

益蝽对烟草斜纹夜蛾幼虫的捕食能力评价

杨青青¹, 陈岗^{2*}, 方亮², 吴子云², 丁以纾², 胡小东², 李文标², 孔垂旭¹

(1. 云南绿叶生防科技有限公司, 云南玉溪 653100; 2. 云南省烟草公司楚雄州公司, 云南楚雄 675000)

摘要 为明确捕食性天敌昆虫益蝽捕食烟草斜纹夜蛾的能力, 在温度(25±1)℃、相对湿度(65±5)%、光周期 16L:8D 的室内条件下, 开展了益蝽捕食烟草斜纹夜蛾幼虫的捕食功能反应试验。结果显示, 益蝽对烟草斜纹夜蛾 3、4、5 龄幼虫的捕食功能反应均符合 Holling II 方程; 益蝽成虫对 3、4、5 龄斜纹夜蛾的日最大捕食量分别为 59.20、27.36、9.68 头; 瞬时攻击率分别为 1.077 3、1.070 5、1.529 6; 处置时间分别为 0.016 9、0.036 5、0.103 3 d; 从反应捕食能力的 a/Th 值来看, 益蝽捕食 3、4、5 龄幼虫的 a/Th 值分别为 63.77、29.29、14.81, 表明益蝽对 3 龄幼虫具有最强的捕食力。表明在利用益蝽进行生物防治时, 当田间斜纹夜蛾幼虫达到 3 龄高峰时, 释放益蝽可取得更好的防治效果。

关键词 益蝽; 斜纹夜蛾幼虫; 捕食功能

中图分类号 S476.2 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)09-0140-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.09.035



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Evaluation of Predation Ability of *Picromerus lewisi* to *Spodoptera litura* Larvae

YANG Qing-qing¹, CHEN Gang², FANG Liang² et al (1. Yunnan Green Leaf Bio-control Technology Co., Ltd., Yuxi, Yunnan 653100; 2. Yunnan Tobacco Company Chuxiong Prefecture Company, Chuxiong, Yunnan 675000)

Abstract In order to determine the predatory ability of the natural enemy *Picromerus lewisi* to *Spodoptera litura* larvae, the predatory ability of *Picromerus lewisi* to *Spodoptera litura* larvae was tested under the indoor conditions of temperature(25±1)℃, relative humidity(65±5)%, photoperiod(16L:8D). The results showed that the predatory function response of the insect *Picromerus lewisi* to the tobacco *Spodoptera litura* 3, 4, and 5 instars all accorded with the Holling II disc equation. The daily maximum predation of the adult of the *Picromerus lewisi* to the 3rd, 4th and 5th instar *Spodoptera litura* was 59.20, 27.36 and 9.68 respectively; the instantaneous attack rate was 1.077 3, 1.070 5 and 1.529 6 respectively; the disposal time was 0.016 9, 0.036 5 and 0.103 3 d respectively; from the point of view of the a/Th value that reflecting the strength of predation ability, a/Th values of the 3rd, 4th, and 5th instar larvae of the *Picromerus lewisi* were 63.77, 29.29 and 14.81, respectively, which indicated that the predation ability of the *Picromerus lewisi* to the third instar *Spodoptera litura* was the strongest. The results showed that when the *Picromerus lewisi* was used for biological control, when the field *Spodoptera litura* larva reached the third instar peak, the *Picromerus lewisi* could be released to achieve better control effects.

Key words *Picromerus lewisi*; *Spodoptera litura* larvae; Predator function

益蝽(*Picromerus lewisi*(Scott))隶属于半翅目 Hemiptera, 蝽科 Pentatomidae, 益蝽亚科 Asopinae, 在我国各省以及日本、朝鲜、俄罗斯等亚洲区域^[1-2]均有分布, 能捕食鳞翅目、双翅目等农业害虫, 尤其喜嗜鳞翅目害虫如黏虫(*Mythimna separate*(Walker))、甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hübner)、棉铃虫(*Helicoverpa armigera* Hübner)、小菜蛾(*Plutella xylostella*(L.))、斜纹夜蛾(*Spodoptera litura* Fabricius)、草地贪夜蛾(*Spodoptera frugiperda*(J. E. Smith))等^[3-7], 是一种重要的捕食性天敌昆虫。

