

张艳璇, 林涛, 林坚贞, 等. 释放胡瓜新小绥螨对温室作物烟粉虱垂直分布和种群数量的影响[J]. 福建农业学报, 2012, 27(4): 355-362.
ZHANG Y-X, LIN T, LIN J-Z, et al. Effect of *Neoseiulus cucumeris* Release on Vertical Distribution and Population of *Bemisia tabaci* in a Greenhouse Test [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 27 (4): 355-362.

释放胡瓜新小绥螨对温室作物烟粉虱垂直分布和种群数量的影响

张艳璇^{1,2}, 林涛¹, 林坚贞¹, 季洁¹, 陈霞¹

(1. 福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350013;
2. 福建省农作物害虫天敌资源工程技术研究中心, 福建 福州 350013)

摘要: 通过释放商业化生产的胡瓜新小绥螨和喷施化学农药 2 种方法防治温室茄子、黄瓜和豆角上的烟粉虱, 比较 2 种防治方法对烟粉虱垂直分布规律和种群数量动态的影响。结果表明: 化防棚烟粉虱大多数聚集在茄株中下部, 生防棚的烟粉虱则均匀地分散分布在茄株上。化学防治仅能防治茄株上部烟粉虱的成虫和若虫, 而释放到大棚茄子上的胡瓜新小绥螨却能够捕食茄株上、中、下部处于各个虫态的烟粉虱。胡瓜新小绥螨对茄株下部的烟粉虱成虫数量的控制, 显著超过化学防治的水平, 证明使用天敌的生物防治害虫显著优于使用农药的化学防治。

关键词: 烟粉虱; 胡瓜新小绥螨; 茄子; 生物防治; 化学防治

中图分类号: S 476

文献标识码: A

Effect of *Neoseiulus cucumeris* Release on Vertical Distribution and Population of *Bemisia tabaci* in a Greenhouse Test

ZHANG Yan-xuan^{1,2}, LIN Tao¹, LIN Jian-zhen¹, JI Jie¹, CHEN Xia¹

(1. Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China;
2. Research Center of Engineer and Technology of Natural Enemy Resource of Croppest in Fujian, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: The commercially available predatory mites, *Neoseiulus cucumeris*, were released along with pesticide spray to control *Bemisia tabaci* on eggplants in a greenhouse test. The experimentation was designed to compare the effect of the two pest control methods on the vertical distribution and population of *B. tabaci*. The results showed that an aggregated distribution of the whitefly population in the middle and at the bottom parts of the eggplant plants was observed when the chemical control method was applied, but an evenly dispersed insect distribution was seen when the biocontrol was implemented. Pesticide could only control the whitefly nymphs and adults at the top part of the eggplants. On the other hand, *N. cucumeris* would apparently attack the insects throughout the entire plant, especially the adults in the area near the bottom part of the plant. The result could be taken as another reason to promote the biological, instead of chemical, pest control measures in agricultural practices.

Key words: *Bemisia tabaci*; *Neoseiulus cucumeris*; eggplant; biocontrol; chemical control

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 是一种世界性的害虫。近年来, 烟粉虱对经济作物的危害日益严重, 甚至降低农产品的产量和商品价值^[1]。烟粉虱的取食会造成作物叶片褪绿、变黄、萎蔫, 严重的整株枯死^[2]。烟粉虱分泌的蜜露适宜黑霉菌大量繁殖, 污染了叶片和瓜果, 降低了作物的光合作

用^[3]。同时它还是多种植物病毒的载体, 通过取食过程传播病毒^[4]。烟粉虱的寄主范围广、食性杂、取食量大、繁殖力强并对多种杀虫剂、昆虫生长调节剂具有高度抗性^[5-6]。生物防治作为替代化学防治最重要的手段之一, 越来越受到人们的重视, 成为当前烟粉虱综合治理的重要组成部分^[7]。目前,

收稿日期: 2012-03-05 初稿; 2012-03-29 修改稿

作者简介: 张艳璇 (1957-), 女, 博士, 研究员, 主要从事农业螨类生物防治研究 (E-mail: xuan7616@sina.com)

基金项目: 农业部公益类行业专项(201103020、200903032); 福建省科技创新平台建设项目(2008N2002); 福建省科技计划项目——省属公益类科研院所基本科研专项 (2009R10028-1)

