

淡色斧瓢虫 (*Axinoscymnus cardilobus*) 对烟粉虱 (*Bemisia tabaci*) 种群的控制作用

黄 振¹, 任顺祥^{1,*}, 姚松林^{1,2}

(1. 华南农业大学生物防治教育部工程研究中心, 资环学院, 广州 510642; 2. 贵州科学院生物研究所, 贵阳 550009)

摘要:研究了大田笼罩条件下释放淡色斧瓢虫 (*Axinoscymnus cardilobus*) 对变叶木上烟粉虱种群的控制作用。每株释放 1 对淡色斧瓢虫对不同密度烟粉虱种群的控制效果差异显著。瓢虫和烟粉虱以 1:20 比例释放对烟粉虱的防治效果较差, 以 1:80 比例释放对烟粉虱的防治效果不稳定、总体上看对烟粉虱的种群几乎没有控制效果; 而以 1:40 的比例释放的防治效果较好、较稳定, 防效为 35% ~ 95%。释放不同数量的淡色斧瓢虫对同一密度烟粉虱种群的防治效果也差异显著。7 周内 1:40、3:40、5:40 处理区, 瓢虫对烟粉虱种群的防治效果分别为 35% ~ 95%、46% ~ 90% 和 50% ~ 98%。从经济学和生态学的角度综合考虑, 瓢虫和烟粉虱以 3:40 比例释放比较适宜。

关键词:淡色斧瓢虫; 烟粉虱; 种群控制; 释放比例

文章编号: 1000-0933(2008)07-3075-07 中图分类号: Q143, Q958.9 文献标识码: A

Population control of *Axinoscymnus cardilobus* to *Bemisia tabaci*

HUANG Zhen¹, REN Shun-Xiang^{1,*}, YAO Song-Lin^{1,2}

1 Engineering Research Center of Biological Control, Ministry of Education, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

2 Institute of Biology, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550009, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(7): 3075 ~ 3081.

Abstract: The population control of *Axinoscymnus cardilobus* Pang and Ren (Coleoptera: Coccinellidae) to *Bemisia tabaci* (Genadius) (Homoptera: Aleyrodidae) on *Codiaeum variegatum* L. was studied in cages under field condition. The control effects of *B. tabaci* differed significantly when a pair of adult of *A. cardilobus* was released against different population densities of *B. tabaci*. *A. cardilobus* did not give a satisfactory control to *B. tabaci* at releasing rate of 1 pair beetle: 20 pairs whitefly. Generally it was very difficult to control *B. tabaci* population when the beetle and whitefly were released at a ratio of 1:80. Effective control was observed with stable values at range of 35%—95% when *A. cardilobus* and *B. tabaci* were released at the ratio of 1:40. Meanwhile, the control effect of *B. tabaci* was significantly different when different rates of *A. cardilobus* were released against the same population density of *B. tabaci*. In case of 1:40, 3:40 and 5:40 ratios, the control effects of *B. tabaci* were recorded at ranges of 35%—95%, 46%—90% and 50%—98%, respectively. Therefore, the most suitable ratio of predator/prey to consider when control *B. tabaci* was 3:40 according to the principle of economics and ecology.

基金项目: 国家“973”重大科技资助项目 (2006CB102005)

收稿日期: 2007-12-14; 修订日期: 2008-04-22

作者简介: 黄振 (1970 ~), 男, 广州人, 博士, 主要从事生物防治研究. E-mail: hzscau@scau.edu.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hzscau@tom.com rensxcn@yahoo.com.cn

Foundation item: The project was financially supported by National Basic Research Program, China (973 Program) (No. 2006CB102005)

Received date: 2007-12-14; **Accepted date:** 2008-04-22

Biography: HUANG Zhen, Ph. D., mainly engage in biological control. E-mail: hzscau@scau.edu.cn

Key Words: *Axinoscymnus cardilobus*; *Bemisia tabaci*; population control; release rate

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius), 广泛分布于世界 90 多个国家和地区^[1~3]。其寄主广泛, 主要危害蔬菜、花卉等作物^[4]。近年来, 烟粉虱在我国北方的保护地和华南地区广泛蔓延^[5~9], 已成为蔬菜、花卉和棉花等作物上的重要害虫, 其发生危害严重, 扩散蔓延迅速, 将对我国蔬菜和园林花卉植物等的生产构成严重威胁。在我国, 烟粉虱的捕食性天敌有 17 种, 主要有小黑瓢虫 *Delphastus cataliae* (LeConte)^[10]、日本刀角瓢虫 *Serangium japonicum* Chapin^[11]、淡色斧瓢虫 *Axinoscymnus cardilobus* Ren et Pang、亚非草蛉 *Chrysopa boninensis* Okamoto、丽草蛉 *Chrysopa formosa* Brauer、南方小花蝽 *Orius similis* Zhen 等^[9,12]。

