th instar nymph	2.40 ± 0.24 a	4.20 ± 0.58 a	4.20 ± 0.37 a	6.00 ± 0.89 a	7.60 ± 0.81 a	6.40 ± 1.08 a	7.80 ± 0.66 a
雌成虫 Female adult	2.80 ± 0.20 a	3.80 ± 0.58 a	4.80 ± 0.49 a	5.20 ± 0.58 a	6.00 ± 0.55 ab	6.40 ± 0.68 a	6.40 ± 1.08 ab
雄成虫 Male adult	2.50 ± 0.24 a	4.00 ± 0.51 a	4.00 ± 0.97 a	5.00 ± 0.73 a	5.00 ± 0.55 b	5.25 ± 0.24 a	5.50 ± 0.71 b

2.3 叉角厉蝽捕食草地贪夜蛾幼虫的功能反应参数

叉角厉蝽各虫态对草地贪夜蛾 3 龄与 5 龄幼虫的捕食功能反应均符合 Holling II 方程 (表 5)。从反映天敌对猎物捕食效能的综合指标 a/Th 值 (a 为瞬时攻击率, Th 为处置单头猎物的时间) (周集中和陈常铭, 1986) 来看, 叉角厉蝽各虫态对草地贪夜蛾幼虫捕食能力强弱的顺序依次为:

5 龄若虫 > 雌成虫 > 雄成虫 > 3 龄若虫, 其中捕食草地贪夜蛾 3 龄幼虫的 a/Th 值依次为 82.25、40.39、36.12、17.19, 捕食草地贪夜蛾 5 龄幼虫的 a/Th 值依次为 11.36、10.75、9.63、7.45 (表 5)。相同虫态的叉角厉蝽捕食草地贪夜蛾 3 龄幼虫的 a/Th 值高于 5 龄幼虫, 说明叉角厉蝽对草地贪夜蛾的低龄幼虫具有更强的攻击力 (表 5)。

表 5 叉角厉蝽对草地贪夜蛾幼虫的捕食功能反应参数

Table 5 Functional response parameters of *Eocanthecona furcellata* prey on the larvae of *Spodoptera frugiperda*

叉角厉蝽虫态 Stage of <i>E. furcellata</i>	草地贪夜蛾虫态 Stage of <i>S. frugiperda</i>	功能反应方程 Function response equation	瞬间攻击率 (a) Attacking efficiency	处置时间 (d) (Th) Handling time	a/Th	R^2	P
3 龄若虫 3 rd instar nymph	3 龄幼虫 3 rd instar larvae	$Na = 2.2759N / (1 + 0.3013N)$	2.2759	0.1324	17.19	0.9957	<0.0001
	5 龄幼虫 5 th instar larvae	$Na = 1.3045N / (1 + 0.2285N)$	1.3045	0.1752	7.45	0.9898	<0.0001
5 龄若虫 5 th instar nymph	3 龄幼虫 3 rd instar larvae	$Na = 1.4064N / (1 + 0.0240N)$	1.4064	0.0171	82.25	0.9937	<0.0001
	5 龄幼虫 5 th instar larvae	$Na = 1.0931N / (1 + 0.1052N)$	1.0931	0.0962	11.36	0.9882	<0.0001
雌成虫 Female adult	3 龄幼虫 3 rd instar larvae	$Na = 1.4781N / (1 + 0.5410N)$	1.4781	0.0366	40.39	0.9922	<0.0001
	5 龄幼虫 5 th instar larvae	$Na = 1.3530N / (1 + 0.1699N)$	1.3530	0.1259	10.75	0.9984	<0.0001
雄成虫 Male adult	3 龄幼虫 3 rd instar larvae	$Na = 1.3941N / (1 + 0.0538N)$	1.3941	0.0386	36.12	0.9905	<0.0001
	5 龄幼虫 5 th instar larvae	$Na = 1.5112N / (1 + 0.2371N)$	1.5112	0.1569	9.63	0.9979	<0.0001

