

南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽的捕食功能研究*

李少卡^{1**} 吴明月¹ 林俊旭¹ 李启珊¹ 符振实¹
林明智¹ 孔祥义¹ 张友军^{2,3} 谢文^{2,3***}

(1. 三亚市热带农业科学研究院, 三亚 572000; 2. 中国农业科学研究院蔬菜与花卉研究所, 北京 100081;
3. 三亚中国农业科学院国家南繁研究院, 三亚 572024)

摘要 【目的】研究海南本土长蝽类天敌昆虫对三亚瓜菜上主要害虫的捕食潜力, 为天敌昆虫的田间应用提供基础依据。【方法】在室内不同温度条件下, 当南亚大眼长蝽 *Geocoris ochropterus* Fieber 和西沙大眼长蝽 *Geocoris xishaensis* 与不同害虫共存时, 统计 2 种长蝽分别对普通大蓟马 *Megalurothrips usitatus* Bagrall、豆蚜 *Aphis craccivora* Koch、叶蝉 *Cicadellidae* 和露尾甲 *Haptonchus luteolus* 的取食偏好性, 评估 2 种天敌对主要猎物普通大蓟马的捕食能力。【结果】与蚜虫、叶蝉和露尾甲相比, 2 种长蝽对普通大蓟马具有较强的捕食偏好性, 且对普通大蓟马成虫捕食偏好性高于蓟马若虫。在不同温度的条件下比较 2 种长蝽对普通大蓟马的捕食量, 结果表明 28 °C 是 2 种长蝽的最佳捕食温度, 南亚大眼长蝽雌虫、雄虫、4-5 龄若虫和 2-3 龄若虫对普通大蓟马的最高日捕食量分别为 (49.18±8.71)、(47.23±7.81)、(43.60±10.29) 和 (30.10±4.65) 头/d; 西沙大眼长蝽雌虫、雄虫、4-5 龄若虫和 2-3 龄若虫对普通大蓟马的日捕食量分别达到 (33.37±3.89)、(32.65±5.12)、(23.87±2.37) 和 (27.36±3.19) 头/d。【结论】南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽成虫和若虫对瓜菜上主要害虫均具有一定的捕食潜力, 无论成虫还是若虫对普通大蓟马具有最高的捕食倾向性, 且雌成虫对普通大蓟马成虫的捕食能力最强。研究结果为将来 2 种海南本地长蝽的田间防控应用奠定基础。

关键词 南亚大眼长蝽; 西沙大眼长蝽; 捕食偏好性; 普通大蓟马; 捕食潜力

Predatory function of *Geocoris ochropterus* and *Geocoris xishaensis*

LI Shao-Ka^{1**} WU Ming-Yue¹ LIN Jun-Xu¹ LI Qi-Shan¹ FU Zhen-Shi¹
LIN Ming-Zhi¹ KONG Xiang-Yi¹ ZHANG You-Jun^{2,3} XIE Wen^{2,3***}

(1. Sanya Academy of Tropical Agricultural Sciences, Sanya 572000, China; 2. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 3. National Nanfan Research Institute (Sanya), Chinese Academy of Agricultural Sciences, Sanya 572024, China)

Abstract 【Objectives】To clarify the potential of two predatory stink bugs (*Geocoris ochropterus* Fieber and *G. xishaensis*) as biological controls for the main pests of melons and vegetables in Hainan. 【Methods】The feeding preferences of the two species of stink bug with respect to common thrips, aphids, leafhoppers and nitidulids were determined, and their ability to control common thrips was evaluated. 【Results】Both stink bugs preferred common thrips to the three other pests and adult common thrips to nymphs. The predation rate of both species was highest at 28 °C and the maximum daily capture rates of common thrips by adult female, adult male, 4th-5th instar nymphs and 2nd-3rd instar nymphs of *G. ochropterus* were (49.18 ± 8.71), (47.23 ± 7.81), (43.60 ± 10.29) and (30.10 ± 4.65) ind./day, respectively. The maximum daily capture rates of common

*资助项目 Supported projects: 2021 海南省重大科技计划项目 (ZDKJ2021007); 三亚崖州湾科技城管理局 2020 年度科技计划项目 (SKJC-2020-02-012)

**第一作者 First author, E-mail: 18789327911@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: xiewen@caas.cn

收稿日期 Received: 2022-01-06; 接受日期 Accepted: 2022-02-08

thrips by adult female, adult male, 4th-5th instar nymphs and 2nd-3rd instar nymphs of *G. xishaensis* were (33.37 ± 3.89) , (32.65 ± 5.12) , (23.87 ± 2.37) and (27.36 ± 3.19) ind./day, respectively. **[Conclusion]** Adults and nymphs of *G. ochropterus* and *G. xishaensis* are both potentially effective biological controls for the main pests of melons and vegetables. Both species prefer to prey on common thrips, and females of both species were the most effective predators of adult thrips. These findings provide a foundation for the conservation and application of *G. ochropterus* and *G. xishaensis* as biological control agents in Hainan.