斜纹夜蛾(*Spodoptera litura* Fab.)属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae, 是一种世界各地广泛分布的重要农业害虫, 该虫不但分布极广, 而且寄主范围也非常广泛, 包括 99 科近 300 种植物^[8-9], 初龄幼虫取食下表皮及叶肉, 3 龄以后咬孔或从叶缘起吃, 形成虫孔, 严重时仅剩叶脉^[10]。斜纹夜蛾具有杂食性、暴食性等特点, 且具有极强的抗药性, 在气候食物适宜时能短时间暴发成灾, 造成重大经济损失^[11-14]。目前斜纹夜蛾的防治手段仍以施用农药为主, 不但容易使斜纹夜蛾形成抗药性而且会对环境造成污染, 而利用天敌昆虫

“以虫治虫”的生物防治手段则可弥补化学防治带来的负面影响。斜纹夜蛾天敌昆虫众多, 益蝽是其中之一^[15], 为进一步探明益蝽对斜纹夜蛾的捕食能力, 笔者在室内条件下开展了益蝽捕食斜纹夜蛾 3 龄、4 龄、5 龄幼虫的功能反应试验, 旨在为斜纹夜蛾的田间生物防治提供参考, 为后续的进一步试验提供基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料 斜纹夜蛾采自云南省玉溪市研和镇向家庄烟田, 在室内以烟叶、大豆叶等饲养 2 代以上的 3 龄、4 龄、5 龄幼虫作为备用。

益蝽为云南省绿叶生防科技有限公司天敌昆虫规模化繁育基地提供, 饲养温度(25±1)℃, 相对湿度(65±5)%, 以黄粉虫蛹饲喂多代, 供试益蝽为羽化 24 h 内的成虫。

1.2 试验方法 试验前先将供试益蝽在上口直径 15 cm、下口直径 9 cm、高度 10 cm 的饲养盒内单头隔离, 饲养盒内放入浸湿的脱脂棉为益蝽提供水分, 先进行饱食 24 h 再饥饿 24 h 的预处理, 使供试益蝽基本处于相同的饥饿水平。饥饿处理完毕后, 将准备好的斜纹夜蛾幼虫放入养虫盒, 同时提供新鲜烟叶供其取食, 避免幼虫发生自残。3 龄斜纹夜蛾密度分别设为 10、20、30、40、50、60 头/盒; 4 龄斜纹夜蛾密度分别设为 5、10、15、20、25、30 头/盒; 5 龄斜纹夜蛾密度分别设为 4、6、8、10、15、20 头/盒。每个龄期的处理均重复 5 次, 24 h 后检查各龄期不同密度斜纹夜蛾幼虫的剩余活虫数。

基金项目 云南省烟草公司科技计划项目“叉角厉蝽规模化生产关键技术研究与推广应用”(云烟科[2020]39号)。

作者简介 杨青青(1993—), 女, 云南通海人, 从事烟草病虫害生物防治研究。* 通信作者, 高级农艺师, 硕士, 从事烟草栽培和病虫害生物防治研究。

收稿日期 2021-09-05; **修回日期** 2022-03-10

1.3 数据分析 功能反应方程: $N_a = aNT / (1 + aT_h N)$ [16], 搜寻效应方程: $S = a / (1 + aT_h N)$ [17], 式中, N 为斜纹夜蛾幼虫的密度, N_a 为捕食斜纹夜蛾幼虫的数量, a 为瞬时攻击率, T 为试验总时间(该试验中 T 设为 1 d), T_h 是处理猎物时间, S 为搜寻效应。

试验原始数据先采用 Excel 初步统计整理,再用 Graphpad Prism 8.02 分析并作图。

2 结果与分析

2.1 捕食不同龄期斜纹夜蛾幼虫的益蝽日平均捕食量 益蝽对烟草斜纹夜蛾的日平均捕食量见图 1。由图 1 可知,随着斜纹夜蛾 3、4、5 龄幼虫密度的升高,益蝽捕食斜纹夜蛾的

数量也随之增加,到后期这种上升趋势逐渐趋于缓和,直至达到饱和状态。在设置的最大密度范围内,益蝽对烟草斜纹夜蛾 3、4、5 龄幼虫的日最大平均捕食量分别是 31.40、16.60、7.20 头。