淡色斧瓢虫 *A. cardilobus* 是烟粉虱的一种重要的本地捕食性天敌, 广泛分布于华南地区, 瓢虫成虫卵圆形、体淡黄微凸起、被黄白色毛、触角 11 节、复眼棕黑色、头部有细小刻点, 胸部腹板棕色或黄色, 附节 4 节、末端具爪 1 对; 其发育历经卵期、幼虫 4 个龄期和蛹期等虫态, 能取食烟粉虱的各个虫态^[13,14]。我们以烟粉虱为食料, 对该天敌的生物学^[15]、生态学特性^[16]等进行了一系列的研究。本文研究了淡色斧瓢虫对烟粉虱种群的控制作用, 以期了解该天敌在大田对烟粉虱的控制潜能, 为有效地进行烟粉虱的生物防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试寄主植物

变色木 *Codiaeum variegatum* (L.), 购于华南农业大学花卉苗木中心。

1.2 供试昆虫

烟粉虱 *B. tabaci*, 生物型为 K 型, 采自于广州地区的寄主植物变色木, 鉴定方法见^[17,18], 保存于华南农业大学生物防治教育部工程研究中心网室内(温度为 19~35℃、RH 为 60%~95%)的变色木上, 作为供试虫源。

淡色斧瓢虫 *A. cardilobus* 饲养在带有烟粉虱的变色木叶片上, 保存于华南农业大学生物防治教育部工程研究中心。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计

试验在大田笼罩条件下, 温度为(26~32)℃, RH 为 60%~80%。试验采用盆栽变叶木幼苗, 每盆 2 株, 取长势较一致的变叶木幼苗(苗高 40cm, 3~5 片新抽的叶片)放入笼罩(60cm×100cm)中, 每笼罩放 3 盆。

试验共设 5 个处理和 3 个对照, 每株寄主植物上的淡色斧瓢虫和烟粉虱按 1:20、1:40、1:80、3:40、5:40 的比例释放共 5 个处理, 每株仅释放烟粉虱 20、40、80 对共 3 个对照, 每个处理和对照均 6 次重复。所有试验均在释放烟粉虱成虫 2 周后才放入淡色斧瓢虫成虫。

所有养虫的笼罩均采用随机排列。

1.3.2 调查方法

对照区和释放区均在释放烟粉虱 2 周后开始调查, 调查以养虫笼为单位进行取样, 在每个样点随机取变叶木的第 1、2、3 片叶各 1 片(从生长点往下依次展开的叶片), 记录每片叶上烟粉虱成虫的数量, 同时镜检叶片上烟粉虱卵、若虫、伪蛹的数量, 具体操作方法为在每片叶上随机取 3 个 1cm²的面积并记录该面积内的烟粉虱卵、若虫、伪蛹的数量, 最后取平均值, 作为防治前的虫口基数。释放瓢虫后每周调查 1 次, 烟粉虱的调查方法同前所述, 前后持续共 7 周。

1.4 分析方法和数据的处理

将释放试验中调查的烟粉虱成虫、卵、若虫、伪蛹动态的数据采用下面的公式进行计算, 作为评价释放淡色斧瓢虫控制烟粉虱种群数量增长的指标。

$$P(\%) = (1 - T_x CK_0 / T_0 CK_x) \times 100$$

式中, P 为防治效果; T_0 为释放区的虫口基数; T_x 为在 x 时间时释放区的虫口数量; CK_0 为对照区的虫口

基数; CK_x 为在 x 时间时对照区的虫口数量;

对各处理区防治效果的比较采用平均数多重比较的分析法, 对分析结果采用 $F(P=0.05)$ 检验。所有数据均用 SAS 统计软件进行分析^[19]。

2 结果与分析

2.1 对照区释放不同密度烟粉虱成虫后烟粉虱的种群增长趋势

对照区每株变叶木释放烟粉虱成虫 20、40、80 对后, 其种群的数量动态见图 1。由图 1 可以看出, 对于烟粉虱若虫和伪蛹, 随着释放密度的升高, 在后期的调查中其种群数量同步升高; 但对于烟粉虱成虫和卵, 这种同步增长的关系并不明显, 尤其是在释放后的第 5 周之后。

