

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2014.06.18

东亚小花蝽和丽蚜小蜂对烟粉虱的 协同控制效果研究

李 姝^{1,2}, 劳水兵^{1,3}, 王 甦¹, 郭晓军¹, 张 帆^{1*}

(1. 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097; 2. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094;
3. 广西农业科学院植物保护研究所, 南宁 530007)

摘要: 在温室内, 试验观察了单独释放和组合释放东亚小花蝽 *Orius sauteri*、丽蚜小蜂 *Encarsia formosa* 两种天敌对烟粉虱 *Bemisia tabaci* 的控制作用。结果显示: 与不释放天敌的空白对照相比, 单独释放东亚小花蝽处理对烟粉虱卵、若虫均有较好的控制效果; 在释放后第 1 周, 东亚小花蝽处理及东亚小花蝽和丽蚜小蜂组合处理与对照相比对烟粉虱卵和若虫的控制效果分别达到 87.1%、89.3% 和 73.9%、78.3%, 两周后的控制效果分别为 72.7%、6.9% 和 64.8%、57.2%; 而丽蚜小蜂的处理在释放天敌后第 1 周和第 3 周, 对卵的控制效果分别为 3.5%、80.3%, 第 3 周对若虫的控制效果为 75.7%。在相同数量天敌条件下, 东亚小花蝽和丽蚜小蜂的组合处理较天敌单独处理对烟粉虱的控制效果好。

关键词: 东亚小花蝽; 丽蚜小蜂; 烟粉虱; 组合释放

中图分类号: Q968.1; S476

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2014) 06-0978-05

Control effect of *Orius sauteri* collaborated with *Encarsia formosa* on *Bemisia tabaci* in the greenhouse

LI Shu^{1,2}, LAO Shui-Bing^{1,3}, WANG Su¹, GUO Xiao-Jun¹, ZHANG Fan^{1*} (1. Institute of Plant and Environment Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China; 2. Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 3. Plant Protection Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract: The control effect of flower bug *Orius sauteri* individually and accompanied with parasitoid *Encarsia formosa* on whitefly *Bemisia tabaci* were assessed in the greenhouse. The results showed that the efficiency of controlling eggs and nymphs of *B. tabaci* by individual *O. sauteri* were better, comparing with blank control. After releasing one week, *O. sauteri* individually and accompanied *E. formosa* treatment were applied to control the pest, their effects reached 87.1%, 89.3% for the eggs and 73.9%, 78.3% for the nymphs, respectively. And after two weeks, their effect reached 72.7%, 6.9% for eggs and 64.8%, 57.2% for the nymphs, respectively. In *E. formosa* treatment, after the releasing one week and three weeks, the control efficiency reached 3.5%, 80.3% for eggs, respectively. And after three weeks, the control efficiency reached 75.7% for nymphs. According to our observation, *O. sauteri* collaborated with *E. formosa* showed higher control efficiencies than the individual treatments on the same number of predators.

Key words: *Encarsia formosa*; *Orius sauteri*; *Bemisia tabaci*; biological control

基金项目: 国家重点基础研究发展计划资助项目 (2013CB127600); 北京市科技计划项目 (D141100000914000); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项 (KJ CX20140101); 北京市博士后基金; 北京市农林科学院博士后基金

作者简介: 李姝, 女, 1984 年生, 汉族, 博士, 主要从事温室害虫的生物防治相关研究

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: zf6131@263.net

烟粉虱 *Bemisia tabaci* Gennadius 属半翅目 Hemiptera 粉虱科 Aleyrodidae 小粉虱属 *Bemisia*, 是为害我国农作物的一种重要入侵生物 (张芝利, 2000; Dennehy *et al.*, 2005)。由于其具有寄主范围广泛, 抗药性发展迅速等特点, 给农作物和花卉生产等造成了严重危害。