2.2 益蝽成虫捕食斜纹夜蛾的功能反应方程 益蝽成虫捕食斜纹夜蛾 3、4、5 龄幼虫的功能反应方程及参数见表 1。由表 1 可知,益蝽的捕食功能反应方程符合 Holling II 圆盘模型。益蝽成虫对 3 个龄期斜纹夜蛾的捕食功能方程中,5 龄幼虫的瞬时攻击率最高,为 1.529 6;捕食 3 龄幼虫的处置时间最短且日最大捕食量最高,分别为 0.016 9 d 和 59.20 头。

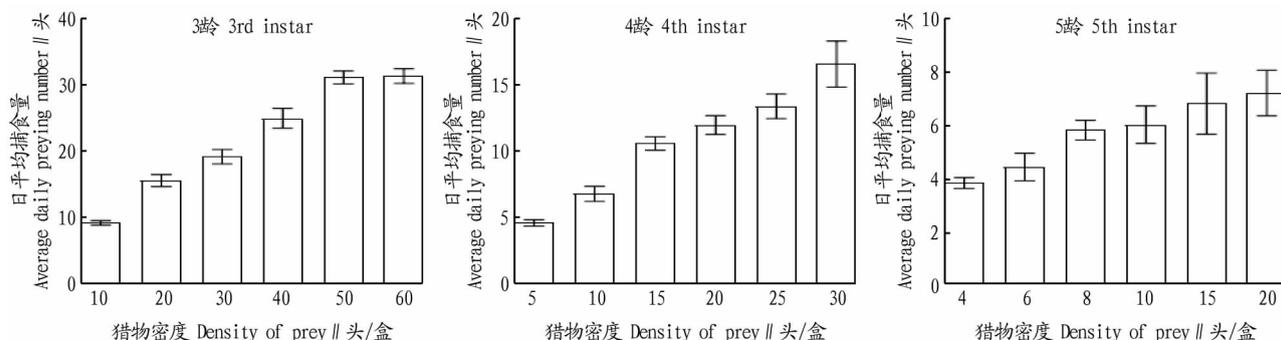


图 1 益蝽对斜纹夜蛾幼虫的日平均捕食量

Fig. 1 Average daily numbers of *S. litura* larvae consumed by *P. lewisi*

表 1 益蝽捕食不同龄期斜纹夜蛾的功能反应参数

Table 1 The predation function response of *P. lewisi* to larvae at different instar of *S. litura*

龄期 <i>Spodoptera</i> <i>litura</i> Fab. age	功能反应方程 Functional response equation	瞬时攻击率 Attacking efficiency	处置时间 Handling time//d	日最大捕食量 Maximum prey consumed daily//头	a/T_h	R^2	P
3 龄幼虫 3rd instar	$N_a = 1.077 3N / (1 + 0.018 2N)$	1.077 3	0.016 9	59.20	63.77	0.968 9	0.000 4
4 龄幼虫 4th instar	$N_a = 1.070 5N / (1 + 0.039 1N)$	1.070 5	0.036 5	27.36	29.29	0.979 0	0.000 2
5 龄幼虫 5th instar	$N_a = 1.529 6N / (1 + 0.158 0N)$	1.529 6	0.103 3	9.68	14.81	0.861 5	0.007 6