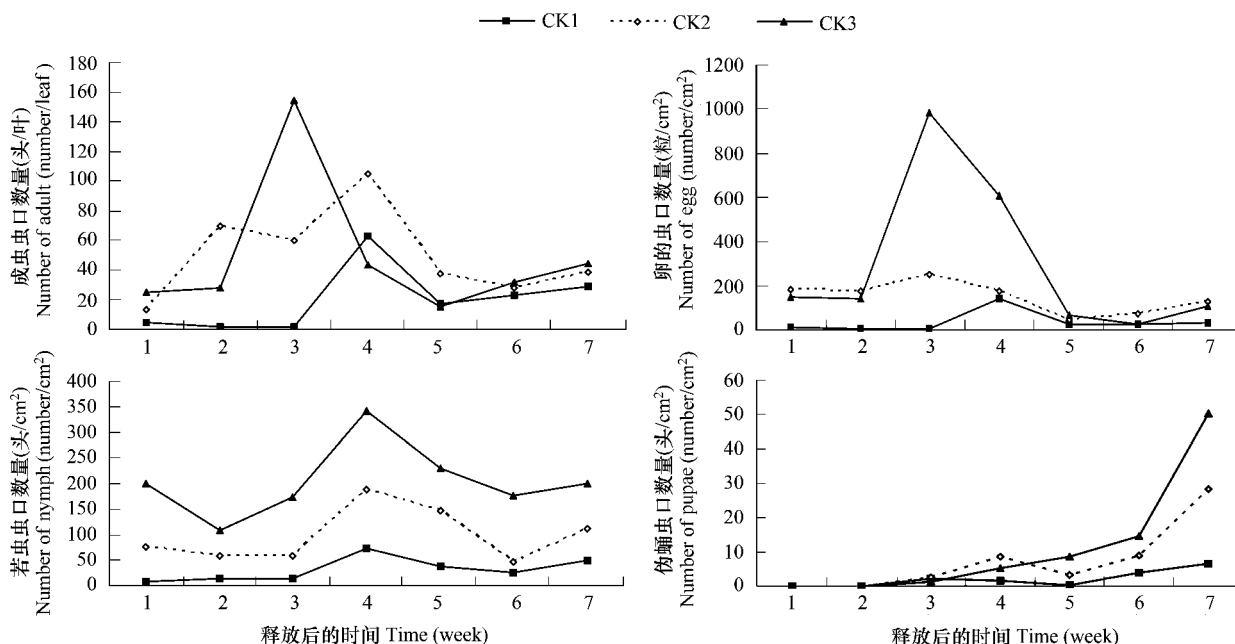


图 1 对照区烟粉虱成虫、卵、若虫、伪蛹的种群动态

Fig. 1 The population dynamics of *B. tabaci* adults, eggs, nymph and pupae in control

图中 CK1、CK2、CK3 为对照区每株分别释放烟粉虱成虫 20、40、80 对后烟粉虱的数量动态 CK1, CK2 and CK3 in figure were on behalf of the population dynamics of *B. tabaci* when released 20, 40 and 80 pairs of adults in controls per plant

2.2 释放 1 对瓢虫对不同密度烟粉虱种群的防治效果

在处理区, 每株变叶木上瓢虫和烟粉虱按 1:20、1:40、1:80 的比例释放, 瓢虫对烟粉虱的防治效果差异显著 (表 1)。瓢虫对烟粉虱成虫的防治效果, 在 1:20 的释放区, 释放后的第 2 周和第 3 周, 瓢虫对烟粉虱的成虫没有防治效果, 而在 1:40 和 1:80 的释放区, 第 2、3 周瓢虫对烟粉虱成虫的防治效果差异显著; 第 7 周在 1:20 和 1:40 的释放区, 瓢虫对烟粉虱成虫的防治效果差异不显著, 但均与 1:80 释放区的防治效果差异显著, 分别为 68.3%、72.3%、15.6%。在整个释放期间, 瓢虫对烟粉虱卵的控制作用, 以 1:40 的释放区防治效果最为稳定, 在 38%~63% 之间; 在 1:20、1:80 释放区, 防治效果有时高达 71.2% 和 93.9%, 有时根本没有防治效果。瓢虫对烟粉虱若虫的控制作用, 以 1:20 释放区的防治效果为最好, 在 63% 以上; 以 1:40 释放区的防治效果次之, 在 58% 以上; 以 1:80 的释放区的防治效果为最差, 在第 4、6、7 周瓢虫对烟粉虱若虫没有防治效果。瓢虫对烟粉虱伪蛹的防治效果一般在 40% 以上, 以在 1:40 的释放区瓢虫对伪蛹的控制效果最好。从第 7 周的防治效果中可看出, 释放 1 对瓢虫对不同密度烟粉虱的控制效果在 15%~78%, 其中以 1:40 的比例释放控制效果稳定。