利用捕食螨控制烟粉虱研究较多的是斯氏小盲绥螨 *Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot), 其对温室大棚内的烟粉虱具有很好的控制潜力^[8]。2009 年张艳璇等开始尝试利用胡瓜新小绥螨 *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris* (Oudemans) 控制大棚温室烟粉虱的研究^[2,9]。在大棚的生防实践中本课题组发现化防棚中的烟粉虱发生的情况与生防棚烟粉虱的发生情况有明显的不同, 在常规化防棚中烟粉虱主要发生并集中在植株的中下部, 究其原因主要是喷药时因农民使用常规的喷雾器只能喷植株上方的叶片上, 也就是说喷药时药液大部分只能控制植株的上部的烟粉虱, 植株中下部因药剂接触少控制效果差。植株下部存活的烟粉虱成为下一次再度发生的主要虫源, 导致烟粉虱为害周而复始地发生。在山东种 1 季茄子(270 d)或甜椒需要施用 16~24 次农药, 但收效甚微。而释放胡瓜新小绥螨的大棚中烟粉虱的发生不但显著地低于常规化防棚, 且烟粉虱在植株的上、中、下分布很少也很均匀。这些现象在 2009~2011 年在多点、多区域的试验中普遍存在。本课题组认为: 生防应用的捕食螨是活体, 对其目标害虫具有跟踪、搜捕、猎食作用, 所以释放到田中无论烟粉虱在植株的任何部位捕食螨都能够搜捕、猎食。为了验证该假设符合事实真相, 本课题组于 2009~2011 年先后在茄子、黄瓜、豆角上开展释放胡瓜新小绥螨、常规化学防治对大棚烟粉虱垂直分布和种群数量影响的研究。

1 材料与方法

1.1 材料

茄子品种为“黑美丽”, 胡瓜新小绥螨取自福建艳璇生物防治技术有限公司。

1.2 试验设计

试验在山东省寿光市稻田镇稻田村进行, 供试的温室大棚为同一种植户所有, 位置相近、结构相似、水肥管理一致, 分别设置生防棚(生防园, 释放胡瓜新小绥螨, 面积 80 m×12 m, 分别种植茄子 4 000 株, 豆角 5 968 株, 黄瓜 3 846 株)、化防棚(化防园, 采用常规化学防治, 面积 80 m×12 m, 分别种植茄子 3 768 株, 豆角 5 980 株, 黄瓜 3 890 株)。试验时间从 2009 年 9 月 10 日开始, 豆角和黄瓜到 12 月 20 日结束, 茄子则到 2010 年 4 月 20 日为止, 试验区在试验前 5 d 均用 25% 噻虫嗪水分散粒剂 1 000 倍液喷雾进行彻底清园。清园后第 5 d (即 2009 年 9 月 20 日) 在生防区中将混有胡瓜新小绥螨的麸皮均匀地撒在作物的叶片上,

用量为平均每株 5~10 头, 第 76 d 平均每株释放胡瓜新小绥螨 10~20 头, 第 166 d 平均每株释放胡瓜新小绥螨 30~40 头, 第 196 d 平均每株释放胡瓜新小绥螨 30~40 头, 共释放 4 次, 后面 3 次释放的同时每 5 m²再挂上 1 个含有胡瓜新小绥螨的包装袋(每袋 600 头), 茄子园释放上述的 4 次, 豆角和黄瓜园仅在 9 月 20 日释放 1 次, 之后便不再释放。茄子园的生防区在清园后的第 71、161 和 191 d 分别喷施 1 次 0.8% 甲基阿维菌素 1 500 倍液。化防区施药种类分别为吡虫啉、啉虫脒、灭幼脲、阿克泰、蚜虱净、甲基阿维菌素轮换使用, 共 16 次(豆角和黄瓜分别为 10 次)。

1.3 调查方法

按五点取样法进行采样。每点各定 5 株为观察株, 每点每次随机取植株上、中、下各 1 片叶片分别调查烟粉虱成虫、卵、若虫、伪蛹的数量。调查时轻轻翻转被调查叶片, 记录每张叶片背面的成虫数, 之后摘下该叶片并标记, 带回实验室在解剖镜下再计数其他虫态的虫口数量。调查时间从清园后但未释放胡瓜新小绥螨(即 2009 年 9 月 20 日)开始, 每隔 10 d 调查 1 次, 茄子共调查 22 次(豆角和黄瓜均为 10 次)。记录的数据经 Excel 软件整理后, 运用 SPSS 17.0 软件进行方差分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱在作物植株上的垂直分布

2.1.1 烟粉虱在释放胡瓜新小绥螨与常规化防 2 种处理后在茄株上分布的特点 通过对茄子整个生长周期的持续调查发现, 在释放胡瓜新小绥螨的生防棚中, 烟粉虱的总虫量仅为化防园总虫量的 69.37%, 并且相同部位上的虫量生防园均比化防园少。烟粉虱种群在 2 种处理园区的茄株上的垂直分布均具有上部多, 下部次之, 中部少的特点, 茄株上部的虫量占了总虫量将近一半(图 1)。如图

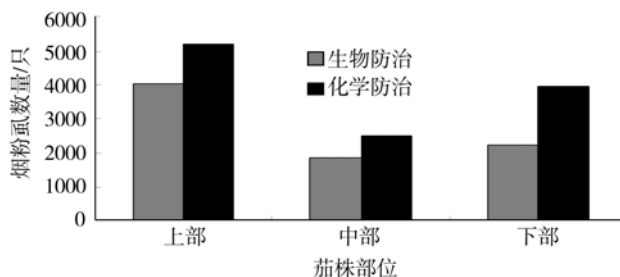


图 1 茄株不同部位烟粉虱种群数量

Fig. 1 Whitefly population on top, middle or bottom parts of an eggplant plant

2-a所示,在释放胡瓜新小绥螨的生防区和常规的化防区中,烟粉虱成虫主要分布在茄株中下部(100%,100%),并以下部为主(95.36%,93.61%);卵主要分布在茄株中上部(99.81%,99.90%),并以上部为主(94.79%,96.39%);