Key words *Geocoris ochropterus*; *Geocoris xishaensis*; predation preference; *Megalurothrips usitatus*; predation potential

南亚大眼长蝽 *Geocoris ochropterus* Fieber 和西沙大眼长蝽 *Geocoris xishaensis* 属半翅目 Hemiptera 大眼长蝽科 Geocoridae Dahlbom 大眼长蝽亚科 Geocoridae Dahlbom 大眼长蝽属 Geocoridae (高翠青, 2010; 周玉等, 2021), 能捕食多种田间害虫, 如桃蚜 *Myzus persicae* Sulzer、普通大蓟马 *Megalurothrips usitatus* Bagrall、叶蝉 *Cicadellidae* 及棉铃虫 *Helicoverpa armigera* Hübner 等 (Stone, 1970; Tamaki and Weeks, 1972; 彩万志等, 2001), 是 2 种极具潜力的捕食性天敌昆虫 (刘丰姣, 2013)。在欧美国家, 针对大眼长蝽属的多种蝽的捕食潜力开展大量研究, 如 *Geocoris punctipes* (Say)、*Geocoris uliginosus* (Say)、*Geocoris lubra* 和 *Geocoris bullatus* (Say) 等 (Stoner, 1970; Waddill and Shepard, 1974; Crocke and Whitcomb, 1980; Joseph and Braman, 2009; Hagler and Cohen, 2011), 且部分已经作为生物防控的天敌昆虫进行商业化生产 (徐学农和王恩东, 2007)。我国对于长蝽属天敌昆虫资源收集及研究起步较晚, 且主要集中在生活史、生物学特性、人工饲料研发、对棉铃虫和盲蝽 *Adelphocoris* sp. 的捕食潜力 (许维谨等, 1981; 崔金杰和马艳, 1997; 马凤梅和吴伟坚, 2005; 仝亚娟等, 2011; 周正, 2012), 以及食物对其生理生化及行为模式的影响等方面 (刘丰姣, 2012), 而本地长蝽天敌昆虫资源的发现以及对大田主要害虫尤其是近年来难以防治的蓟马类害虫的捕食潜力研究甚少。捕食作用是天敌和猎物之间一种重要的相互作用形式 (Jalali *et al.*, 2010), 是研究天敌对猎物捕食能力的一种经典方法。通过研究天敌与猎物之间的捕食作用, 不仅能准确地评价天敌的搜寻能力, 而且为评价天敌对害虫的控制作用提供重要依据, 同时

也可用于检测营养条件等环境因素对天敌捕食的影响 (Holling *et al.*, 1959; Tavares *et al.*, 2012) 以及评价食物的质量 (Castañé and Zapata, 2005)。猎物捕食偏好性可以反映天敌对该种猎物是否具有捕食倾向性, 可以用于评估在自然状态下该天敌昆虫对某种猎物的捕食潜力。

普通大蓟马、豆蚜 *Aphis craccivora* Koch、叶蝉和露尾甲 *Haptonchus luteolus* 均是海南瓜菜生产上重要害虫, 尤其是普通大蓟马, 具有体积小、隐蔽性高及繁殖力强的小型顽固性害虫, 且危害巨大, 难以防治 (黄伟康等, 2018)。目前, 瓜菜生产上防治蓟马仍以喷施化学药剂为主, 但随着化学农药施用频繁, 导致其抗性迅速提高, 增加防治难度, 更给农产品质量安全带来挑战。近年来, 利用天敌昆虫对农林害虫进行防控已成为热点, 生物防治是调控害虫种群密度和减少化学药剂使用且对环境友好的最佳方法之一 (马凤林, 2001; 陈真元等, 2007)。本文就 2 种长蝽类天敌昆虫对海南主要瓜菜生产中危害较为严重的几种害虫的捕食潜力开展研究, 拟采用天敌对猎物的捕食偏好性指数来评估 2 种蝽在几种猎物共存时对某种猎物的捕食能力 (Li *et al.*, 2017), 旨在明确南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对普通大蓟马、豆蚜和叶蝉等害虫的捕食潜力, 为进一步深入研究及利用长蝽防控害虫提供重要依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

供试天敌: 南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽均采自海南省三亚市崖州区, 于三亚市热带农业科学院崖城基地昆虫实验室饲养。试验中所用

不同虫态的 2 种蜡均经 24 h 饥饿处理后使用。

供试猎物：普通大蓟马、豆蚜、叶蝉及露尾甲均采集于三亚市热带农业科学研究院崖城基地未施农药的豇豆和茄子试验田。

1.2 试验方法

1.2.1 南亚大眼长蜡和西沙大眼长蜡对 4 种害虫的捕食偏好性分析 将普通大蓟马、豆蚜、叶蝉及露尾甲各取 30 头混合放置于垫有滤纸的培养皿 ($\Phi=9$ cm) 中, 分别接入单一种类的南亚大眼长蜡或西沙大眼长蜡的雄虫、雌虫、4-5 龄或 2-3 龄若虫各 1 头的, 同时放入一段 2 cm 长的豇豆用以饲养猎物, 封口后将培养皿盖敲出裂缝以保证培养皿内透气。每个处理设置 6 个重复, 以不接入长蜡为对照组, 用以检查各猎物自然死亡数量。室温培养 24 h 后观察各猎物死亡数量, 记录 24 h 内的捕食量并计算偏好性指数。