东亚小花蝽 *Orius sauteri* 在我国分布范围广泛、适应性强, 其对烟粉虱卵和低龄若虫有较强的取食偏好性, 是烟粉虱的一种重要捕食性天敌 (刘爽, 2006)。目前关于田间释放东亚小花蝽防控烟粉虱的研究未见报道。东亚小花蝽作为广食性天敌, 可防控温室内多种害虫爆发。例如, 蒋月丽等 (2011) 的研究结果显示其对防治温室蔬菜上蓟马、叶螨的效果可以达到 95% 以上, 尹健等 (2013) 报道了在苗期释放东亚小花蝽可有效防治温室茄子上的蓟马。

丽蚜小蜂 *Encarsia formosa* 为专性寄生蜂, 是我国北方地区控制烟粉虱的优势天敌之一, 已在许多国家商业化生产并推广应用 (Hoddle *et al.*, 1998)。丽蚜小蜂寄生行为学研究表明, 由于利于其发育, 故该虫偏爱寄生 3、4 龄期的烟粉虱 (Boisclair *et al.*, 1990; Enkegaard, 1993; Liu *et al.*, 1996; 张世泽等, 2003)。丽蚜小蜂不喜欢取食或寄生烟粉虱卵, 因此利用丽蚜小蜂对烟粉虱若虫期和伪蛹期进行控制效果较好 (刘爽, 2006)。

近年来应用多种天敌复合释放来增强生物防治功效成为研究热点。将不同天敌混合释放可以间接增加群落稳定性, 通过增加相同食物链中生物多样性来减少天敌种群的自然衰退 (Heimpel & Mills, 2008)。有关两种寄生蜂在混合释放时的竞争关系及其对烟粉虱的防控关系方面的研究已有报道 (李元喜等, 2008; 王甦等, 2014)。但关于寄生蜂与捕食性天敌混合释放时防控效果的研究还少有报道。

劳水兵等 (2006) 报道了在室内条件下, 对两种天敌单独释放和同时释放时对烟粉虱的取食与寄生量。当丽蚜小蜂寄生烟粉虱 1-2 龄若虫时, 东亚小花蝽对其寄生会产生了干扰作用, 而对 3-4 龄若虫它们之间相互作用不大。东亚小花蝽能够取食已经被丽蚜小蜂寄生的烟粉虱若虫, 这对应用两种天敌联合防治烟粉虱产生一定影响。Castañé 等 (2004) 报道的两种捕食性盲蝽 *Macrolophus caliginosus* 和 *Dicyphus tamaminii* 在室内

条件下, 能够有效避免取食已被丽蚜小蜂寄生的烟粉虱蛹, 而在温室条件下对寄生蛹和未寄生蛹没有表现出取食偏好性。

为明确温室内东亚小花蝽和丽蚜小蜂组合释放是否有助于提高对烟粉虱卵、若虫和伪蛹的各个龄期的控害效果, 作者在温室条件下调查研究了东亚小花蝽和丽蚜小蜂单独以及混合释放对烟粉虱卵、若虫的种群数量影响, 并分析评价了东亚小花蝽和丽蚜小蜂不同释放方式对烟粉虱的防控效果, 为田间实际应用提供技术支持。

1 材料和方法

1.1 供试材料

饲养条件: 供试虫均为北京市农林科学院植物保护环境保护研究所室内定殖种群, 温度 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $70 \pm 5\%$, 光周期 16 L:8 D。

东亚小花蝽: 以芸豆饲养的朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval 为食物对东亚小花蝽试验种群进行扩繁, 将带有东亚小花蝽卵的芸豆芽放入大托盘中, 均匀接在带有朱砂叶螨的芸豆苗上, 置于养虫笼 (50 cm × 50 cm × 50 cm) 中, 发育至五龄若虫时备用。