2.3 益蝽成虫捕食烟草斜纹夜蛾幼虫的搜寻效应 益蝽成虫捕食斜纹夜蛾 3、4、5 龄幼虫的搜寻效应见图 2。从图 2 可

以看出,益蝽成虫的搜寻效应均随着斜纹夜蛾幼虫密度的升高而降低。

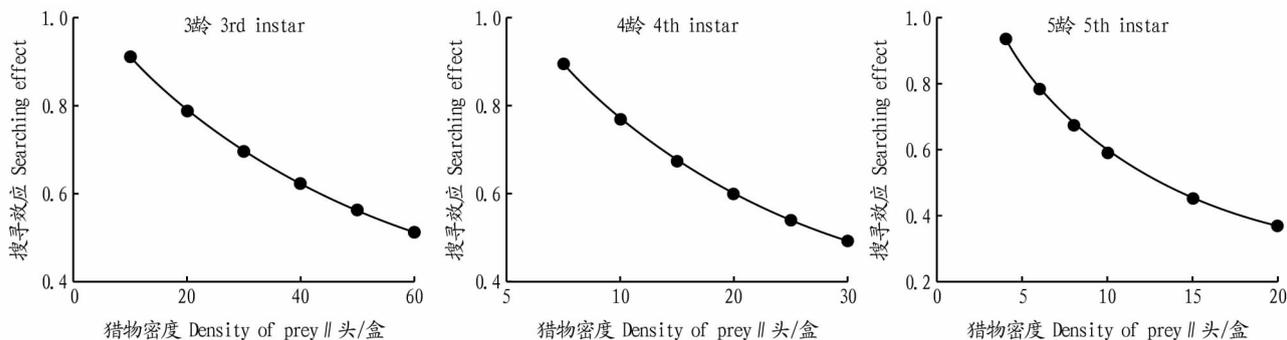


图 2 益蝽捕食斜纹夜蛾幼虫的搜寻效应

Fig. 2 Searching efficiency of *P. lewisi* to *S. litura* larvae

3 结论与讨论

斜纹夜蛾作为烟草上的一种重要害虫,其幼虫能够对烟株根、茎、叶造成严重的危害,致使烟叶减产,造成重大经济损失,开展斜纹夜蛾的绿色防治技术研究显得极其迫切。自 1956 年 Holling [16] 提出反应捕食者与被捕食之间功能关系的

模型方程以来,因其较好的实用性和适用性,已成为众多学者研究捕食者捕食能力的一种重要方法。采用 Holling 模型不仅可以评价天敌昆虫对猎物的捕食适合度,还可预测利用捕食者进行生物防治的有效性 [18]。

该试验结果表明,益蝽捕食烟草斜纹夜蛾的反应方程符

合 Holling II 模型,益蝽的捕食能力与斜纹夜蛾的密度呈正相关,在设置的密度范围内,益蝽的捕食量随着斜纹夜蛾密度的升高而增加,而对斜纹夜蛾的搜寻效应则随着密度的增加而降低,当斜纹夜蛾密度增加到一定程度时,益蝽捕食量的增速逐渐减缓,趋于饱和,这与王燕等^[19]研究蠋蝽的结果一致。根据周集中等^[20]提出的采用 a/T_h 来衡量天敌对害虫的控制能力, a/T_h 越大,则天敌的控害能力越强。该试验中益蝽成虫捕食 3 龄斜纹夜蛾的 a/T_h 值最大,为 63.77,捕食 5 龄斜纹夜蛾的 a/T_h 值最小,为 14.81,表明益蝽对 3 龄斜纹夜蛾的捕食能力强于对 4 龄、5 龄斜纹夜蛾的捕食能力。

蒋杰贤等^[21]研究叉角厉蝽对不同龄期斜纹夜蛾选择捕食作用发现,叉角厉蝽偏向于选择高龄幼虫捕食;谢钦铭等^[22]研究表明,在猎物虫龄混合的情况下,叉角厉蝽首先选择捕食 3 龄以上幼虫,对 1~2 龄幼虫几乎不捕食,这主要是因为高龄幼虫相比于低龄幼虫个体较大,活动能力强,更容易被捕食者发现。该试验中,益蝽在 3~5 龄的中高龄斜纹夜蛾幼虫中,综合比较各参数,益蝽成虫捕食 3 龄幼虫的能力均强于 4 龄、5 龄幼虫,因此在田间实际应用时,由于斜纹夜蛾在田间有严重的世代重叠现象,几乎各个虫龄都同时存在,可根据田间预测预报,当斜纹夜蛾达到 3 龄高峰时,释放益蝽以达到更好的防治效果。

该试验是在室内条件、温光可控的条件下进行的,然而在自然环境条件下,不受制约的因素众多,会对益蝽、烟草斜纹夜蛾各方面产生影响,从而影响捕食者对猎物的捕食效率,因此,还需在后续试验中,开展自然条件下益蝽成虫的控制效果研究,为田间的推广应用提供释放密度和释放时间等技术参数,从而更好地控制斜纹夜蛾种群密度的增长。