2.3 释放不同密度的瓢虫后烟粉虱的种群动态

在每株瓢虫和烟粉虱以 1:40、3:40 和 5:40 的比例释放的处理区内烟粉虱成虫、卵、若虫、伪蛹的种群数量

动态如图 2 所示。从图中可看出,处理区烟粉虱的种群数量均低于对照区烟粉虱种群的数量,其中在第 3、4

表 1 每株释放 1 对瓢虫对不同密度烟粉虱种群的控制效果 (%) *

Table 1 Control effect of different density of *B. tabaci* population with releasing one pair of *A. cardilobus* per plant

烟粉虱虫态	释放密度	一周	二周	三周	四周	五周	六周	七周
Stage of <i>B. tabaci</i>	(<i>A. cardilobus</i> ; <i>B. tabaci</i> pairs per plant)	One week	Two weeks	Three weeks	Four weeks	Five weeks	Six weeks	Seven weeks
成虫 Adult	1:20	0	0	0	81.6 ± 9.2a	30.5 ± 4.6b	63.7 ± 8.1a	68.3 ± 7.4a
	1:40	0	95.4 ± 9.8a	46.2 ± 3.2b	83.4 ± 6.2a	77.4 ± 6.2a	53.3 ± 8.1a	72.3 ± 7.0a
	1:80	0	39.3 ± 2.8b	85.2 ± 7.4a	20.5 ± 2.1b	0	25.0 ± 2.3b	15.6 ± 1.3b
	<i>F, P (df=2)</i>		143.5, <0.001	78.1, <0.001	110.7, <0.001	48.9, <0.001	101.4, <0.001	99.3, <0.001
卵 Egg	1:20	0	0	7.8 ± 0.4c	71.2 ± 8.3a	64.4 ± 6.2a	62.2 ± 5.4a	43.1 ± 3.1a
	1:40	0	42.3 ± 4.1b	44.3 ± 4.1b	38.7 ± 2.9b	63.3 ± 7.3a	57.9 ± 4.0a	35.7 ± 3.1a
	1:80	0	80.4 ± 7.4a	93.9 ± 12.3a	33.3 ± 1.3b	0	0	21.1 ± 1.0b
	<i>F, P (df=2)</i>		92.5, <0.0001	302.1, <0.001	88.3, <0.001	6.4, 0.5024	5.1, 0.2703	73.8, <0.001
若虫 Nymph	1:20	0	79.0 ± 7.2a	83.2 ± 11.2ab	82.8 ± 8.0a	63.5 ± 7.2a	67.5 ± 7.4a	69.2 ± 0.3a
	1:40	0	58.4 ± 4.7b	75.6 ± 8.1b	79.4 ± 7.3a	59.5 ± 6.3a	66.4 ± 5.2a	78.4 ± 6.2a
	1:80	0	48.5 ± 3.8b	94.2 ± 9.3a	0	10.1 ± 2.1b	0	0
	<i>F, P (df=2)</i>		120.5, <0.001	58.2, <0.001	4.8, 0.2865	125.2, <0.001	5.9, 0.3018	4.1, 0.3071
伪蛹“Pupa”	1:20	0	0	0	89.3 ± 8.3a	0	95.4 ± 11.1a	75.0 ± 0.8c
	1:40	0	0	0	76.9 ± 6.0b	40.0 ± 3.4b	63.0 ± 6.3b	78.8 ± 7.0a
	1:80	0	0	0	53.6 ± 5.2c	56.0 ± 6.3a	46.8 ± 4.0c	41.7 ± 3.9b
	<i>F, P (df=2)</i>				91.3, <0.001	71.1, <0.001	211.8, <0.001	98.4, <0.001

* 表中“0”表示瓢虫对烟粉虱无防治效果;表中同列数字后字母相同者表示差异不显著 The “0” in the table means no control effect on *B. tabaci*; Means in the same column followed by the same letters are not significantly different(DMRT $P>0.05$)