丽蚜小蜂: 先将盆栽番茄接种寄主烟粉虱, 待烟粉虱若虫发育到 2-3 龄时再接入丽蚜小蜂, 以丽蚜小蜂寄生烟粉虱黑蛹作为实验材料。

供试植物: 番茄 (品种: 佳粉 1 号, 北京益农种苗技术中心提供); 芸豆: 市售。

1.2 试验基本情况

本研究在北京市农林科学院园内试验温室中进行。试验地长 5.2 m, 宽 3 m, 拱长 6 m, 高 2.4 m, 中间留 70 cm 宽的过道。

试验开始前 2 个月, 先对试验区地面翻挖晾晒一周, 然后以 80% 敌敌畏乳油 (河南新丰农药化工股份有限公司) 1500 倍液和 50% 多菌灵可湿性粉剂 (安徽广信农化集团有限责任公司) 1000 倍液对地面进行均匀喷雾, 并以地膜覆盖闷棚处理 3 d。撤掉地膜后, 以 80 目的纱网将其平均分为四个小区, 分别标示为 a、b、c、d 区, 每室长 (2.5 m × 1.1 m), 距离边 20 cm 处留出高 1.8 m 的粘贴门, 以便进入调查。试验前 1 个月, 每室等距离栽种 3 列高 15 cm 左右的番茄净苗 5 株, 每室 15 株。

试验从 10 月中旬开始, 利用 TR-72U 温湿度

自动记录仪 (T&D Corporation, made in Japan) 监测试验棚温湿度, 于 10 月 26 日开始向网室安装 BM-15009-C 思露德电热油汀 (北京市思露德觉科技有限公司), 11 月 16 日加盖了保暖草垫。整个试验期间网室内温度在 14.6–32.6℃ 之间波动, 平均温度 19.8℃; 相对湿度在 35%–99% 范围内, 平均为 82.2%。

1.3 试验处理

每试验区挑选生长健壮的番茄植株 12 株, 分别于 1 周和 2 周后释放 50 对烟粉虱成虫。第 3 周后, 当烟粉虱密度达到平均 100 头/叶后, 分别作如下处理: a 仅释放丽蚜小蜂: 释放丽蚜小蜂 24 头 (2 头/株), 第 5 周开始每室释放 12 头 (1 头/株); b 仅释放东亚小花蝽 (五龄若虫): 释放小花蝽 24 头 (2 头/株), 第 5 周开始每室释放 12 头 (1 头/株); c 同时释放东亚小花蝽五龄若虫和丽蚜小蜂: 每室释放东亚小花蝽和丽蚜小蜂各 24 头 (2 头/株), 第 5 周开始每室释放东亚小花蝽和丽蚜小蜂各 12 头 (1 头/株); d 不释放任何天敌对照处理。第 3 周后, 每处理随机选取番茄苗 2 株 (每次调查选取的植株不同), 分别摘取其上、中、下部侧枝中部的叶片各两片, 在体式显微镜 (Motic SFC-11) 下调查叶片上粉虱卵, 1–2 龄若虫数, 3–4 龄若虫数。每隔 2 周调查叶片上粉虱的成虫数, 试验至第一批烟粉虱羽化结束。成虫数量以头/株计量, 其它虫态数均以头/叶计量统计。

1.4 数据分析

数据经 Excel 2010 软件整理后, 参考 Heinz & Nelson (1996), 采用下式计算各处理对烟粉虱控制效果:

$$P(\%) = (1 - T * CK_0 / T_0 * CK) \times 100$$

(其中 P: 控制效果, CK_0 : 对照区的虫口数量, CK: 对照区调查虫口数量, T_0 : 处理区的虫口数量, T: 处理区调查虫口数量)

2 结果与分析

2.1 烟粉虱卵的种群动态

天敌的存在明显影响了烟粉虱卵的种群增长 (图 1)。在天敌释放一周后的整个试验调查期间, 各天敌释放处理的烟粉虱卵的种群数量均低于对照处理。可以看出, 对烟粉虱卵的控制趋势为单独释放东亚小花蝽处理优于其与丽蚜小蜂组合释

