

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2015.01.009

性诱剂和黄板对设施蔬菜烟粉虱诱集效果的比较

周福才*, 周建华, 杨爱民, 衡 森, 陈学好, 张建军, 何 菁

扬州大学园艺与植物保护学院, 江苏 扬州 225009

摘要:【背景】烟粉虱是设施茄果类蔬菜上的重要害虫。【方法】在温室辣椒和黄瓜田中,研究3种方式(悬挂性诱剂、黄板和性诱剂+黄板)对烟粉虱的诱集作用。【结果】性诱剂和黄板对烟粉虱均有较好的诱杀效果,在黄瓜田悬挂性诱剂和黄板4 h后,性诱剂、黄板、性诱剂+黄板上分别诱集到烟粉虱成虫 13.80、7.40 和 31.20 头;随着悬挂时间的延长,诱虫量逐渐增多,悬挂24 h后,3种方式的诱集量分别达到 32.20、31.80 和 52.80 头。在48 h以内,性诱剂诱虫量明显多于黄板,但48 h后黄板上的诱集量明显多于性诱剂。对黄瓜上残留成虫的性比调查发现,诱集处理24 h后,悬挂性诱剂和性诱剂+黄板的黄瓜上烟粉虱性比分别为 4.05 : 1 和 3.31 : 1,而悬挂黄板的黄瓜上烟粉虱性比接近 1 : 1。不论是性诱剂还是黄板,1 d中以 10:00~14:00 之间对烟粉虱的诱集量最大。性诱剂不同悬挂高度对烟粉虱的诱集效果不同,在辣椒田,性诱剂白板的下端与辣椒顶部冠层叶相平时对烟粉虱的诱集量显著多于白板下端高出辣椒顶部冠层叶上部 10 cm 与 50 cm 的处理。诱集处理4 d后,性诱剂、黄板和性诱剂+黄板对蔬菜烟粉虱的校正防效分别为 68.18%、60.42% 和 77.40%。【结论与意义】性诱剂对烟粉虱雄虫有强烈的专性诱集作用,黄板和性诱剂联用对烟粉虱的诱集具有明显的增效作用。

关键词: 设施蔬菜; 烟粉虱; 性诱剂; 黄板; 无公害控制

The comparison of the effects of sex attractant and yellow sticky card to *Bemisia tabaci* (Gennadius) on vegetables in greenhouses

Fu-cai ZHOU*, Jian-hua ZHOU, Ai-min YANG, Sen HENG, Xue-hao CHEN, Jian-jun ZHANG, Jing HE

School of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009, China

Abstract:【Background】*Bemisia tabaci* is an important pest on solanaceous vegetables in greenhouses.【Method】The sex attractant, yellow sticky card and sex attractant+yellow sticky card were hung in pepper fields and cucumber fields for trapping the *B.tabaci*.【Result】Both sex attractant and yellow sticky cards had good trapping effects on *B.tabaci*. After hanging sex attractant and yellow sticky card in cucumber field for 4 hours, there were 13.80, 7.40 and 31.20 *B.tabaci* adults on sex attractant, yellow sticky cards and sex attractant+yellow sticky card, respectively. As the hanging times increased, the amount of the attracted *B.tabaci* gradually increased. After 24 hours, the numbers of adult *B.tabaci* were 32.20, 31.80 and 52.80 on sex attractant, yellow sticky cards and sex attractant+yellow sticky card, respectively. In the first 48 hours, there were significantly more *B.tabaci* on sex attractant than those on the yellow sticky card. However, after 48 hours, the yellow sticky card significantly attracted more *B.tabaci* than sex attractant. Results from *B.tabaci* adults on cucumbers showed that, after 24 hours, the sex ratio on the sex attractant and cucumber+yellow sticky card were respectively 4.05 : 1 and 3.31 : 1, while the sex ratio of the yellow sticky card was close to 1 : 1. Both sex attractant and yellow sticky cards trapped the largest amount of *B.tabaci* between 10:00~14:00 in a day. Different hanging heights of sex attractant have different trapping effects on *B.tabaci*. In a pepper field, more *B.tabaci* were trapped when the lower end of the white sex attractant card was at the same level than the top of the leaves than at 10 cm or 50 cm higher than the top of the leaves. After 4 days of the trapping, the corrected control effects of sex attractant, yellow sticky card and sex attractant+yellow sticky card on *B.tabaci* were 68.18%, 60.42% and 77.40%, respectively.【Conclusion and significance】Sex attractant has a strong sex trapping effect on *B.tabaci* and the combination of yellow sticky card and sex attractant has obvious synergies in trapping *B.tabaci*.