1.2.2 南亚大眼长蜡和西沙大眼长蜡对普通大蓟马成虫和若虫的捕食力比较 于垫有滤纸的培养皿 ($\Phi=9$ cm) 中接入普通大蓟马成虫和若虫各 50 头, 并放置一段长约 2 cm 的豇豆用以饲养普通大蓟马, 再用毛笔分别轻挑出南亚大眼长蜡和西沙大眼长蜡的雄虫、雌虫、4-5 龄和 2-3 龄若虫各 1 头, 单独接入培养皿中, 观察其对普通大蓟马的捕食量。共计 8 个处理, 包括南亚大眼长蜡和和西沙大眼长蜡的雄虫、雌虫、2-3 龄若虫和 4-5 龄若虫 4 种虫态, 每个处理设置 6 个重复, 以不接入长蜡为对照组, 用以检查害虫自然死亡数量。室温培养 24 h 后观察并记录各蓟马成虫和若虫死亡数量, 并重新补齐数量继续观察, 观察记录数据记为第 2 天和第 3 天的捕食量, 连续观察并记录 5 d; 计算 2 种蜡 24 h 内对不同龄期普通大蓟马的捕食偏好性。

1.2.3 温度对南亚大眼长蜡和西沙大眼长蜡捕食普通大蓟马能力的影响 为观察不同温度下南亚大眼长蜡和西沙大眼长蜡对普通大蓟马的捕食能力, 共设计 9 个处理, 包括南亚大眼长蜡和西沙大眼长蜡成年雄虫、雌虫、4-5 龄和 2-3 龄若虫 4 种虫态及一个空白对照, 每个处理 6 个重复。每个培养皿内接入足量普通大蓟马, 按处理在每个培养皿内分别接入不同虫态的南亚大

眼长蜡和西沙大眼长蜡各 1 头; 以不接入长蜡为对照组, 用以检查害虫自然死亡数量。皿内放置 2 cm 豇豆段和润湿的海绵以提供植物源食物和水分, 分别置于温度为 20、24、28 和 32 °C 的培养箱中培养 24 h, 观察并统计普通大蓟马被捕食的数量, 记为第 1 天的捕食量; 将普通大蓟马补齐数量继续观察, 观察记录数据记为第 2 天及第 3 天的捕食量, 连续观察并记录 5 d, 计算平均每天的捕食量。

1.3 数据统计与分析

用 IBM SPSS Statistics 21 对试验数据进行统计分析, 计算平均值、标准误差及显著差异性; 应用 Microsoft Excel 2019 记录、整理数据和绘制表格, 分别计算对各个害虫的捕食率、捕食偏好性指数及捕食量, 计算公式如下:

各害虫校正捕食量 = (处理虫口数量 - 对照死亡虫口数量),

$$\text{单种猎物捕食率 (\%)} = \frac{\text{该猎物捕食量}}{\text{供试猎物虫口总量}} \times 100,$$

$$\text{单种猎物偏好性指数} = \frac{(\text{单种被捕比例} - \text{单种总比例})}{(\text{单种被捕比例} + \text{单种总比例})}。$$

若偏好性为 0, 表示昆虫对该种猎物无取食偏好性; 若 $0 < \text{偏好性} \leq 1$, 表示昆虫对该种猎物有正取食偏好性; 若 $-1 \leq \text{偏好性} < 0$, 表示昆虫对该种猎物有负取食偏好性。

2 结果与分析

2.1 南亚大眼长蜡和西沙大眼长蜡对瓜菜上 4 种害虫捕食偏好性

在蓟马、蚜虫、叶蝉和露尾甲共存时, 2 种长蜡成虫和若虫对普通大蓟马的捕食偏好性指数均大于 0, 且捕食偏好性指数排序依次为普通大蓟马 > 露尾甲 > 叶蝉 > 蚜虫, 说明 2 种长蜡无论是成虫还是若虫都对普通大蓟马具有最强的捕食倾向 (表 1)。与蚜虫、叶蝉和露尾甲相比, 南亚大眼长蜡成虫和西沙大眼长蜡成虫对普通大蓟马的捕食率也最高 (图 1), 且南亚大眼长蜡雄、雌成虫对普通大蓟马的捕食率分别为 33.33% 和 30.43%, 明显高于蚜虫, 西沙大眼长蜡成虫

表 1 2 种蝽不同虫态对 4 种害虫的捕食偏好性
Table 1 Predation preference of two stink bugs to four pests