放处理。而单独释放丽蚜小蜂处理相对较差, 特别是在释放 10 d 内, 烟粉虱卵的种群数量显著高于其它两种释放处理 82.6%–73.3%。可能是由于丽蚜小蜂的取食和寄生虫态为若虫, 不能直接降低卵的数量。与对照相比, 处理一周后 (10 月 23 日), 单独释放东亚小花蝽、组合释放东亚小花蝽和丽蚜小蜂两个处理对烟粉虱卵的控制效果分别达到 87.1%、89.3%, 其两周后 (11 月 5 日) 分别为 72.7% 和 66.9%, 第三周 (11 月 22 日) 分别为 72.7% 和 66.9%, 第三周 (11 月 22 日) 卵的种群数量几乎为零; 而单独释放丽蚜小蜂的处理在释放后的第一周、第二周和第三周, 控制效果分别为 33.5%、74.5% 和 80.3%。

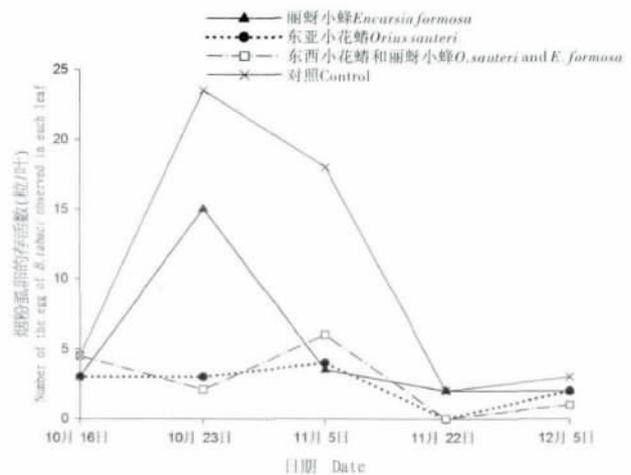


图 1 不同处理下烟粉虱卵种群动态

Fig. 1 The population of the eggs of *Bemisia tabaci* under different treatment

2.2 烟粉虱若虫的种群动态

由图 2 可以看出, 不同天敌释放处理下, 烟粉虱若虫种群发展动态随时间而发生变化。一周后 (10 月 23 日) 和两周后 (11 月 5 日) 烟粉虱若虫减退率分别为: 东亚小花蝽和丽蚜小蜂组合达到 78.3% 和 57.2%, 烟粉虱若虫低于 20 头/叶以下; 单独释放东亚小花蝽处理达到 73.9% 和 64.8%, 烟粉虱若虫维持在 35 头/叶以下。此后, 烟粉虱若虫数量有所上升, 可能与东亚小花蝽不喜食烟粉虱若虫有关。而在单独丽蚜小蜂的处理中, 烟粉虱若虫种群数量波动较大, 其若虫高峰分别在 10 月 23 日和 11 月 22 日, 而后 11 月 5 日的若虫数量有所下降, 可能与丽蚜小蜂寄生开始取食和寄生若虫有关。