Key words: greenhouse vegetables; *Bemisia tabaci*; sex attractant; yellow sticky card; pollution-free control

收稿日期(Received): 2014-12-15 接受日期(Accepted): 2015-01-13

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金[ex(12)1004]; 泰州市科技支撑项目(TN201429); 江苏省科技支撑计划项目(BE2012326); 江苏省农业三项工程项目[SXGC(2012)273]

作者简介: 周福才, 男, 副研究员, 博士。研究方向: 蔬菜害虫综合治理

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 是我国蔬菜上的重要害虫, 严重威胁蔬菜的安全生产(褚栋等, 2004; 梁称福和陈正法, 2000)。近年来, 随着农业产业结构的调整, 设施栽培面积迅速增加, 许多地区实现了蔬菜的周年生产, 但这种生产模式加重了烟粉虱的发生和危害(鲍宇等, 2011; 郭喜红等, 2014; 司升云等, 2014)。烟粉虱不仅造成蔬菜产量的损失, 发生严重时还影响蔬菜的品质和商品性(胡荣利等, 2014; 杨爱民等, 2014)。长期以来, 蔬菜烟粉虱的防治主要以化学农药为主, 既增加生产成本和农药残留的风险, 同时还加重了环境污染(王世忠和邱源, 2008; 张春梅等, 2012)。因此, 设施蔬菜烟粉虱的无公害控制引起了人们越来越多的关注(丁报林, 2011; 李智勇等, 2013)。

昆虫性信息素具有高效性、专一性、使用方便、价格低廉、环境友好等优点, 被认为是最具发展潜力的研究方向之一(Law & Regnier, 1971; Whit & Ferry, 1971)。随着昆虫性信息素提取和人工合成技术的不断成熟和完善, 其在害虫测报及防治上的应用日益广泛(王郁和邱乐忠, 2011; 赵博光, 1996)。近几年, 性诱剂在大豆豆荚螟 *Etiella zinckenella* Treitschke(柴伟纲等, 2014)、花椰菜和大棚芦笋上的甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner 和斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* (Fabricius)(陈永全和盛保龙, 2014; 张立良等, 2014)等蔬菜害虫无公害控制方面的应用越来越广泛, 烟粉虱性诱剂在部分地区也已开始应用于生产。由于性诱剂只能诱集雄性成虫, 不能诱杀雌虫, 而黄板对烟粉虱也有一定的诱杀作用(李雅珍等, 2010; 周福才等, 2003), 二者在一些农业园区的保护地已作为标准配置推广应用。为了充分发挥性诱剂和黄板的优势, 提高对烟粉虱的诱杀效果, 本文探讨了性诱剂和黄板联合使用对烟粉虱的控制作用和使用技术, 以期为设施蔬菜烟粉虱的无公害控制提供新的手段。

1 材料与方法

1.1 试验材料

辣椒: 苏椒 17, 由江苏省农业科学院蔬菜研究所提供。辣椒于 8 月 21 日穴盘育苗, 9 月 22 日定植在大棚中。试验时辣椒为开花结果初期。辣椒用于性诱剂不同悬挂高度对烟粉虱诱集的影响试验。