种类 Species	虫态 Stage	捕食偏好性指数 Preference index			
		蓟马 Thrips	叶蝉 Leafhopper	蚜虫 Aphid	露尾甲 Nitidulid
南亚大眼长蝽 <i>Geocoris ochropterus</i>	雄成虫 Adult males	0.246 4	- 0.562 1	- 0.291 7	0.043 6
	雌成虫 Adult females	0.430 1	- 0.217 0	- 0.410 3	- 0.217 0
	4-5 龄若虫 4th to 5th instar larvae	0.185 0	0.210 7	- 0.359 2	- 0.144 3
	2-3 龄若虫 2nd to 3rd instar larvae	0.142 9	- 0.338 8	- 0.424 5	0.280 0
西沙大眼长蝽 <i>Geocoris xishaensis</i>	雄成虫 Adult males	0.171 1	- 0.424 2	- 0.477 8	- 0.424 2
	雌成虫 Adult females	0.277 8	- 0.733 3	- 0.733 3	- 0.233 3
	4-5 龄若虫 4th to 5th instar larvae	0.214 5	- 0.878 2	- 0.345 3	- 0.624 2
	2-3 龄若虫 2nd to 3rd instar larvae	0.466 1	- 0.866 3	- 0.254 7	- 0.388 4

表中 0 < 偏好性 < 1, 说明具有正取食偏好性; - 1 < 偏好性 < 0, 说明具有负取食偏好性。表 2 同。
0 < preference index < 1 in the table indicates positive feeding preference; - 1 < preference index < 0 indicats negative feeding preference. The same as table 2.

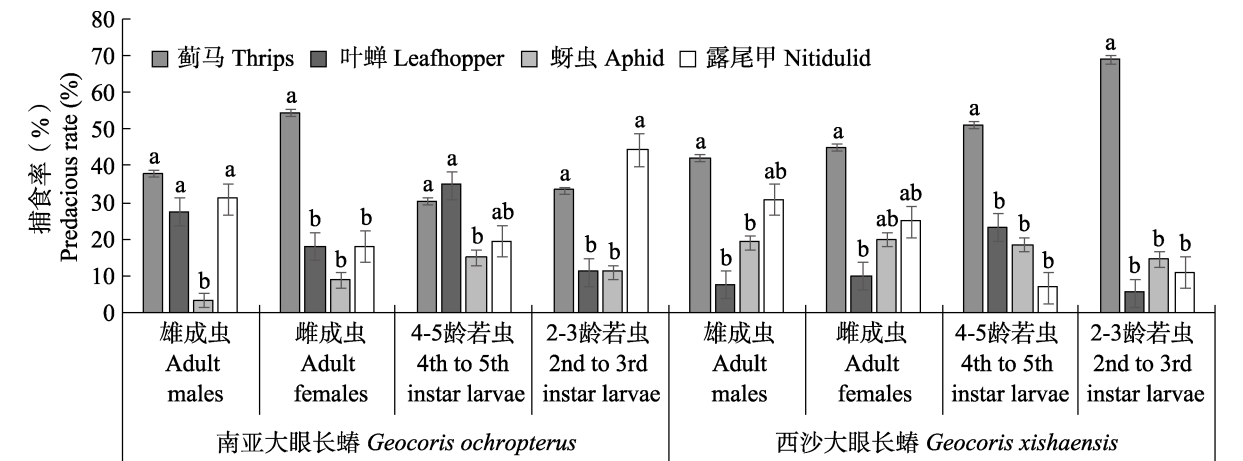


图 1 南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对 4 种害虫的捕食率比较
Fig. 1 Comparison of predation rate of the *Geocoris ochropterus* and *Geocoris xishaensis* on four pest
柱上标有不同小写字母表示不同虫态下南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对 4 种害虫的捕食率
达到差异显著水平 ($P < 0.05$, 采用 Duncan's 新复极差法检验)。
Histograms with different lowercase letters indicate significant differences of the predation rate of the *Geocoris ochropterus* and *Geocoris xishaens* to four pests under different insect states ($P < 0.05$, Duncan's new multiple range method test).

对普通大蓟马的捕食率分别为 69.09%和 51.16%, 明显高于叶蝉, 尤其是南亚大眼长蝽雌成虫和西沙大眼长蝽雌成虫对普通大蓟马的捕食率分别达到了 54.55%和 45.00%。南亚大眼长蝽 4-5 龄若虫对蓟马、叶蝉、蚜虫和露尾甲的捕食率分别为 30.43%、34.8%、15.22%、19.57%和 44.44%, 4 种害虫间的捕食率差异不显著; 而西沙大眼长蝽 4-5 龄和 2-3 龄若虫对普通大蓟马的捕食率为 51.16%和 69.09%, 显著高于叶蝉 (23.26%和 5.45%)、蚜虫(18.6%和 14.55%)和露尾甲(6.98%和 10.91%)。

2.2 南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对普通大蓟马成虫和若虫的捕食力比较

2 种长蝽成虫和若虫对普通大蓟马成虫捕食偏好性高于若虫 (表 2)。南亚大眼长蝽 2-3

表 2 2 种长蝽成虫和若虫对大蓟马成虫和若虫捕食力比较

Table 2 Comparison of predation ability of different stage of two stink bugs on thrips adults and nymphs