3 结论与讨论

本研究结果表明, 叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫以及雌、雄成虫对草地贪夜蛾 3 龄及 5 龄幼虫的捕食功能反应均符合 Holling-II 模型, 叉角厉蝽各虫态的捕食能力存在较大差异, 其中以 5 龄若虫的捕食能力最强, 其它依次为雌成虫、雄成虫、3 龄若虫。同一虫态叉角厉蝽对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食量明显高于 5 龄幼虫, 出现这种现象的主要

原因在于, 草地贪夜蛾 3 龄幼虫的个体较小, 叉角厉蝽需捕食更多的猎物才能满足其生长发育及生殖的营养需求, 且草地贪夜蛾 3 龄幼虫的防御能力较弱, 使得叉角厉蝽在单位时间内能处置更多的猎物。而草地贪夜蛾 5 龄幼虫的个体较大, 叉角厉蝽只需取食较少的个体即能满足于其营养需求, 同时草地贪夜蛾 5 龄幼虫在受到叉角厉蝽的攻击时, 表现出较强的防御反应, 一定程度上削弱了叉角厉蝽对猎物的处置效率, 从而导致取食个体数量的减少。

唐艺婷等 (2019a, 2019b) 采用捕食功能反应方法评价了同为益蝽亚科的蠋蝽与益蝽 5 龄若虫对草地贪夜蛾 6 龄幼虫的捕食效能, 在饱和猎物密度条件下, 蠋蝽与益蝽 5 龄若虫的捕食量约为 2.5 头与 3 头, 相应的 a/Th 值为 4.27 与 7.03, 均低于本实验中叉角厉蝽 5 龄若虫对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食量与 a/Th 值。

宫靖焘等 (2019) 报道了叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫及雌成虫对斜纹夜蛾 3 龄、5 龄幼虫的捕食效能, 在饱和猎物密度条件下, 叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫及雌成虫对斜纹夜蛾 3 龄幼虫的捕食量分别为 10.00、11.00、15.60 头, 相应虫态叉角厉蝽对斜纹夜蛾 5 龄幼虫的捕食量分别为 5.80、7.20、7.80 头, 均以雌成虫的捕食量最大。本试验中叉角厉蝽 3 龄、5 龄若虫及雌成虫对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的实际日最大捕食量分别为 6.60、32.20、19.40 头, 对草地贪夜蛾 5 龄幼虫的捕食量分别为 4.60、7.80、6.40 头, 均以叉角厉蝽 5 龄若虫的捕食量最大。综合来看, 叉角厉蝽对草地贪夜蛾及斜纹夜蛾幼虫均具强的捕食能力, 对两种害虫 5 龄幼虫的捕食量相近, 但叉角厉蝽 5 龄若虫与雌成虫对草地贪夜蛾 3 龄幼虫的捕食量高于斜纹夜蛾 3 龄幼虫。

本试验是在实验室设定的猎物密度及环境条件下进行的, 后续的研究需进一步考虑需考虑猎物丰富度、种间与种内竞争、温度、光周期、作物类型及生育期等生物与非生物因素对叉角厉蝽实际控害效能的影响, 以期应用叉角厉蝽防控草地贪夜蛾提供更为全面的理论依据与技术支持。

参考文献 (References)