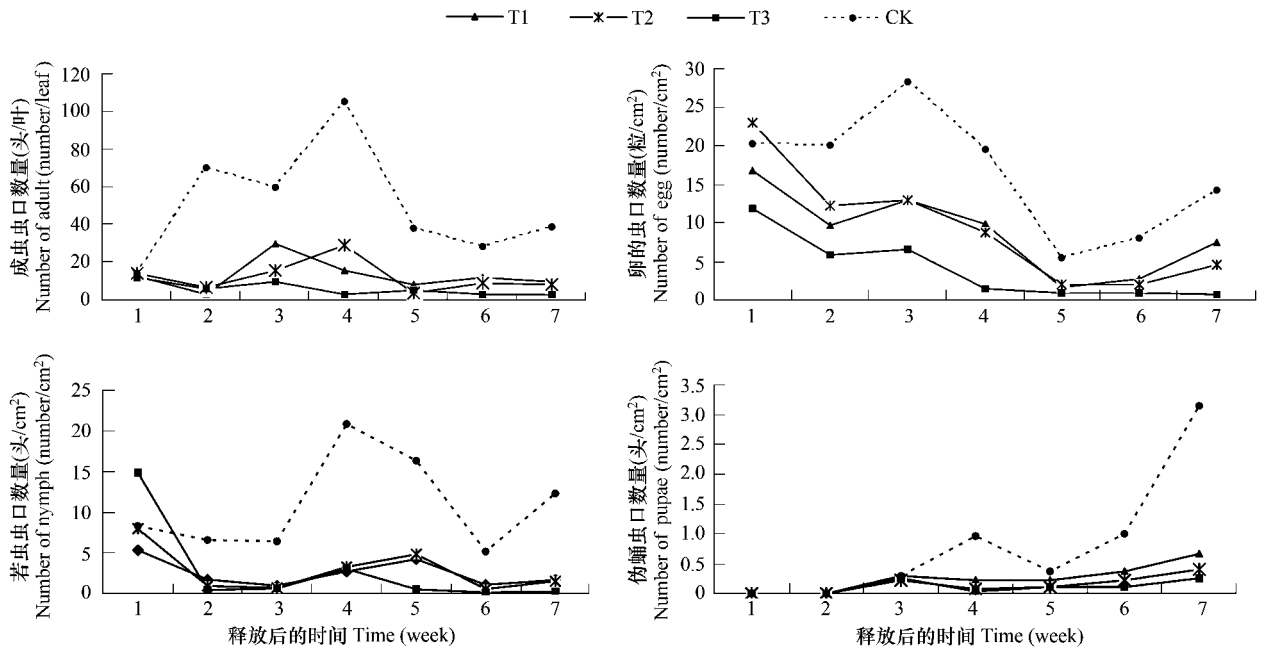


图 2 每株释放 1、3、5 对瓢虫后烟粉虱成虫、卵、若虫、伪蛹的种群动态

Fig. 2 The population dynamics of *B. tabaci* adults, eggs, nymph and pupae after releasing *A. cardilobus* adult 1, 3, 5 per plant

T1、T2、T3 为处理区每株释放 1、3、5 对瓢虫后烟粉虱的种群数量动态 T1, T2 and T3 in figure were on behalf of the population dynamics of *B. tabaci* when released 1, 3 and 5 pairs of *A. cardilobus* adults in treatments per plant

周处理区烟粉虱成虫、卵和若虫的数量远低于对照区的数量;在第6、7周对照区烟粉虱的种群数量大幅度增加,而处理区烟粉虱的种群数量只是小幅度增加。从总体上看,5:40释放区烟粉虱的种群数量一直较低,且种群数量较稳定,3:40释放区烟粉虱的种群数量位于1:40释放区和5:40释放区之间。

2.4 释放不同密度瓢虫对每株释放烟粉虱40对的控制效果

不同密度的瓢虫对烟粉虱的防治效果如表2所示。在7周内1:40、3:40、5:40处理区,瓢虫对烟粉虱成虫的防治效果分别为46%~95%、67%~90%和80%~91%,在第2周不同处理区之间的防治效果差异不显著;瓢虫对烟粉虱卵的防治效果分别为35%~63%、46%~77%和50%~91%,在第2、5周不同处理区之间的防治效果差异不显著;瓢虫对烟粉虱若虫的防治效果分别为58%~79%、69%~87%和91%~98%;瓢虫对烟粉虱伪蛹的防治效果分别为40%~78%、60%~90%和65%~95%,其中第2、3周对烟粉虱伪蛹没有防治效果。从以上分析中的数据中可看出,不论以何种比例释放,瓢虫对烟粉虱若虫的防治效果较为稳定,对烟粉虱卵的防治效果较差。

表2 释放不同密度的瓢虫对烟粉虱种群的控制效果(%) *

Table 2 The control effect of *B. tabaci* population after releasing different density of *A. cardilobus* adult