种类 Species	虫态 Stage	蓟马成虫 Adults of thrips		蓟马若虫 Larvae of thrips	
		捕食量 (头) Predacious (ind.)	偏好性指数 Preference index	捕食量 (头) Predacious (ind.)	偏好性指数 Preference index
南亚大眼长蝽 <i>Geocoris ochropterus</i>	雄成虫 Adult males	12.67	0.142 9	6.00	- 0.200 0
	雌成虫 Adult females	18.33	0.241 4	4.33	- 0.466 7
	4-5 龄若虫 4th to 5th instar larvae	18.17	0.241 4	4.66	- 0.466 7
	2-3 龄若虫 2nd to 3rd instar larvae	12.00	0.142 9	2.83	- 0.800 0
西沙大眼长蝽 <i>Geocoris xishaensis</i>	雄成虫 Adult males	13.33	0.238 7	4.33	0.013 7
	雌成虫 Adult females	17.83	0.238 7	12.17	- 0.076 7
	4-5 龄若虫 4th to 5th instar larvae	10.33	0.071 4	10.17	- 1.000 0
	2-3 龄若虫 2nd to 3rd instar larvae	5.50	0.067 7	6.00	- 0.065 2

龄若虫、4-5 龄若虫、雄成虫和雌成虫对普通大蓟马成虫的捕食偏好性指数分别为 0.142 9、0.241 4、0.241 4 和 0.142 9；西沙大眼长蝽 2-3 龄若虫、4-5 龄若虫、雄成虫和雌成虫对普通大蓟马成虫偏好性指数分别为 0.238 7、0.238 7、0.071 4 和 0.067 7。

就捕食量来说，2 种长蝽成虫和若虫对普通大蓟马成虫的捕食量高于对若虫的捕食量（表 2）。南亚大眼长蝽 2-3 龄若虫、4-5 龄若虫、雄成虫和雌成虫对普通大蓟马成虫的捕食量分别

为 12.67、18.33、18.17 和 12.00 头；西沙大眼长蝽 2-3 龄若虫、4-5 龄若虫、雄成虫和雌成虫对普通大蓟马成虫的捕食量分别为 13.33、17.83、10.33 和 5.50 头。仅西沙大眼长蝽 2-3 龄若虫对蓟马成虫捕食略低于对若虫的捕食量。

2.3 温度对 2 种长蝽捕食普通大蓟马能力的影响

在 20-32 °C 的温度范围内，2 种长蝽对蓟马成虫的捕食量呈先上升再下降的趋势，28 °C 时捕食量达到最大值（表 3）。在 28 °C 时，南亚

表 3 温度对 2 种蝽捕食蓟马潜力的影响

Table 3 Effects of temperature on the predation potential of two stink bugs on thrips

种类 Species	温度 (°C) Temperature (°C)	捕食量 (头/d) Predacious amount (ind./d)			
		雌成虫 Females	雄成虫 Males	4-5 龄若虫 4th to 5th instar larvae	2-3 龄若虫 2nd to 3rd instar larvae
南亚大眼长蝽 <i>Geocoris ochropterus</i>	20	18.66±3.06b	10.98±2.53b	10.19±3.44b	8.67±0.00b
	24	22.47±3.41b	17.18±2.04b	15.94±3.87b	5.83±0.55b
	28	49.18±8.71a	47.23±7.81a	43.60±10.29a	30.10±4.65a
	32	28.40±10.26ab	23.00±8.29b	8.00±1.98b	37.40±5.11a
西沙大眼长蝽 <i>Geocoris xishaensis</i>	20	10.29±5.07b	10.71±3.02b	9.64±1.16b	5.42±1.07b
	24	23.03±4.44ab	15.06±2.16b	11.79±1.67b	7.23±3.07b
	28	33.37±3.89a	32.65±5.12a	23.87±2.37a	27.36±3.19a
	32	29.60±5.79a	12.00±2.17b	17.40±4.3ab	24.20±5.59a

表中同列数据后标有不同小写字母表示不同温度下 2 种蝽对普通大蓟马的捕食量达到差异显著水平 ($P < 0.05$, 采用 Duncan's 新复极差法检验)。

Data followed by different lowercase letters in the same column indicate significant differences of the predation of two kinds of stink bugs on thrips at different temperatures ($P < 0.05$, Duncan's new multiple range method test).

大眼长蝽雌成虫、雄成虫、4-5 龄和 2-3 龄若虫对蓟马的日捕食量最高, 分别为 (49.18 ± 8.71)、(47.23 ± 7.81)、(43.60 ± 10.29) 和 (30.10 ± 4.65) 头/d, 显著高于 20 °C 和 24 °C 时的捕食量, 但与 32 °C 时的捕食量未达显著差异。28 °C 时, 西沙大眼长蝽雌成虫、雄成虫、4-5 龄和 2-3 龄若虫最高日捕食量分别为 (33.37 ± 3.89)、(32.65 ± 5.12)、(23.87 ± 2.37) 和 (27.36 ± 3.19) 头/d, 显著高于 20 °C 时的捕食量。综上所述, 20-32 °C 的温度范围内, 28 °C 是 2 种长蝽对蓟马的最佳捕食温度。