- Chen QJ, Li GH, Pang Y, *et al.* A simple artificial diet for mass rearing of some noctuid species [J]. *Insect Knowledge*, 2000, 37 (6): 325–327. [陈其津, 李广宏, 庞义, 等. 饲养五种夜蛾科昆虫的一种简易人工饲料 [J]. 昆虫知识, 2000, 37 (6): 325–327]
- Chen R, Liang GW, Zhang ZY, *et al.* The functional response of *Cantoneconidae furcellata* (Hemiptera: Asopinae) to *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (2): 401–406. [陈然, 梁广文, 张拯研, 等. 叉角厉蝽对斜纹夜蛾的捕食功能反应 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (2): 401–406]
- Gong JY, Chen KW, Wen J, *et al.* Predatory capacity of *Eocanthecona furcellata* (Wolff) reared with artificial diets [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (3): 471–478. [宫靖焘, 陈科伟, 温健, 等. 人工饲料饲养的叉角厉蝽对昆虫的捕食能力评价 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (3): 471–478]
- Holling, CS. The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the European pine sawfly [J]. *The Canadian Entomologist*, 1959, 91 (5): 293–320.
- Li WH, Jia CJ, Chen HP, *et al.* Functional response of *Eocanthecona furcellata* (Wolff) to the larvae of *Heortia vitessoides* (Moore) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (4): 843–848. [李文华, 贾彩娟, 陈惠平, 等. 叉角厉蝽对黄野螟幼虫的捕食功能反应 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (4): 843–848]
- Malaquias JB, Ramalho FS, Omoto C, *et al.* Imidacloprid affects the functional response of predator *Podisus nigripinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) to strains of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) on Bt cotton [J]. *Ecotoxicology*, 2014, 23 (2): 192–200.
- Montezano DG, Specht A, Sosa-Gómez DR, *et al.* Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas [J]. *African Entomology*, 2018, 26 (2): 286–301.
- Prasanna BM, Huesing JE, Eddy R, *et al.* Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management (First Edition) [M]. Mexico, CDMX: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), 2018, 45–57.
- Rai PS. *Eocanthecona furcellata* (Wolff), a predator of leafing caterpillars of rice [J]. *Currence Science*, 1978, 47 (15): 556–557.
- Rose AH, Silversides RH, Lindquist OH. Migration flight by an aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) and a noctuid, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *The Canadian Entomologist*, 1975, 107 (6): 567–576.
- Shapiro JP, Legaspi JC. Assessing biochemical fitness of predator *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) in relation to food quality: Effects of five species of prey [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 2006, 99 (2): 321–326.
- Tang YT, Li YY, Liu CX, *et al.* Predation and behavior of *Arma chinensis* (Fallou) to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) [J/OL]. *Plant Protection*, 2019a, 45 (4): 65–68. [唐艺婷, 李玉艳, 刘晨曦, 等. 蠋蝽对草地贪夜蛾的捕食能力评价和捕食行为观察 [J/OL]. 植物保护, 2019a, 45 (4): 65–68]
- Tang YT, Wang MQ, Chen HY, *et al.* Predation and behavior of *Picromerus lewisi* Scott to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) [J/OL]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2019b, <https://doi.org/10.16409/j.cnki.2095-039x.2019.04.005>. [唐艺婷, 王孟卿, 陈红印, 等. 益蝽对草地贪夜蛾的捕食能力评价和捕食行为观察 [J/OL]. 中国生物防治学报, 2019b, <https://doi.org/10.16409/j.cnki.2095-039x.2019.04.005>]
- Todd EL, Poole RW. Keys and illustrations for the armyworm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guenee from the Western Hemisphere [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1980, 73 (6): 722–738.
- Wang L, Chen KW, LU YY. Long-distance spreading speed and trend predication of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in China [J/OL]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (4): 683–694. [王磊, 陈科伟, 陆永跃. 我国草地贪夜蛾入侵扩张