烟粉虱虫态 Stage of <i>B. tabaci</i>	释放密度 Releasing density (<i>A. cardilobus</i> : <i>B. tabaci</i> pairs per plant)	1周 One week	2周 Two weeks	3周 Three weeks	4周 Four weeks	5周 Five weeks	6周 Six weeks	7周 Seven weeks
成虫 Adult	1:40	0	95.4 ± 9.3a	46.6 ± 3.8b	93.6 ± 9.2a	77.3 ± 7.6b	53.8 ± 5.1c	72.4 ± 6.4b
	3:40	0	90.0 ± 8.4a	73.3 ± 3.2a	72.4 ± 6.2b	89.5 ± 6.2a	67.9 ± 8.1b	79.5 ± 7.0b
	5:40	0	90.0 ± 3.2a	80.6 ± 7.4a	96.7 ± 9.2a	84.6 ± 7.7a	87.5 ± 8.1a	91.0 ± 11.1a
	<i>F, P</i> (<i>df</i> = 2)		4.3, 0.3642	253.4, <0.001	114.6, <0.001	97.8, <0.001	142.8, <0.001	65.1, <0.001
卵 Egg	1:40	0	42.3 ± 3.7a	43.3 ± 3.4b	38.7 ± 3.0c	63.3 ± 5.2a	57.9 ± 4.4b	35.7 ± 2.3c
	3:40	0	46.6 ± 3.9a	59.7 ± 4.1a	60.5 ± 4.5b	68.1 ± 6.1a	77.6 ± 6.4a	71.3 ± 5.3b
	5:40	0	50.2 ± 5.2a	60.4 ± 5.3a	87.7 ± 7.3a	71.4 ± 6.5a	81.9 ± 8.1a	91.1 ± 9.9a
	<i>F, P</i> (<i>df</i> = 2)		6.2, 0.4235	311.2, <0.001	39.6, <0.001	5.3, 0.2417	92.6, <0.001	121.4, <0.001
若虫 Nymph	1:40	0	58.4 ± 4.3c	75.6 ± 6.1b	79.4 ± 7.8b	59.5 ± 4.7b	66.4 ± 5.4c	78.4 ± 6.3b
	3:40	0	84.2 ± 7.2b	86.7 ± 6.8a	83.3 ± 6.7b	69.0 ± 5.3b	87.8 ± 7.5b	86.7 ± 6.6b
	5:40	0	95.8 ± 9.2a	94.0 ± 9.7a	91.7 ± 8.9a	98.0 ± 9.4a	97.8 ± 8.9a	98.7 ± 9.5a
	<i>F, P</i> (<i>df</i> = 2)		162.3, <0.001	81.3, <0.001	47.1, <0.001	110.8, <0.001	94.7, <0.001	68.0, <0.001
伪蛹 "Pupa"	1:40	0	0	0	76.9 ± 6.8b	40.0 ± 3.2b	63.0 ± 5.4c	78.8 ± 8.1b
	3:40	0	0	0	89.7 ± 7.2a	60.0 ± 4.4a	70.4 ± 5.6b	90.6 ± 9.9a
	5:40	0	0	0	95.6 ± 8.5a	65.7 ± 5.7a	87.3 ± 7.4a	90.6 ± 9.6a
	<i>F, P</i> (<i>df</i> = 2)				153.2, <0.001	61.6, <0.001	210.7, <0.001	73.4, <0.001

* 表中“0”表示瓢虫对烟粉虱无防治效果;表中同列数字后字母相同者表示差异不显著 The “0” in the table means no control effect on *B. tabaci*. ; Means in the same column followed by the same letters are not significantly different (DMRT, $P > 0.05$)

综上所述,从上述瓢虫对烟粉虱的控制效果中可看出按5:40比例释放的处理区瓢虫对烟粉虱的控制效果最好,其次是按3:40比例释放的处理区,最差是按1:80比例释放的处理区。如果从控制效果和经济效益两方面来考虑,瓢虫和烟粉虱以3:40的比例释放最佳。

3 讨论

在释放试验中,处理区出现瓢虫对烟粉虱种群没有控制作用的现象,原因是当释放瓢虫的数量一定时,由于烟粉虱的种群密度过低时,则在随机检查中所检查出的烟粉虱虫口数量有时也很低,在统计分析时则不能显示出对烟粉虱的控制效果;当释放的烟粉虱种群密度相对过大时,瓢虫种群的增长相对较慢,因而不能有效地控制烟粉虱种群数量的增长,在统计分析时也会表现为对烟粉虱没有控制效果。

Ellis 等^[20]在一品红上以每株分别释放烟粉虱1对和10对时,在后期的检查中发现烟粉虱种群增长数量与最初所释放的烟粉虱的数量呈正相关,两者之间正好是1:10。而在本试验中,除烟粉虱若虫和伪蛹的种群