2.3 烟粉虱成虫的种群动态

释放天敌后 5 周 (11 月 22 日), 各处理的烟

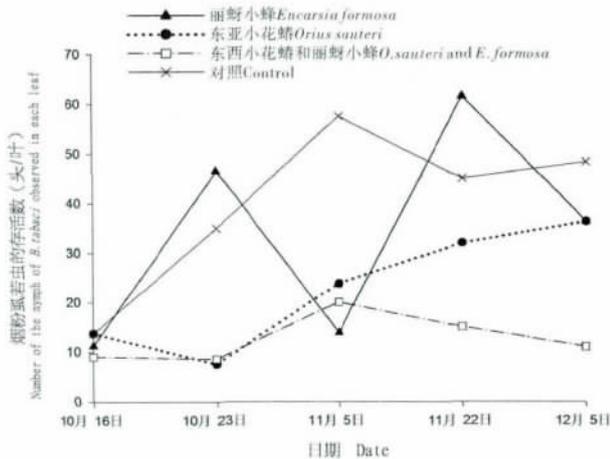


图2 不同处理下烟粉虱若虫种群动态

Fig. 2 The population of the nymph of *Bemisia tabaci* under different treatment

粉虱成虫数量均明显下降 (见图3), 单独释放东亚小花蝽处理区, 没有调查到烟粉虱成虫。与对照相比, 丽蚜小蜂处理、东亚小花蝽处理及东亚小花蝽与丽蚜小蜂组合处理对烟粉虱成虫种群的控制效果分别达 63.7%、35.4%、81.0%。

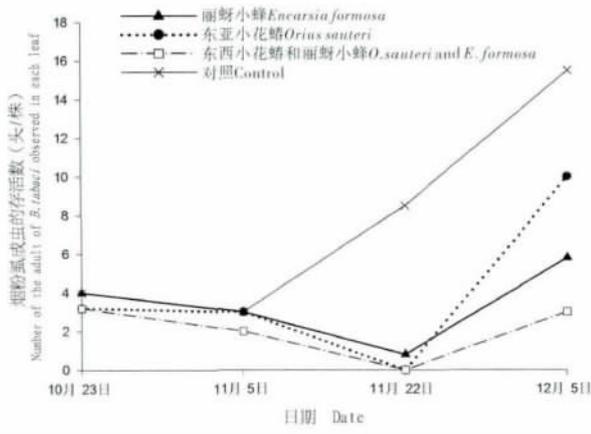


图3 不同处理下烟粉虱成虫种群动态

Fig. 3 The population of the adult of *Bemisia tabaci* under different treatment

3 结论与讨论

有研究报道, 东亚小花蝽成虫对烟粉虱卵有明显的喜好性 (刘爽, 2006)。而丽蚜小蜂寄生行为学研究表明, 其可以寄生各龄期烟粉虱若虫, 并能完成发育 (Boisclair *et al.*, 1990; Enkegaard, 1993); 但对高龄烟粉虱若虫寄生率较高, 发育较

快, 寿命较长 (张世泽等, 2003)。此外, 丽蚜小蜂还能取食烟粉虱各龄若虫, 但对2龄若虫和4龄若虫有偏爱性 (Nell *et al.*, 1976), 不喜欢取食或寄生烟粉虱卵 (刘爽, 2006)。本试验结果表现出了这种趋势, 即在烟粉虱种群成虫及卵期为主 (试验前期) 时, 丽蚜小蜂处理的控害效果要低于东亚小花蝽和东亚小花蝽与丽蚜小蜂组合处理; 东亚小花蝽单独释放对卵的效果较好, 但在烟粉虱种群高龄若虫为主时有所降低。两种天敌组合处理时可有效分别抑制烟粉虱的卵和若虫, 功效互补, 具有较高和持效的控害能力。因此建议在田间烟粉虱虫态重叠的情况下, 采用组合释放东亚小花蝽和丽蚜小蜂方式。但在烟粉虱不同的发育阶段及种群数量或不同的田间条件下, 两种天敌的应用方式、适宜组合比例及释放数量等, 还有待于进一步试验探索。

本试验是在北京自然气温逐渐变冷的环境条件下进行的, 温度相对较低 (平均温度 19.8℃)。只能在一定程度上揭示不同天敌释放处理对烟粉虱种群的影响, 仅供制定捕食性和寄生性天敌的田间释放技术提供参考。

参考文献 (References)