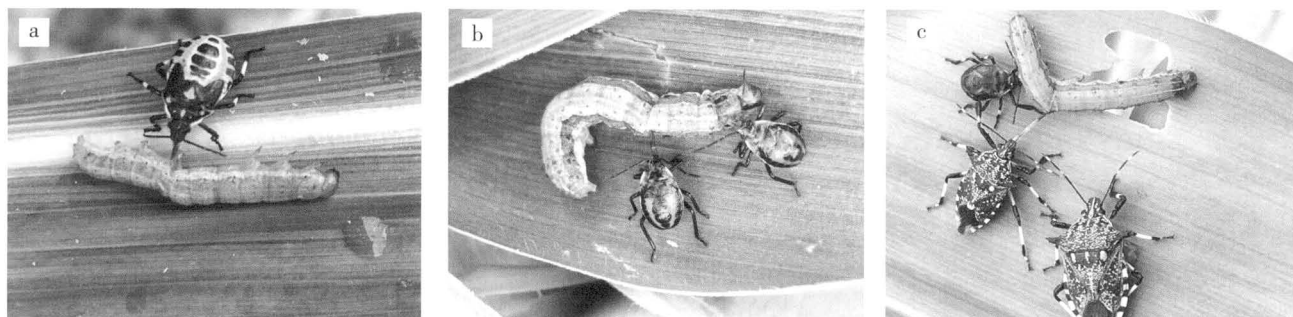
动态与发生趋势预测 [J/OL]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (4): 683 - 694]

- Xie QM, Liang GW, Luo S, *et al.* Observation of the predacious function of a bug *Cantheconidae furcellata* on litchi looper *Thalassodes proquadria* [J]. *Jiangxi Science*, 2001, 19 (1): 21 - 23. [谢钦铭, 梁广文, 罗诗, 等. 叉角厉蝽对绿额翠尺蛾幼虫的捕食作用的初步研究 [J]. 江西科学, 2001, 19 (1): 21 - 23]
- Xu QX, Wang S, Tian RB, *et al.* Study on the predation potential of *Chrysopa pallens* on *Spodoptera frugiperda* [J/OL]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (4): 754 - 759. [徐庆宣, 王松, 田仁斌, 等. 大草蛉对草地贪夜蛾捕食潜能研究 [J/OL]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (4): 754 - 759]
- Zanuncio JC, Silva CAD, Lima ER, *et al.* Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) [J].

Brazilian Archives of Biology and Technology, 2008, 51 (1): 121 - 125.

- Zhang ML, Lu CQ. Rearing of *Eocanthecona furcellata* [J]. *Natural Enemies*, 1996, 18 (1): 74 - 77. [张敏玲, 卢传权. 叉角厉蝽的饲养 [J]. 昆虫天敌, 1996, 18 (1): 74 - 77]
- Zhu DF. Studies on the characteristics of *Eocanthecona furcellata* (Hemiptera: Asopinae) [J]. *Natural Enemies*, 1990, 12 (2): 71 - 74. [朱涤芳. 叉角厉蝽生物学特性研究 [J]. 昆虫天敌, 1990, 12 (2): 71 - 74]
- Zhou JZ, Chen CM. Predation of wolf spider, *Lycosa pseudoannulata* on brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, and its simulation model I. functional response [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 1986, 2 (1): 2 - 9. [周集中, 陈常铭. 拟环纹狼蛛对褐飞虱的捕食作用及其模拟模型的研究 I. 功能反应 [J]. 生物防治通报, 1986, 2 (1): 2 - 9]

附图 1 (Appendix Fig. 1)



附图 1 叉角厉蝽捕食草地贪夜蛾幼虫

Appendix Fig. 1 *Eocanthecona furcellata* preying on the larva of *Spodoptera frugiperda*

注: a, 叉角厉蝽 5 龄若虫捕食草地贪夜蛾 5 龄幼虫; b, 叉角厉蝽 4 龄若虫捕食草地贪夜蛾 6 龄幼虫; c, 叉角厉蝽 4 龄若虫和成虫捕食草地贪夜蛾 5 龄幼虫。Note: a, the 5th instar nymph of *E. furcellata* preying on the 5th instar larva of *S. frugiperda*; b, the 4th instar nymphs of *E. furcellata* preying on the 6th instar larva of *S. frugiperda*; c, the 4th instar nymph and adults of *E. furcellata* preying on the 5th instar larva of *S. frugiperda*.