若虫主要分布在茄株上中部(94.56%,97.47%);伪蛹则大多数分布在茄株中下部(93.59%,92.03%)。烟粉虱各虫态在豆角、黄瓜植株上不同部位的分布基本与茄株相同(图2-b,2-c)。

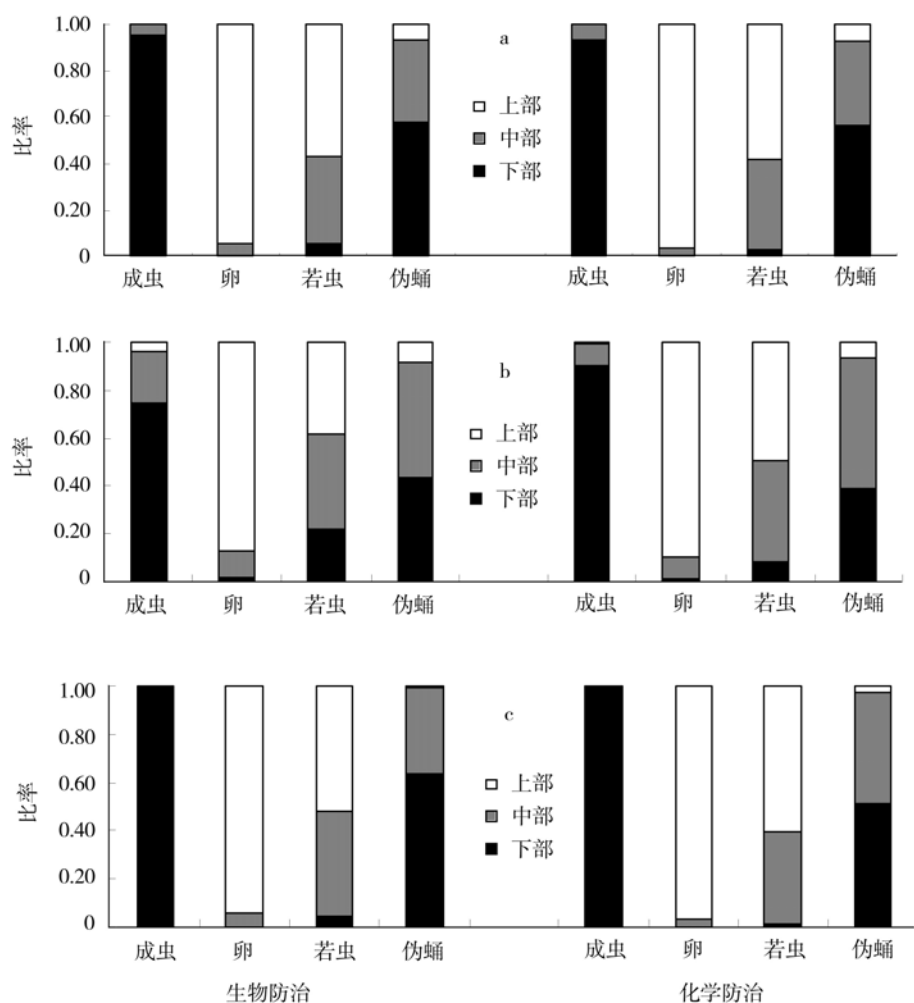


图2 作物植株不同部位上烟粉虱各虫态虫数占整株虫数的比率

Fig. 2 Percentage of whiteflies of different ages on top, middle or bottom parts of a plant

注: a为茄子, b为豆角, c为黄瓜。

2.1.2 在释放胡瓜新小绥螨与常规化防2种处理下烟粉虱在茄株上的分布特征 为了阐明作物植株上不同部位烟粉虱数量的关系,进一步比较茄子植株上、中、下3部位两两之间烟粉虱数量的差异性(表1)。即在整个试验的22次采样中,分别统计每次采样不同部位上的烟粉虱数量,进而对生防园与化防园其茄株的上部和中部、上部和下部、中部和下部的烟粉虱数量进行方差分析(即2处理园区各进行66次差异显著性分析),统计出现显著差异的次数。其中生防园茄株不同空间位置烟粉虱数量

差异显著($P < 0.05$)的次数为34次,而化防园则达到43次,各占总比较次数(66次)的44.16%和55.84%(图3)。这说明生防园中烟粉虱在茄株上均匀分散分布的时间较化防园长,而化防园其聚集分布的时间则比生防园更长。在同时进行的黄瓜、豆角试验中均得到同样的结果。生防园和化防园黄瓜植株不同空间位置烟粉虱数量差异显著次数分别占总统计次数的43.75%和56.25%;豆角则更明显,分别为27.27%和72.73%(图3)。