参考文献

- 赵清. 中国益蝽亚科修订及蠋蝽属、辉蝽属和二星蝽属的 DNA 分类学研究(半翅目:蝽科)[D]. 天津:南开大学,2013.
- 林毓鉴,龙骏,章士美,等. 中国益蝽亚科(Asopinae)名录(半翅目:蝽科)[J]. 江西植保,2000,23(2):36-39.
- ZOU D Y, COUDRON T A, WU H H, et al. Performance and cost comparisons for continuous rearing of *Arma chinensis* (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae) on a zoophytophagous artificial diet and a secondary prey [J]. Journal of economic entomology, 2015, 108(2):454-461.
- ZOU D Y, WU H H, COUDRON T A, et al. A meridic diet for continuous rearing of *Arma chinensis* (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae) [J]. Biological control, 2013, 67:491-497.
- ZHAO Q, WANG J, WANG M Q, et al. Complete mitochondrial genome of *Dinorhynchus dybowskyi* (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae) and phylogenetic analysis of *Pentatomomorpha* species [J]. Journal of insect science, 2018, 18(2):1-12.
- 高长启,王志明,余恩裕. 蠋蝽人工饲养技术的研究[J]. 吉林林业科技,1993(2):16-18.
- 王燕,王孟卿,张红梅,等. 益蝽成虫对草地贪夜蛾不同龄期幼虫的捕食能力[J]. 中国生物防治学报,2019,35(5):691-697.
- 秦厚国,叶正襄. 斜纹夜蛾灾变规律与控制[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007.
- 秦厚国,汪笃栋,丁建,等. 斜纹夜蛾寄主植物名录[J]. 江西农业学报,2006,18(5):51-58.
- 胡国栋. 斜纹夜蛾生活习性及其防治[J]. 安徽农业,2003(8):27.
- 桑松,王政,齐江卫,等. 斜纹夜蛾抗药性研究进展[J]. 环境昆虫学报,2013,35(6):808-814.
- 周晓梅,黄炳球. 斜纹夜蛾抗药性及其防治对策的研究进展[J]. 昆虫知识,2002,39(2):98-102.
- 曹天宇,洗继东,王洪峰,等. 广藜香酮对斜纹夜蛾的拒食作用研究[J]. 环境昆虫学报,2013,35(5):623-628.
- 詹秋文,盖钧铨. 大豆种质资源对斜纹夜蛾(*PRODENIA LITURA*)抗性的鉴定[J]. 应用与环境生物学报,2000,6(1):18-23.
- 罗凯,李泽生,高燕,等. 斜纹夜蛾生物防治研究进展[J]. 安徽农业科学,2015,43(10):126-129.
- HOLLING C S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism [J]. The Canadian entomologist, 1959, 91(7):385-398.
- 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京:科学出版社,1994:257-258,303-304.
- 庄丽,李为争,杨雷,等. 瓢虫对蚜虫功能反应的影响因子[J]. 华中昆虫研究,2012,8(00):30-35.
- 王燕,张红梅,尹艳琼,等. 蠋蝽成虫对草地贪夜蛾不同龄期幼虫的捕食能力[J]. 植物保护,2019,45(5):42-46.
- 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.
- 蒋杰贤,梁广文. 叉角厉蝽对斜纹夜蛾不同龄期幼虫的选择捕食作用[J]. 生态学报,2001,21(4):684-687.
- 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.
- 李娟,王丹,白春燕,等. 不同化学药剂和菌剂对钙果苗根瘤病的防治效果[J]. 安徽农业科学,2017,45(27):164-167.
- 马雪莉,徐钦军,范以香,等. 生物菌剂防治大樱桃根瘤病田间药效试验报告[J]. 农业与技术,2019,39(23):21-22,49.
- 孙艳丽,王慧敏,王建辉,等. 苹果根瘤病菌系及生物防治的初步研究[J]. 植物病理学报,2000,30(4):332-336.
- 陈秀光,肖柏辉. 樱花根瘤病防治技术研究[J]. 林业勘查设计,2005,30(1):72-73.

(上接第 139 页)

- 袁亦文,蒋自珍,王德善. 柑橘黄龙病病情分级标准探讨[J]. 浙江农业科学,2010,51(1):121-123.
- 耿劲良. 果树苗木根瘤病发生规律及其防控技术[J]. 河北果树,2020(1):50.
- 付丽,范昆,曲健祿,等. 樱桃根瘤病的研究进展[J]. 落叶果树,2015,47(2):19-21.