黄瓜: 早二 N, 由扬州大学园艺与植物保护学

院园艺系提供。黄瓜于 8 月 4 日用穴盘育苗, 8 月 23 日定植在大棚中。试验时黄瓜为开花结果初期。黄瓜用于除性诱剂不同悬挂高度对烟粉虱诱集影响试验外的其他试验。

烟粉虱性诱剂: 北京绿源现代农业科技发展有限公司生产。

烟粉虱诱捕器及白色粘虫板: 购自 Better Life 生物农药批发中心。

黄板: 天津光宁科技有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 试验小区设计 试验在扬州大学园艺与植物保护学院园艺大棚内进行。试验共分 4 个小区: 性诱剂诱集区、黄板诱集区、性诱剂+黄板诱集区和对照区。小区 60 m² 左右, 小区之间用 60 目防虫网隔离。每个处理以对角线的形式选取 5 点, 分别悬挂诱捕器或黄板, 性诱剂的诱捕器内放置白色粘虫板, 性诱剂+黄板为性诱剂的诱捕器内放置黄色粘虫板。除悬挂高度试验外, 其他试验的诱捕器或黄板均悬挂在寄主蔬菜的冠层叶上方 5 cm 左右。

1.2.2 烟粉虱成虫虫量调查 试验前, 调查各小区蔬菜叶片上烟粉虱成虫量。调查方法: 每个小区随机调查 20 株, 每株取上、中、下叶片各 1 张。

1.2.3 诱捕器和黄板诱集虫量调查 试验从当天下午 14:00 开始调查各小区辣椒叶片上的烟粉虱虫量, 每个小区随机调查 20 株, 同时调查各处理区粘虫板上的烟粉虱虫量; 此后, 每天 8:00、10:00、12:00、14:00、16:00 分别调查各处理区辣椒上和粘虫板上烟粉虱虫量, 连续调查 3 d。分别于处理后 48、76 h, 随机抽取 5 株, 调查辣椒叶片上烟粉虱的雌雄性比。试验重复 5 次。

1.2.4 不同时间段烟粉虱的诱集量 试验处理同 1.2.3, 清晨 6:00 悬挂黄板和性诱剂, 8:00、10:00、12:00、14:00、16:00 分别检查 2 h 内性诱剂、黄板和性诱剂+黄板上诱集的烟粉虱虫量。

1.2.5 烟粉虱性比调查 在各小区选辣椒 15 株, 每株取上部和中部叶片各 2 张, 检查辣椒叶片上烟粉虱成虫的性别。

1.2.6 不同悬挂高度对烟粉虱诱集的影响 试验在辣椒田中进行。分别设置性诱剂粘虫板下端与辣椒冠层叶相平、上方 10 cm、上方 50 cm 3 个处理, 处理 1、3、5、7 d 后调查诱集虫量。试验重复 5 次。

1.2.7 田间控制效果调查方法 田间调查采用平

行线取样法,顺着行向每隔 3 株调查 1 株,共调查 10 株,每株分别调查辣椒上、中、下部叶各 2 张。成虫调查方法:轻轻翻转被调查叶片,统计每张叶片背面的成虫数。

1.3 数据处理

用下列公式分别计算成虫的减退率:

$$\text{虫口减退率} = \frac{\text{处理前虫量} - \text{处理后虫量}}{\text{处理前虫量}} \times 100\%$$

试验数据采用 DPS 统计软件进行处理。用 Duncan's 多重比较的方法检验各处理的差异显著性,显著性检验水平均为 $P \leq 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 3 种诱集方式对烟粉虱成虫的诱集量

性诱剂、黄板、性诱剂+黄板 3 种诱集方式对烟粉虱都具有较好的诱杀效果(图 1)。处理后 4 h,性诱剂、黄板、性诱剂+黄板对烟粉虱成虫的诱集量分别为 13.80、7.40、31.20 头;随着处理时间的延长,诱集的虫量逐渐增多,处理后 78 h,性诱剂、黄板、性诱剂+黄板诱虫分别达到 86.60、160.40、180.60 头。