表 1 烟粉虱在释放胡瓜新小绥螨与常规化防两种处理的茄子植株不同空间位置数量差异性

Table 1 Differences of whitefly population between bio- and chemical treatments on top, middle or bottom parts of an eggplant plant

采样时间 (月—日)	生防园每株虫数/只			化防园每株虫数/只		
	上部	中部	下部	上部	中部	下部
09—20	31.60±3.85b	9.60±1.96a	23.20±3.09b	32.00±5.15c	8.40±2.09a	19.00±2.43b
10—01	11.40±3.04a	9.20±2.78a	11.00±1.38a	46.40±3.20c	19.20±2.67a	27.60±1.96b
10—10	14.20±4.85a	14.80±3.62a	12.40±4.30a	42.20±3.01b	22.40±3.39a	39.40±6.55b
10—20	7.40±1.44a	8.40±2.64a	11.80±2.27a	54.20±4.37b	35.60±3.26a	42.00±5.51ab
10—30	19.60±6.37a	18.60±4.03a	7.60±1.60a	50.80±4.58b	32.00±1.58a	41.40±2.87ab
11—10	28.40±3.04b	20.40±5.65b	8.00±1.82a	54.20±4.21b	28.00±4.74a	39.20±4.96a
11—20	29.60±3.71b	10.60±3.70a	20.00±4.04ab	35.80±4.90b	16.60±2.87a	28.40±2.73b
11—30	46.60±8.85b	17.40±2.77a	24.80±5.17a	65.80±5.07b	22.00±5.23a	34.60±6.36a
12—10	47.00±3.38b	17.60±4.39a	23.60±2.89a	47.00±7.50b	24.60±3.98a	38.80±1.66ab
12—20	32.40±3.70b	17.20±2.85a	23.00±3.39ab	40.60±4.20b	25.00±4.76a	41.20±3.38b
12—30	44.80±8.56b	20.40±4.26a	29.80±2.71ab	54.60±7.59b	35.40±7.37a	43.80±2.87ab
01—10	40.20±2.71c	17.00±2.00a	25.60±3.23b	48.20±4.27b	22.40±2.16a	39.80±6.51b
01—20	45.20±5.39b	19.60±4.41a	23.80±2.20a	49.00±5.34b	24.40±3.36a	46.80±2.48b
01—30	48.60±3.61b	25.20±5.29a	30.40±3.57a	51.40±5.92b	27.00±3.27a	44.80±4.60b
02—10	44.40±2.62b	19.20±3.51a	21.80±3.25a	54.00±5.23b	25.20±3.25a	36.20±4.33a
02—20	39.80±6.09b	19.60±1.63a	18.20±5.49a	48.80±3.15b	18.60±2.89a	17.40±2.62a
02—28	41.20±4.95b	14.20±1.69a	18.40±3.78a	41.60±3.23b	20.40±2.16a	25.40±2.87a
03—10	43.80±3.18b	17.20±2.54a	22.60±4.19a	41.60±3.06b	17.00±4.25a	30.80±4.37b
03—20	40.80±4.69b	21.80±5.07a	23.20±4.78a	49.20±4.12c	19.40±3.49a	33.00±2.77b
03—30	44.20±3.51b	16.40±2.42a	23.00±2.30a	40.20±3.73b	19.40±3.47a	38.80±2.60b
04—10	51.40±3.61b	17.80±1.88a	25.20±4.66a	49.20±3.47b	19.40±1.96a	40.80±4.19b
04—20	43.40±4.89b	19.00±3.29a	21.00±3.32a	41.20±2.44b	21.00±4.34a	38.20±5.06b

注:不同小写字母表示同一处理不同部位不同调查时间差异显著(P<0.05)。

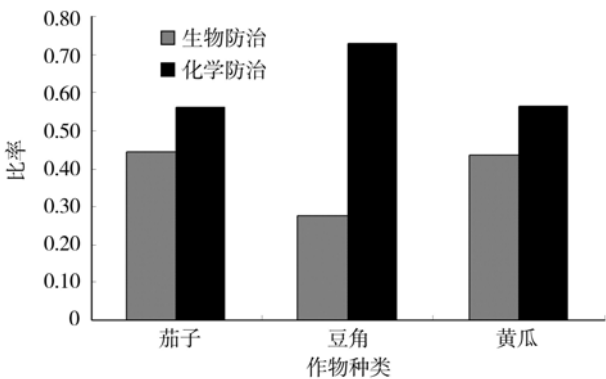


图 3 不同作物植株各空间位置烟粉虱数量差异显著次数的比率

Fig. 3 Percent appearance of significantly different number of whitefly in same areas on different plants