3 结论与讨论

天敌昆虫对猎物的捕食偏好性是评估天敌对猎物捕食能力强弱的重要指标之一 (李善光等, 2021)。本文开展南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对瓜菜上重要害虫的捕食偏好性及其对普通大蓟马捕食能力, 能反映出 2 种天敌长蝽在田间生物防控蓟马的潜力。本研究结果发现, 南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对瓜菜上蓟马、豆蚜、叶蝉和露尾甲都具有一定的捕食能力, 且排序依次为蓟马 > 露尾甲 > 叶蝉 > 豆蚜, 这说明 2 种长蝽对蓟马 (至少对普通大蓟马) 具有较高的捕食偏好性和捕食能力。普通大蓟马是严重危害豇豆和扁豆等豆科蔬菜作物的一种顽固性小型害虫, 目前该虫的生物防治资源较为缺乏, 文献报道的能对普通大蓟马有防治潜力的捕食性天敌只有 5 种, 包括 *Orius maxidentex* (Men, 1999)、东亚小花蝽 *Orius sauteri* (Nagai and Yano, 2000)、*Orius* sp. (Tang et al., 2016) 及南方小黑花蝽 *Orius strigicollis* (Wang et al., 2001) 4 种蝽类和 1 种捕食螨斯氏钝绥螨 *Amblyseius swirskii* (禹云超等, 2019)。其它蓟马种类, 例如西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* Pergande (57 种)、棕榈蓟马 *Thrips palmi* Karny (26 种) 和茶黄蓟马 *Scirtothrips dorsalis* Hood (10 种) 的捕食性天敌则较为丰富 (杨磊等, 2021)。本研究表明, 在海南三亚豇豆田间对普通大蓟马具有优良捕食潜力的南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽, 这将对海南三亚本地的普通大蓟马田间生物

防控及田间释放长蝽防控蓟马奠定了基础。

天敌昆虫对猎物的捕食作用受到多种因素的影响, 除和自身虫态有关外, 与外界温度也关系密切 (莫利锋等, 2013; 罗优等, 2021)。捕食猎物能力随龄期的增长而增强 (Liu and Zeng, 2014; Richa et al., 2018)。这可能是由于捕食者不同阶段的体型大小不同 (Milonas et al., 2011)、移动速度不同或由于体型的增大对食物和能源需求量增大从而捕食能力更强 (Sharma et al., 2017)。本研究中发现南亚大眼长蝽成虫和西沙大眼长蝽成虫的捕食能力高于若虫, 且这 2 种长蝽对蓟马成虫的捕食能力大于蓟马若虫, 在体型大小、移动速度及对食物和能源需求量等方面基本符合上述推测。同时, 本研究发现温度对南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽的捕食能力有明显影响, 28 °C 是南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽的最佳捕食温度, 这与以往有关大眼长蝽 *Geocoris pallidipennis* (Costa) 的研究结果类似; 仝亚娟等 (2010) 研究大眼长蝽对苜蓿盲蝽 *Adelphocoris lineolatus* Goeze 的捕食作用时, 发现在 15-35 °C 范围内, 大眼长蝽的捕食量随着温度的升高而增加, 35 °C 以下的捕食量为 15 °C 以下的 1.78 倍, 说明温度影响大眼长蝽的捕食量。

本研究于室内不同温度下评估不同虫态长蝽对蓟马的捕食能力, 并初步明确了南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对普通大蓟马的捕食作用, 以及捕食量与温度变化的关系, 说明 2 种长蝽对蓟马类害虫具有较强的生防应用潜力。但其与田间条件下南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对蓟马的捕食能力可能存在一定差异。在野外, 2 种长蝽捕食能力会受到多方面的干扰因素, 如恶劣天气 (Gitonga et al., 2002; Stewart et al., 2002)、其他替代猎物干扰、生存空间及猎物密度、寄主植物及其形态及生化特征等 (Donnelly and Phillips, 2001; Allahari et al., 2004)。因此, 在田间应用南亚大眼长蝽和西沙大眼长蝽对普通大蓟马进行防治前, 还需对田间环境因素及替代猎物对其捕食普通大蓟马能力和种群内互捕性对捕食率的影响等方面的进行深入研究, 综合评价 2 种长蝽对普通大蓟马的防控能力, 为应用

于蓟马的有效防控提供指导依据。

参考文献 (References)