进一步分析发现,处理 52 h 后,黄板和性诱剂+黄板的诱集量继续快速上升,而性诱剂的诱集虫量逐渐趋于稳定,诱集 78 h 后的诱集量为 86.6 头,显著低于黄板(160.4 头)和性诱剂+黄板(180.60 头)的诱集量($F = 15.425, P = 0.0005$)。从不同时间段的诱集量看,从处理后 24 h 开始至 48 h 为止的 24 h 内,性诱剂、黄板、性诱剂+黄板诱虫量分别较从 0 h 到处理后 24 h 的 24 h 内诱集量上升了 93.17%、144.65% 和 104.92%;但从处理后的 54 h 到处理后 78 h 的 24 h 内,性诱剂的诱集量仅增加了 7.71%,而黄板和性诱剂+黄板诱集量分别增加了 29.15% 和 33.78%。

性诱剂+黄板处理增强了处理前期对烟粉虱的诱集效果,处理 4 h 后诱集虫量达 31.2 头($F = 14.429, P = 0.0006$),48 h 后诱集虫量达 108.2 头,显著高于性诱剂及黄板处理($F = 6.36, P = 0.0131$)。处理 48 h 后性诱剂+黄板处理对烟粉虱的诱集作用高于性诱剂,但与黄板处理之间无显著差异。

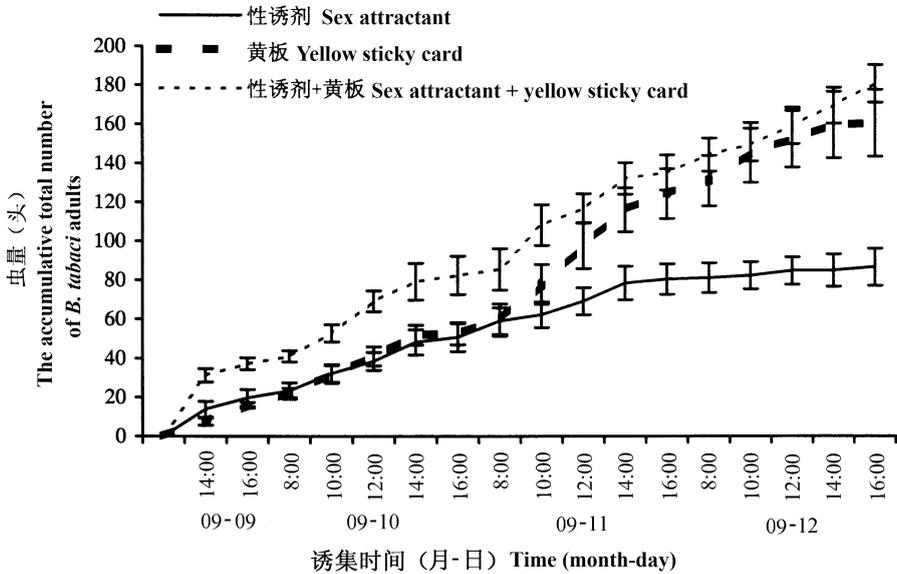


图 1 不同时间内烟粉虱成虫的累计诱集量

Fig.1 The accumulative total number of *B. tabaci* adults being trapped during different time

2.2 3 种诱集方式诱杀后黄瓜上烟粉虱的性比

通过对不同处理黄瓜上烟粉虱的性比调查发现(表 1),处理 48 h 后,性诱剂和性诱剂+黄板处理的黄瓜上烟粉虱雌雄性比分别为 4.05 : 1 和 3.31 : 1,而黄板和对照上雌雄性比均接近 1 : 1,性诱剂和性诱剂+黄板处理显著高于黄板和对照;处理 78 h 后,