2.1.3 烟粉虱在释放胡瓜新小绥螨和常规化防 2 种处理下与茄株上不同部位种群数量关系 因为黄瓜新小绥螨能够取食多种作物花粉^[14], 因此以茄

子现蕾时间为界, 将整个试验期 (270 d) 分为前、后 2 个时期, 分别对这 2 个时期茄子植株不同空间位置烟粉虱数量进行聚类分析 (图 4)。从图 4-a 可以看出, 生防中、下、上部聚为一类, 化防中、下部聚为一类, 化防上部单独聚为一类并且与前两类距离最远。这说明前期释放胡瓜新小绥螨的生防园植株上、中、下部烟粉虱的数量差距较小, 分布较均匀, 这与捕食螨的全株捕食有关; 但化防园植株上部烟粉虱的数量与中、下部的差距均较大, 分布不均匀, 有较明显的聚集现象, 这可能与施药方法有关。从图 4-b 生防中、下部与化防中部聚为一类, 生防上部与化防上、下部聚为一类。这说明在后期化防园植株上烟粉虱的数量分布不均匀, 这与前期一致。但后期生防园烟粉虱的数量分布也不均匀, 这可能是由于生防园后期烟粉虱卵 (不会移动) 的增加幅度较大, 客观上拉大了植株上部与中、下部烟粉虱数量的差距。而对于调查周期较短的豆角 (86 d)、黄瓜 (96 d), 对其整个试验周期

植株上烟粉虱数量进行聚类分析, 发现其垂直分布的差距更为明显。即两者化防的上部单独为一类, 化防中、下部聚为一类, 生防上、中、下部聚为一类 (图 4-c、4-d)。说明释放黄瓜新小绥螨的豆角

和黄瓜的生防园中烟粉虱在整个植株上的分布较为均匀分散, 与化防园烟粉虱聚集分布在中下部可以明显的区分开。这与上述茄株上的分析结果基本一致 (图 4)。

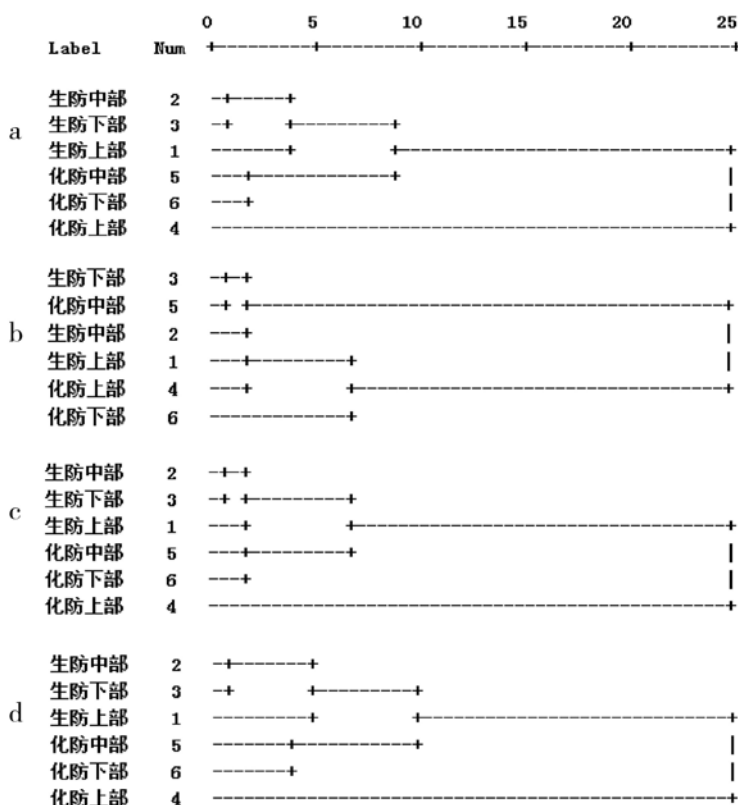


图 4 不同空间位置烟粉虱数量聚类分析树状图

Fig. 4 Dendrogram of whiteflies on top, middle or bottom parts of a plant

注: a 为茄子前期, b 为茄子后期, c 为豆角, d 为黄瓜。

2.2 在释放胡瓜新小绥螨和常规化防 2 种处理下茄园内烟粉虱种群动态

从图 5-a 可知, 在整个试验周期内, 化防区烟粉虱种群数量显著地高于生防区。清园释放胡瓜新小绥螨后的 10 d 内, 释放胡瓜新小绥螨的生防区烟粉虱种群数量下降, 之后开始缓慢上升, 在第 130 d 达到最高峰, 后又开始下降, 下降幅度较小。清园后 30 d 内化防区烟粉虱种群数量急剧上升, 之后基本保持在 100 头以上 (第 60 d 除外), 第 130 d 后种群数量开始下降, 但下降幅度较小。在试验周期的前 140 d 生防区烟粉虱种群数量极显著 ($P<0.01$) 低于化防区 (第 0、70、80 d 除外), 释放捕食螨后第 140~270 d 的生防区烟粉虱种群数量显著 ($P<0.05$) 低于化防区。生防区不同部位的烟粉虱种群数量均少于同部位的化防区。生防区的茄子上部和中部烟粉虱种群数量在清园后