- Allahyari H, Fard PA, Nozari J, 2004. Effect of host on functional response of spring in two populations of *Trissolcus grandison* the sun pest. *Journal of Applied Entomology*, 128(1): 39–43.
- Cai WZ, Pang XF, Hua BZ, 2001. General Entomology. Beijing: China Agricultural University Press. 264–265. [彩万志, 庞雄飞, 花保祯, 2001. 普通昆虫学. 北京: 中国农业大学出版社. 264–265.]
- Castañé C, Zapata R, 2005. Rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus* on a meat-based diet. *Biological Control*, 34(1): 66–72.
- Chen ZY, Cai MC, Lv YC, 2007. Biological control methods of agricultural pests. *Guangdong Agricultural Science*, 2(5): 66–67. [陈真元, 蔡绵聪, 吕业成, 2007. 农业害虫的生物防治方法. 广东农业科学, 2(5): 66–67.]
- Crocker RL, Whitcomb WH, 1980. Feeding niches of the big-eyed bugs *Geocoris bullatus*, *G. punctipes*, and *G. uliginosus* (Hemiptera: Lygaeidae: Geocorinae). *Environmental Entomology*, 9(5): 508–513.
- Cui JJ, Ma Y, 1997. Study on predation function of big eyed cicada long stink bug on newly hatched larvae of cotton bollworm. *China Cotton*, 24(3): 15–16. [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.]
- Donnelly BE, Phillips TW, 2001. Functional response of *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthracoridae): Effect of prey species and habitat. *Environmental Entomology*, 30(3): 617–624.
- Gao CQ, 2010. Revisions of ten families from China and the studies of morphology and phylogeny of *Lygaeoides* (Hemiptera: Heteroptera). Doctoral dissertation. Tianjin: Nankai University. [高翠青, 2010. 长蝽总科十个科中国种类修订及形态学和系统发育研究(半翅目: 异翅亚目). 博士论文. 天津: 南开大学.]
- Gitonga LM, Overhalt WA, Lohr B, Magambo JK, Mueke JM, 2002. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthracoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). *Biological Control*, 24(1): 1–6.
- Hagler JR, Cohen AC, 2011. Prey selection by in vitro-and field-reared *Geocoris punctipes*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 59(3): 201–205.
- Holling CS, 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist*, 91(7): 385–398.
- Huang WK, Kong XY, Ke YC, Wang S, Li QJ, Fu QW, Wu QX, Liu Y, 2018. Research progress on thrips *Megalurothrips usitatus* (Bagrall). *China Vegetables*, 7(2): 21–27. [黄伟康, 孔祥义, 柯用春, 王爽, 李秋洁, 符启位, 吴乾兴, 刘勇, 2018. 普通大蓟马的研究进展. 中国蔬菜, 7(2): 21–27.]
- Jalali MA, Tirry L, De Clercq P, 2010. Effect of temperature on the functional response of *Adalia bipunctata* to *Myzus persicae*. *Biological Control*, 55(2): 261–269.
- Joseph SV, Braman SK, 2009. Predatory potential of *Geocoris* spp. and *Orius insidiosus* on fall armyworm in resistant and susceptible turf. *Journal of Economic Entomology*, (3): 3.
- Li SG, Fu BL, Qiu HY, Yang SY, Ma XT, Zhou SH, Tang LD, Zhang FP, Liu K, 2020. Study on the indoor predation of *Ladybugs sexoplakia* on nymphs of *Thrips flavipectus*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(5): 1173–1180. [李善光, 付步礼, 邱海燕, 杨石有, 马晓彤, 周世豪, 唐良德, 张方平, 刘奎, 2020. 六斑月瓢虫对黄胸蓟马若虫的室内捕食作用研究. 应用昆虫学报, 57(5): 1173–1180.]
- Li YY, Zhang GH, Tian CB, Liu MX, Liu YQ, Liu H, Wang JJ, 2017. Does long-term feeding on alternative prey affect the biological performance of *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) on the target spider mites. *Journal Economic Entomology*, 110(3): 915–923.
- Liu F, Zeng F, 2014. The influence of nutritional history on the functional response of *Geocoris pallidipennis* to its prey, *Myzus persicae*. *Bulletin of Entomological Research*, 104(06): 702–706.
- Liu FJ, 2013. Studying on behavior, physiology and biochemistry of nutrition of *Geocoris pallidipennis* (Costa). Master dissertation. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Dissertation. [刘丰姣, 2013. 食物对大眼长蝽 *Geocoris pallidipennis* 营养生理生化及行为影响的研究. 硕士学位论文. 北京: 中国农业科学院.]
- Luo Y, Yin ZY, Zhao RN, Chen WL, 2021. Effects of temperature on starvation tolerance and predation efficiency of *Stethoconus japonicus* (Hemiptera). *Plant Protection*, 47(4): 118–121, 147. [罗优, 殷郑艳, 赵如娜, 陈文龙, 2021. 温度对军配盲蝽耐饥力及捕食效能影响. 植物保护, 47(4): 118–121, 147.]
- Ma FL, 2001. Biological control of agricultural and forestry pests. *Forestry Science and Technology*, 26(5): 23–24. [马凤林, 2001. 农林害虫的生物防治. 林业科技, 26(5): 23–24.]
- Ma FM, Wu WJ, 2005. Overview of artificial feeding of predatory stink bugs. *China Plant Protection Guide*, 25(4): 12–14. [马凤梅, 吴伟坚, 2005. 捕食性蝽类人工饲养研究概述. 中国植保导刊, 25(4): 12–14.]
- Men UB, 1999. *Orius maxidentex* Ghauri as predator on sunflower thrips. *Insect Environment*, 5(1): 22–23.
- Milonas PG, Kontodimas DC, Martinou AF, 2011. A predator's functional response: Influence of prey species and size. *Biological Control*, 59(2): 141–146.