性诱剂和性诱剂+黄板处理的黄瓜上烟粉虱雌雄性比继续增大,分别为 4.33 : 1 和 3.81 : 1,而黄板和对照上雌雄性比仍接近 1 : 1。性诱剂和性诱剂+黄板处理的雌雄性比显著高于黄板和对照。结果表明,性诱剂对烟粉虱雌雄虫具有较好的诱杀作用。

表 1 黄瓜叶片上烟粉虱成虫的雌雄性比

Table 1 The ratio of males and females of *B.tabaci* adults on cucumber leaves

处理时间 Treatment time (h)	雌雄性比 The ratio of males and females				P	F
	CK	性诱剂 Sex attractant	黄板 Yellow sticky card	性诱剂+黄板 Sex attractant+ yellow sticky card		
48	0.98±0.09b	4.05±0.63a	1.02±0.33b	3.31±0.77a	5.458	0.0045
76	0.99±0.12b	4.33±1.04a	1.08±0.21b	3.81±0.98a	5.949	0.0063

不同小写字母表示同一行数据在 0.05 水平上差异显著。

Data in the same row followed with different letters are significantly differential in Duncan's test ($P<0.05$).

2.3 不同时间段烟粉虱成虫的诱集量

在 1 d 的不同时间段,性诱剂和黄板对烟粉虱的诱集量不同(图 2),性诱剂、黄板和性诱剂+黄板

3 种诱集方式均在 10:00~14:00 诱集量最大,约占全天总诱集虫量的 71%以上,6:00 以前和 18:00 以后诱集量相对较少。

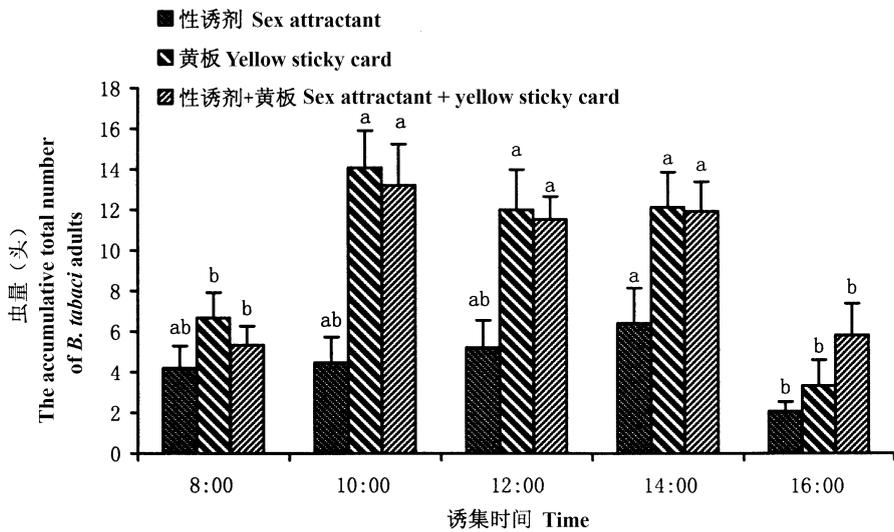


图 2 不同时间段对烟粉虱的诱集量

Fig.2 The number of *B.tabaci* adults being trapped at different times during the day

2.4 性诱剂不同悬挂高度对烟粉虱的诱集效果

性诱剂不同悬挂高度对烟粉虱的诱集作用有明显的影响(表 2)。研究发现,在辣椒田,性诱剂白板下端与辣椒顶部冠层叶相平时对烟粉虱的诱

集量显著多于其他处理,而白板下端高出辣椒顶部冠层叶上部 10 cm 的诱集效果明显下降,白板下端高出辣椒顶部冠层叶上部 10 cm 与 50 cm 处理之间的差异不显著。

表 2 性诱剂不同悬挂高度诱集的烟粉虱虫量

Table 2 The amount of *B.tabaci* being trapped by sex attractant hanging at different heights