的 50 d (中部为 40 d) 内显著低于化防区, 其后差异不显著; 生防区的茄子下部烟粉虱种群数量明显低于化防区, 并且有半数以上的时间其种群数量显著低于化防区 (图 5)。

生防区和化防区茄子上部叶片均未检出成虫; 中部则是在 90 d 之后才检出成虫 (化防区为 60 d 后), 但数量极少, 成虫数量较多的为茄株下部。从图 6 可以看出, 化防区下部成虫数显著高于生防区 (第 0、150 d 除外), 并有半数以上的时间极显著高于生防区。清园后的 20 d 内, 生防区下部的成虫数呈下降趋势, 在第 20 d 达到最低值, 之后缓慢上升, 在第 100 d 达到最高值, 之后保持平稳略有下降; 化防区成虫数波动较大, 清园后成虫数即几乎呈直线上升, 在第 50 d 达到最高值, 经过短暂的下调后成虫数持续增长, 并在第 150 d 达到最低值, 且极显著地低于生防区, 之后成虫数再呈

急剧上升趋势。在生防区和化防区的茄子下部叶片上,烟粉虱成虫数量均为最大,在上部没有发现成

虫,这说明烟粉虱成虫主要分布在茄子植株中下部,并以下部为主。

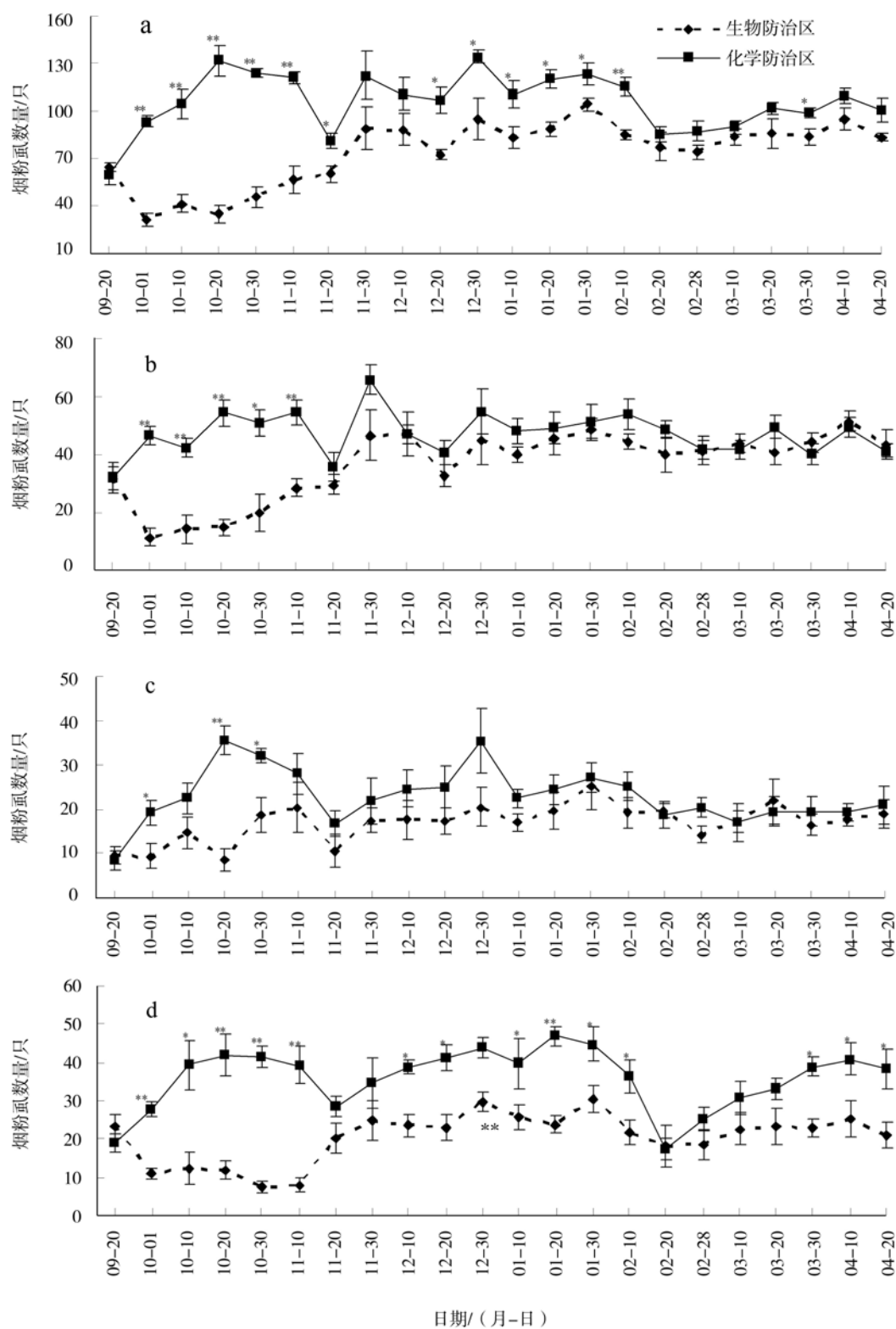


图 5 不同处理方法茄株烟粉虱种群数量消长动态

Fig. 5 Whitefly population changes on eggplants under different treatments

注: a 为整株, b 为植株上部, c 为植株中部, d 为植株下部。* 为 $P < 0.05$, ** 为 $P < 0.01$ 。

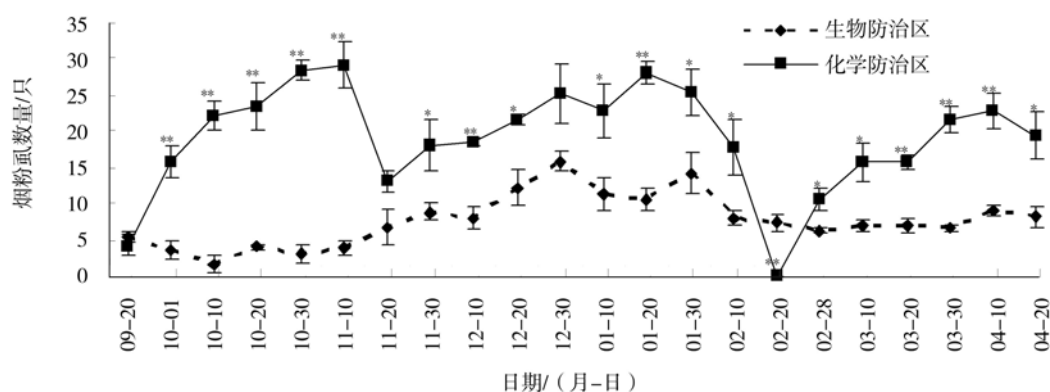


图6 不同处理方法茄子下部叶片烟粉虱成虫数量消长动态

Fig. 6 Temporal changes of whitefly on bottom parts of eggplants under different treatments

注: * 为 $P < 0.05$, ** 为 $P < 0.01$ 。