- Mo LF, Zhi JR, Chen XG, 2013. Effect of temperature on predatory functional responses of *Orius similis* to *Frankliniella occidentalis*. *Chinese Journal of Biological Control*, 29(2): 187–193. [莫利锋, 鄧军锐, 陈祥叶, 2013. 度对南方小花蝽捕食西花蓟马功能反应的影响. 中国生物防治学报, 29(2): 187–193.]
- Nagai K, Yano E, 2000. Predation by *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthoridae) on *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae): Functional response and selective predation. *Applied Entomology and Zoology*, 35(4): 565–574.
- Richa V, Neeraj B, Chandish R, Ballal CR, 2018. Functional response of *Geocoris ochropterus* Fieber (Hemiptera: Geocoridae) to different egg densities of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Phytoparasitica Volume*, 46(4): 451–458.
- Sharma PL, Verma SC, Chandel RS, Shah ML, Gavkare O, 2017. Functional response of *Harmonia dimidiata* (Fab.) to melon aphid, *Aphis gossypii* Glover under laboratory conditions. *Phytoparasitica*, 45(3): 373–379.
- Stewart CD, Braman SK, Pendley AF, 2002. Functional response of the azalea plant bug (Heteroptera: Miridae) and green lacewing, *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), two predators of the azalea lace bug (Heteroptera: Tingidae). *Environmental Entomology*, 31(6): 1184–1190.
- Stone A, 1970. Plant feeding by a predacious insect *Geocoris punctipes*. *Journal of Economic*, 63(6): 1911–1915.
- Tamaki G, Weeks RE, 1972. Biology and ecology of two predators, *Geocoris pallens* Stål and *G. bullatus* (Say). Washington: Technical Bulletin of the US Department of Agriculture, Economic Research Service. 1446–1491.
- Tang LD, Zhao HY, Fu BL, Han Y, Liu K, Wu H, 2016. Colored sticky traps to selectively survey thrips in cowpea ecosystem. *Neotropical Entomology*, 45(1): 96–101.
- Tavares WS, Cruz L, Silva RB, 2012. Prey consumption and development of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and larvae and *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) eggs. *Maydica*, 56(3): 283–289.
- Tong YJ, Lu YH, Wu KM, 2011. Predation of *Geocoris pallidipennis* on *Adelphocoris lineolatus*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(1): 136–140. [仝亚娟, 陆宴辉, 吴孔明, 2011. 大眼长蝽对苜蓿盲蝽的捕食作用. 应用昆虫学报, 48(1): 136–140.]
- Waddill V, Shepard M, 1974. Potential of *Geocoris punctipes* [Hemiptera: Lygaeidae] and *Nabis* spp. [Hemiptera: Nabidae] as predators of *Epilachna varivestis* [Coleoptera: Coccinellidae]. *Entomophaga*, 19(4): 421–426.
- Wang CL, Lee PC, Wu YJ, 2001. Field augmentation of *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthoridae) for the control of thrips in Taiwan. *FFTC Extension Bulletin*, 500(3): 1–9.
- Xu WJ, Meng QL, Xia ZH, 1981. Preliminary study on biological characteristics of stink bug. *Journal of Anhui Agricultural University*, 1(1): 67–72. [许维谨, 孟庆雷, 夏祖和, 1981. 大眼长蝽生物学特性的初步研究. 安徽农学院学报, 1(1): 67–72.]
- Xu XN, Wang ED, 2007. Techniques for production and application of *Natural Enemies* in abroad. *Chinese Journal of Biological Control*, 23(4): 373–382. [徐学农, 王恩东, 2007. 国外昆虫天敌商品化现状及分析. 中国生物防治, 23(4): 373–382.]
- Yang L, Shao Y, Li F, Chen DX, Li FY, Wu SY, 2021. Advances on biological control of thrips pests. *Chinese Journal of Biological Control*, 37(3): 393–405. [杨磊, 邵雨, 李芬, 陈德鑫, 李方友, 吴少英, 2021. 缨翅目害虫蓟马生物防治的研究进展. 中国生物防治学报, 37(3): 393–405.]
- Yu YC, Zhi JR, Zen G, Yue WB, Ye M, 2019. The functional predatory response of *Amblyseius swirskii* to *Frankliniella occidentalis* and *Megalurothrips usitatus* nymphs. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 56(6): 1317–1323. [禹云超, 鄧军锐, 曾广, 岳文波, 叶茂, 2019. 斯氏钝绥螨对西花蓟马和豆大蓟马若虫的捕食功能反应. 应用昆虫学报, 56(6): 1317–1323.]
- Zhou Y, Cai B, Gao CQ, 2021. A new species of *Geocoris Fallén* (Hemiptera: Heteroptera: Geocoridae) from Hainan province, China. *Entomotaxonomia*, 43(1): 6. [周玉, 蔡波, 高翠青, 2021. 中国海南大眼长蝽属一新种 (半翅目: 异翅亚目: 大眼长蝽科). 昆虫分类学报, 43(1): 6.]
- Zhou Z, 2012. Preliminary study on artificial feed of stink bug. Master dissertation. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [周正, 2012. 大眼长蝽人工饲料的初步研究. 硕士学位论文, 北京: 中国农业科学院.]