处理时间 Treatment time (d)	粘虫板上烟粉虱的成虫量(头) The amount of <i>B.tabaci</i> on sticky card		
	与冠层叶相平 0 cm up to leaves	高出冠层叶 10 cm 10 cm up to leaves	高出冠层叶 50 cm 50 cm up to leaves
1	111.67±13.42a	36.33±6.36b	11.33±2.03b
3	118.33±13.78a	44.33±7.67b	13.67±2.40b
5	128.67±12.72a	40.33±16.02b	14.00±2.52b
7	149.00±7.21a	68.67±13.38b	18.00±1.53c

不同小写字母表示同一行数据在 0.05 水平上差异显著。

Data in the same row followed with different letters are significantly different in Duncan's test ($P<0.05$).

2.5 性诱剂和黄板联合使用对黄瓜烟粉虱的诱杀效果

3 种处理方式和处理时间对烟粉虱的诱集效果存在明显的差异(表 3)。对数据的进一步分析可以看出(表 4),处理前期,性诱剂对烟粉虱的诱集效果明显较黄板好,但随着处理时间的延长,两者差异减少。如田间悬挂性诱剂 1 d 后,黄瓜上烟粉虱的防效(26.24%)较黄板单用(7.35%)高,悬挂性

诱剂 2 d 后,两者之间的防效没有明显差异,处理 3 d 后,性诱剂的防效仍较黄板的高。性诱剂对烟粉虱具有较好的防效。

性诱剂和黄板联用,可以较好地弥补性诱剂不能诱杀雌虫的缺点,提高对烟粉虱的诱杀效果。从表 4 可以看出,性诱剂和黄板联用,对黄瓜上烟粉虱的防效始终显著高于性诱剂和黄板单用。

表 3 3 种方式处理后黄瓜烟粉虱的田间校正防效方差分析

Table 3 The ANOVA of the corrected control effect to cucumber *B.tabaci* using the three different controls

变异来源 Source of variation	<i>P</i>	<i>F</i>
处理时间 Treatment time	0.0001	107.665
处理方式 Ways of treatment	0.0001	56.692
处理时间×处理方式 Treatment time×Ways of treatment	0.0344	2.315

表 4 3 种方式处理后黄瓜烟粉虱的田间校正防效

Table 4 The corrected control effect to cucumber *B.tabaci* using the three different controls

处理时间 Treatment time (d)	校正防效 The corrected control effect (%)			<i>P</i>	<i>F</i>
	性诱剂 Sex attractant	黄板 Yellow sticky card	性诱剂+黄板 Sex attractant+ yellow sticky card		
1	26.24±4.12Ad	7.35±5.00Bc	36.82±3.02Ac	0.0001	13.068
2	40.64±4.14Bc	39.20±2.85Bb	64.44±3.11Ab	0.0001	17.234
3	56.36±2.91Bb	41.89±3.67Cb	64.90±1.122Ab	0.0001	17.306
4	68.18±1.42Ba	60.42±2.37Ca	77.40±1.36Aa	0.0001	22.916
<i>P</i>	0.0001	0.0001	0.0001		
<i>F</i>	30.009	37.179	52.970		

数据采用 Duncan's 新复极差测验检验,不同大、小写字母分别表示同一行数据和同一列数据在 0.05 水平上差异显著。

Data in the same row followed with different capital letters or in the same column followed with different lowercase letters showed significant different using a Duncan's test ($P < 0.05$).