3 讨论与结论

上述研究表明:不论是化学防治还是释放胡瓜新小绥螨的生物防治,其对烟粉虱各虫态在茄子植株上的分布均有较大的影响。沈斌斌等通过对广东地区无人防治的茄子、黄瓜种植大棚的调查发现烟粉虱成虫主要分布于植株中、上部较幼嫩且已充分展开的叶片上^[10-11];罗宏伟等研究表明在日光温室中烟粉虱成虫与卵主要分布在甘薯上部叶片上,若虫主要分布在中部,而伪蛹则以甘薯下部叶片为主要分布区^[12]。而本项研究在整个调查采样阶段,2个处理区上部叶片上均未发现成虫,这说明2种处理方法均能有效控制茄子上部烟粉虱的成虫。但是化学防治对茄子中下层,尤其是对下层的烟粉虱成虫的控制效果有限,这是因为大棚内喷施农药时采用传统的背负式喷雾器,致使大部分药液仅能喷到植株的上部杀死植株上层烟粉虱的成虫和若虫,而不能或仅有少量到达中下部,因此不能有效地防治植株中下部烟粉虱伪蛹和新羽化的成虫,因此导致化防区植株上部与中下部的虫量差异显著。药效期一过,植株中下部的烟粉虱种群快速恢复继续形成全株危害。因此生产中仅能通过增加施药次数来减轻烟粉虱的危害。大棚茄子试验期间(270 d)生防区仅释放4次捕食螨,喷施4次农药(含1次清园3次挑治)、而化防区共喷施农药多达16次。这在无形中提高了烟粉虱对化学农药的抗性,降低了药剂防治的效果,同时也加大了食品安全的隐患。

然而,由于胡瓜新小绥螨是活体,具备一定的爬行能力,对其目标害虫具有跟踪、搜捕、猎食作用。即使在光线很弱的情况下,仍然表现出强烈的

负趋光性,其在日光温室的甜椒植株上主要分布在光线比较弱的中下层^[13]。同时烟粉虱的伪蛹大部分聚集在植株下层,新羽化的成虫角质化程度低,活动能力弱,极易遭受捕食螨的攻击。所以释放到田中的捕食螨除了能够捕食上、中部烟粉虱的卵和若虫,还能够深入到茄株的下部捕食化学药剂难以到达的位置并杀死刚从伪蛹中羽化的成虫,对烟粉虱多个虫态均能有效捕杀且没有防治死角^[2]。因而生防园茄株上的烟粉虱种群密度较低,均匀分散分布的时期较长,种群数量波动较小,不易造成烟粉虱种群急剧爆发,这对茄株乃至整个生防园区的烟粉虱控制具有一定的效果。