数量增长与之类似外,烟粉虱成虫和卵的这种同步增长的关系并不明显,尤其是在释放的第5周以后。这或许与所选用的寄主植物以及释放时烟粉虱成虫所处的生殖状态有关。本试验所用的寄主植物为叶片更新较慢的变叶木,当变叶木叶片的更新速度小于烟粉虱对叶片的消耗速度时,烟粉虱种群的繁殖受到影响,其种群数量的比例关系则不能很好地体现出来,因广州地区 K 生物型的烟粉虱多发生在变叶木上,所以实验中没有选用一品红作为寄主植物。所释放烟粉虱成虫的生殖状态也至关重要,刚羽化几天的成虫与羽化二十天后的成虫所处的生殖状态不同,则其产卵量明显不同;在试验中由于烟粉虱成虫的使用量较大,尽管我们对成虫采用了随机取用的方案,但还是不可能保证每个小区所用成虫的生殖状态完全一致。同时,由于是大田笼罩试验,试验中各小区的湿度不尽相同,这也会对试验结果产生一定的影响。

国外在烟粉虱的笼罩试验和大田试验方面有许多成功的经验。小黑瓢虫 *D. catalinae* 原产于美国东南部或中美洲,为粉虱的专食性捕食者^[21],在美国加利福尼亚和佛罗里达等州成功地应用于防治棉花和一品红上的烟粉虱^[22,23],在加州棉田的笼罩实验中,小黑瓢虫 *D. catalinae* 可成活、繁殖并且在夏季成功地控制 *Bemisia argentifolii* 的爆发^[22]。Heinz 等^[24,25]将小黑瓢虫与蚜小蜂适当组合,在温室笼罩试验中能有效地防治烟粉虱。Heinz and Nelson^[26]将 *D. catalinae*、*E. farmosa* 和 *E. pargandiella* 按不同比例组合,采用笼罩内淹没性释放的结果显示,多种天敌恰当的组合比单用一种有效天敌防治一品红上的烟粉虱效果要好。Steinberg and Prag^[27]报道,在温室黄瓜上同时应用粉虱座壳孢 *Aschersonia aleyrodis* 和小黑瓢虫 *D. pusillus* 成功地控制了烟粉虱种群,这两种天敌之间没有负面影响,一次应用可持续控制烟粉虱种群2个月。

本研究为大田笼罩试验,其对烟粉虱自然种群的控制效果有待进一步的验证。同时释放淡色斧瓢虫与拟青霉或寄生蜂对烟粉虱种群的联合控制作用也有待进一步研究。

References:

- [1] De Barro P J, Liebegts W, Carver M. Distribution and identify of biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in member countries of the Secretariat of the Pacific Community. *Australia J. Entomol.*, 1998, 37: 214—218.
- [2] Gill R J. A review of the sweetpotato whitefly in Southern California. *Pan-Pacific Entomol.*, 1992, 68(2): 144—152.
- [3] Oliveira M R V, Henndberry T J, Anderson N. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protect.*, 2001, 20: 709—723.
- [4] Palumbo J C, Horowitz R, Prabhaker N. Overview of insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Protect.*, 2001, 20: 739—765.
- [5] Zhang Z L. Some thoughts to the outbreaks of tobacco whitefly. *Beijing Agri. Sci.*, 2000, (Suppl.): 1—3.
- [6] Hu D X. The occurrence and control of silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii* Bellow & Perring). *Beijing Agri. Sci.*, 2000, (Suppl.): 32—35.
- [7] Hu D X, Wu X X. An indicator for presence of silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)—squash silverleaf. *Plant Quarantine*, 2001, 15(3): 132—136, back cover.
- [8] Ren S X, Wang Z Z, Qiu B L, et al. Damage status of *Bemisia tabaci* and its non-chemical control managements in China. *International Symposium of Agro-Ecosystem of Non-Environmental-Pollution Vegetable and Their Sustainable Development*. Guangxi: Beihai, 2000: 217—227.
- [9] Ren S X, Wang Z Z, Qiu B L, Xiao Y. The Pest Status of *Bemisia tabaci* in China and Non-chemical Control Strategies. *Entomol. Sinica*, 2001, 18(3): 279—288.
- [10] Fu J W, Huang J, Yao X R, Liu B Y. The morphological characters and biology of *Delphastus catalinae*. *Entomol. J. East China*, 1999, 8(1): 85—89.
- [11] Yao S L, Ren S X, Huang Z. The morphological characters and biology of *Serangum japonicum*. *Natural Enemies of Insects*, 2004, 26(1): 22—27.
- [12] Ren S X, Huang Z, Yao S L. Advances in studies on predators of *Bemisia tabaci* Gennadius. *Natural Enemies of Insects*, 2004, 26(1): 34—42.
- [13] Ren S X, Pang X F. The *Axinoscymnus cardilobus* (Coleoptera: Coccinellidae) from China. *Coccinella*, 1992, 4(1/2): 20—23.
- [14] Huang Z, Ren S X, Yao S L. Morphological and life habit of *Axinoscymnus cardilobus*. *Entomol. Knowl.*, 2003, 40(5): 450—452.
- [15] Huang Z, Ren S X, Yao S L. Life history of *Axinoscymnus cardilobus* (Col. Coccinellidae), a predator of *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). *J. Appl. Entomol.*, 2006, 130(8): 437—441.