- Boisclair J, Brueren GJ, van Lenteren JC. Can *Bemisia tabaci* be controlled with *Encarsia formosa*? [J]. *Bulletin SROP (France)*, 1990.
- Dennehy TJ, De Gain BA, Harpold VS, *et al.* New challenges to management of whitefly resistance to insecticides in Arizona [C]. The University of Arizona College of Agricultural and Life Sciences 2005 Vegetable Report, 2005, 1-10.
- Enkegaard A. *Encarsia formosa* parasitizing the Poinsettia strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, on Poinsettia: *bionomics* in relation to temperature [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1993, 69 (3): 251-261.
- Heimpel GE, Mills N. *Biological Control: Ecology and Applications* [M]. UK: Cambridge University Press, Cambridge, 2008.
- Heinz KM, Nelson JM. Interspecific interactions among natural enemies of *bemisia* in an inundative biological control program [J]. *Biological Control*, 1996, 6 (3): 384-393.
- Huang J, Polaszek A. A revision of the Chinese species of *Encarsia* Förster (Hymenoptera: Aphelinidae): parasitoids of whiteflies, scale insects and aphids (Hemiptera: Aleyrodidae, Diaspididae, Aphidoidea) [J]. *Journal of Natural History*, 1998, 32 (12): 1825-1966.
- Hoddle MS, van Driesche RG, Sanderson JP. Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* [J]. *Annual Review of Entomology*, 1998, 43: 645-669.
- Jiang YL, Wu YQ, Duan Y, *et al.* Control efficiencies of releasing *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae) on some pests in

- greenhouse pepper [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2011, 27 (3): 414–417. [蒋月丽, 武予清, 段云, 等. 释放东亚小花蝽对大棚辣椒上几种害虫的防治效果 [J]. 中国生物防治学报, 2011, 27 (3): 414–417]
- Lao SB, Zhang F, Wang WK. Control effect of *Orius sauteri* collaborated with *Encarsia formosa* on *Bemisia tabaci*. Technology innovation and green phytophylacica – 2006 Annual Academic Symposium of Chinese Society of Plant Protection [C]. 2006, 763. [劳水兵, 张帆, 王文凯. 东亚小花蝽和丽蚜小蜂对 B 型烟粉虱的联合控制作用. 科技创新与绿色植保——中国植物保护学会 2006 学术年会论文集 [C]. 2006, 763]
- Li YX, Luo C, Zhou CQ, et al. Bionomics and host competition of two parasitoids on *Bemisia tabaci* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2008, 51 (7): 738–744. [李元喜, 罗晨, 周长青, 等. 烟粉虱两种寄生蜂生物学特性及寄主竞争关系研究 [J]. 昆虫学报, 2008, 51 (7): 738–744]
- Liu S. The Functional Response and Behavior Observational Analysis of Prey in Three Natural Enemies to Whitefly *Bemisia tabaci* and Interaction of Disturbing among Three Species [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University. 2006, 1–54 [刘爽. 烟粉虱 3 种天敌捕食功能反应, 行为学及其天敌间竞争干扰研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2006, 1–54]
- Nell HW, Lelie LA, Woets J, et al. The parasite – host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialetrodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) [J]. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 1976, 81 (1–4): 372–376.
- Wang S, Zhao J, Zhang F, et al. Evaluation of potential management of *Bemisia tabaci* by two parasitoids mixed population via functional response model [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2014, 36 (2): 188–193. [王甦, 赵静, 张帆, 等. 利用功能反应模型评价两种寄生蜂混合释放对烟粉虱的防控潜能 [J]. 环境昆虫学报, 2014, 36 (2): 188–193]
- Yin J, Gao XG, Wu YQ, et al. Thrips control on the greenhouse eggplant by releasing *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae) [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2013, 29 (3): 459–462. [尹健, 高新国, 武予清, 等. 释放东亚小花蝽对茄子上蓟马的控制效果 [J]. 中国生物防治学报, 2013, 29 (3): 459–462]
- Zhang Z L. Some thoughts to the ousters of tobacco whitefly [J]. *Beijing Agricultural Science*, 2000, (Suppl.): 1–3. [张芝利. 关于烟粉虱大发生的思考 [J]. 北京农业科学, 2000, (增): 1–3]