总体上看,化防区烟粉虱种群数量的消长曲线波动幅度均比生防区大,这与化学药剂防治的特点有关。施药初期药效好,烟粉虱的数量快速下降,药效期一过,其种群数量迅速恢复,防治效果时好时坏。但生物防治则不同,胡瓜新小绥螨能够捕食烟粉虱的各个虫态,并以其为食物正常发育和繁殖(前期试验结论)。在前期(清园后的60 d内)显著降低生防区的烟粉虱种群数量,之后虽然略有增加,但基本仍低于化防区($P > 0.05$)。因此,利用胡瓜新小绥螨防治烟粉虱相比于化学防治,防效更稳定,防治周期更长。另外,在茄子定植前,应该对大棚进行彻底的清园除杂,以降低烟粉虱的初始虫口基数,并在定植初期烟粉虱种群数量较低时释放胡瓜钝绥螨,对其具有很好的压制作用。

尽管胡瓜新小绥螨能以烟粉虱各虫态为食物并发育和繁殖,但其产卵率极低(前期试验结论)。胡瓜新小绥螨能够在茄子园中维持一定的种群数量,这可能与该螨能够取食多种植物的花粉有关^[14],其在茄子园中可能是以茄子花粉作为替代

食物(茄子定植 60 d 后即现蕾),来维持体内营养平衡,但其种群增殖速度仍然较慢。据此,通过在茄子的整个生长周期中多次释放胡瓜新小绥螨来维持较高的捕食螨种群,以达到持续控制烟粉虱的目的。除此之外,在烟粉虱发生的初期,配合捕食螨的释放为其提供适量的花粉不但能够扩大胡瓜钝绥螨的种群,而且能够降低烟粉虱的种群^[15-16],对于有效防治作物上烟粉虱的危害也是一个可行的策略^[17]。

通过以上试验表明,在茄子园中释放胡瓜钝绥螨相比于喷施化学农药,能够较好地控制烟粉虱的种群,尤其在烟粉虱发生初期,前者的效果明显好于后者。与化学防治仅对植株上部的防效明显相比,捕食螨能够捕食植株上、中、下部处于各个虫态的烟粉虱,达到整株全面防控的效果。本研究进一步证明了生物害虫防治优于化学防治。

参考文献:

- [1] 罗晨,张芝利. 烟粉虱研究概述 [J]. 北京农业科学, 2000, 18 (S): 4—13.
- [2] 张艳璇,林坚贞,张公前. 胡瓜钝绥螨控制大棚甜椒烟粉虱的研究 [J]. 福建农业学报, 2011, 26 (1): 91—97.
- [3] NOMIKOU M, JANSSEN A, SCHRAAG R, et al. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci* [J]. Exp Appl Acarol, 2001, 25: 271—291.
- [4] 黄小玲,魏洪义. 不同寄主作物烟粉虱种群数量的研究 [J]. 植物保护, 2010, 36 (3): 103—105.
- [5] CAHILL M, BYRNE F J, GOMAN K, et al. Pyrethroid and organophosphate resistance in the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) [J]. Bull Entomol Res, 1995, 85: 181—187.
- [6] CAHILL M, BYRNE F J, GOMAN K, et al. Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) [J]. Bull Entomol Res, 1996, 86: 343—349.
- [7] 孟瑞霞,张青文,刘小侠. 利用植绥螨防治烟粉虱的研究进展 [J]. 昆虫知识, 2007, 44 (6): 798—803.
- [8] NOMIKOU M, JANSSEN A, SABELIS M W. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources [J]. Exp Appl Acarol, 2003, 31: 15—26.
- [9] 张艳璇,单绪南,林坚贞. 胡瓜钝绥螨控制日光大棚甜椒上的西花蓟马的研究与应用 [J]. 中国植保导刊, 2010, (11): 19—22.
- [10] 沈斌斌,任顺祥. 烟粉虱成虫空间分布型的研究 [J]. 昆虫知识, 2005, 42 (5): 544—546.
- [11] 沈斌斌,任顺祥. 大棚黄瓜上烟粉虱成虫动态研究 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35 (11): 3299—3300.
- [12] 罗宏伟,黄建,王竹红. 烟粉虱在温室甘薯寄主上的时空分布特性 [J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2005, 34 (2): 172—176.
- [13] WEINTRAUB P G, KLEITMAN S, ALCHANATIS V, et al. Factors affecting the distribution of a predatory mite on greenhouse sweet pepper [J]. Exp Appl Acarol, 2007, 42 (1): 23—35.
- [14] PAUL C J, VAN R, LYNNELL K T. Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history [J]. Exp Appl Acarol, 1999, 23: 785—802.
- [15] NOMIKOU M, JANSSEN A, SCHRAAG R, et al. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food [J]. Exp Appl Acarol, 2002, 27: 57—68.
- [16] VAN R P C J, VAN H Y M, SABELIS M W. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores [J]. Ecology, 2002, 83 (10): 2664—2679.
- [17] NOMIKOU M, SABELIS M W, JANSSEN A. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites [J]. Bio Control, 2010, 55: 253—260.

(责任编辑:林海清)