- [16] Huang Z, Ren S X, Yao S L. Predation of *Axinoscymnus cardilobus* to *Bemisia tabaci*. Chin. J. Appl. Ecol., 2006, 17 (10): 1928—1932.
- [17] Li Z X. Molecular phylogenetic analysis reveals at least five genetic races of *Bemisia tabaci* in China. Phytoparasitica, 2006, 34 (5): 431—440.
- [18] Qiu B L, Ren S X, Wen S Y, Moundour N S. Biotype identifications of the populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in China using RAPD-PCR. Acta Entomol. Sin., 2003, 46: 605—608.
- [19] SAS Institute. SAS user's guide; Statistics. SAS Institute, Cary, NC. 1988.
- [20] Eill D, Mcavoy R, Ayyash L A, Flanagan M, Ciomperlik M. Evaluation of *Serangium parcesetosum* (Coleoptera: Coccinellidae) for biological control of silverleaf whirefly, *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia. Florida Entomologist, 2001, 84(2): 215—221.
- [21] Gordon R D. The Coccinellidae of American North of Mexico. J. New York Entmol. Society, 1985, 93(1): 1—912.
- [22] Heinz K m, Brazzle J R, Pickett C H, Natwick E T, Nelson J M, Parrella M P. Predator beetle may suppress silverleaf whitely. California Agriculture, 1994, 48(2): 35—40.
- [23] Hoelmer K A, Osborne L S, and Yokomi R K. Reproduction and feeding behavior of *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Economic Entomol., 1993, 86(2): 322—329.
- [24] Heinz K M, Parrella M P. Biological control of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) infesting *Euphorbia pulcherrima* evaluations of releases of *Encarsia luteola* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae). Environ. Entomol., 1994, 23 (5): 1346—1353.
- [25] Heinz K M. Predators and parasitoids as biological control agents of *Bemisia* in greenhouses. In Gerling, D. eds. *Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, control and Management*. Intercept, Andover. UK, 1996. 435—449.
- [26] Heinz K M, Nelson J M. Interspecific interactions among natural enemies of *Bemisia* in an inundative biological control program. Biol. Contr., 1996, 6 (3): 384—393.
- [27] Steinberg S and Prag H. Efficacy of the fungus *Aschersonia aleyrodis* and the coccinellid predator *Delphastus pusillus*, used to control *Bemisia tabaci* in greenhouse cucumber. *Bemisia News Letter* (special issue), 1994, 8. 33.

参考文献:

- [5] 张芝利. 关于烟粉虱大发生的思考. 北京农业科学, 2000(增刊): 1~3.
- [6] 胡敦孝. 银叶粉虱 *Bemisia argentifolii* Bellow & Perring 发生与防治. 北京农业科学, 2000, (增刊): 32~35.
- [7] 胡敦孝, 吴杏霞. 银叶粉虱发生的指示植物——西葫芦银叶. 植物检疫, 2001, 15(3): 132~136. 封底.
- [8] 任顺祥, 王振中, 邱宝利, 肖燕. 烟粉虱在中国发生为害现状及其非化学控制策略. 无公害蔬菜农业生态体系与可持续发展国际研讨会论文摘要集. 广西北海, 2000: 217~227.
- [10] 傅建伟, 黄建, 姚向荣, 刘冰妍. 小黑瓢虫形态特征及生物学特性观察. 华东昆虫学报, 1999, 8(1): 85~89.
- [11] 姚松林, 任顺祥, 黄振. 日本刀角瓢虫的形态特征和生物学特性研究. 昆虫天敌, 2004, 26(1): 22~27.
- [12] 任顺祥, 黄振, 姚松林. 烟粉虱捕食性天敌研究进展. 昆虫天敌, 2004, 26(1): 34~42.
- [14] 黄振, 任顺祥, 姚松林. 烟粉虱捕食性天敌淡色斧瓢虫的形态特征和生活习性. 昆虫知识, 2003, 40(5): 450~452.
- [16] 黄振, 任顺祥, 姚松林. 淡色斧瓢虫对烟粉虱的捕食作用. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1928~1932.