3 讨论

昆虫信息素是同种昆虫个体之间在求偶、觅食、栖息、产卵、自卫等过程中起通讯联络作用的化学信息物质(王郁和邱乐忠,2011),包括标记信息素、报警信息素、聚集信息素、性信息素等。在自然界中,雌性成虫在性成熟后,会向环境中释放性信息素,雄虫的化学感觉器官接受到这种信息素后,会向释放源定向飞行。因此性信息素具有高度的特异性。昆虫性诱剂是利用上述原理,将人工合成的昆虫性信息素通过释放器释放到田间,以干扰昆虫的交配,达到控制靶标害虫的目的。由于性诱剂在诱杀害虫时不接触植物和农产品,没有残留之忧,因此昆虫信息素是害虫生态防控的首选方法之一,也是目前国际公认的绿色植保技术。

昆虫性诱剂专一诱杀雄虫,所以在诱集前期雌性成虫仍残留在田间,仍可取食为害。本研究发

现,性诱剂在使用前期诱集虫量明显多于黄板,但 48 h 后性诱剂的诱集虫量则明显少于黄板,通过对残留在作物上的烟粉虱成虫性比调查发现,残留在作物上的成虫绝大多数是雌虫。黄板对烟粉虱也具有较好的诱杀作用(周福才等,2003),因此,将性诱剂与黄板联合使用,既能控制当代成虫危害,又能减轻后代危害。本研究还发现,性诱剂对烟粉虱具有快速诱杀的效果,但性诱剂长期暴露在自然环境中,其挥发物会挥发散失,诱集效果下降,因此,性诱剂在成虫高峰前 1~2 d 使用效果会更好。

烟粉虱成虫虽然能进行有规律的迁移,但飞翔能力相对较弱,绝大多数情况下只在近寄主周边 10 cm 以下范围内活动,只有在人类的干扰下才可能迁移上百米(Byrne *et al.*, 1986; David, 1991)。周福才等(2003)研究黄板对烟粉虱的诱集效果发现,在低矮的花菜田黄板下端略高于菜叶顶部的黄

板放置方式其诱集量最大。本研究也发现,在辣椒田,性诱剂白板下端与辣椒顶部冠层叶相平时对烟粉虱的诱集量显著多白板下端高出辣椒顶部冠层叶上方 10 cm 的处理。因此,生产上利用性诱剂或黄板诱杀烟粉虱时必须注意悬挂高度,并且要随着植株的生长及时调整高度。

参考文献

- 鲍宇,王成云,张书臣,陈然,胡站崇. 2011. 棚室蔬菜小型害虫发生重的原因及绿色防控措施. *中国农技推广*, (7): 44-45.
- 柴伟纲,湛江华,孙梅梅,王丽丽. 2014. 不同性诱剂和诱捕器对大豆豆荚螟的诱捕效果. *浙江农业科学*, (7): 1063-1064.
- 陈永全,盛保龙. 2014. 浙北地区大棚芦笋主要害虫性诱剂防治试验. *浙江农业科学*, (5): 709-710.
- 褚栋,张友军,丛斌,徐宝云,吴青君. 2004. 世界性重要害虫 B 型烟粉虱的入侵机制. *昆虫学报*, 47(3): 400-406.
- 丁报林. 2011. 扬州市蔬菜害虫农药防治现状及减用对策. 扬州:扬州大学.
- 郭喜红,董民,尹哲. 2014. 蔬菜主要病虫害安全防控原理与实用技术. 北京:中国农业科学技术出版社.
- 胡荣利,祝树德,周福才,孙亚萍,吴琳. 2014. 烟粉虱为害对番茄果实品质的影响. *扬州大学学报:农业与生命科学*, 35(3): 80-84.
- 李雅珍,毛明华,徐柯楠,朱群雄. 2010. 黄板防治蔬菜害虫田间试验. *上海蔬菜*, (3): 58-59.
- 李智勇,赵桂萍,苏国生,刘永明,姜雅娟,刘淑哲. 2013. 无公害蔬菜生产中存在的主要问题及防止蔬菜污染的基本对策. *吉林蔬菜*, (1): 44-45.
- 梁称福,陈正法. 2000. 我国无公害蔬菜生产现状与发展对策. *长江蔬菜*, (11): 1-4.
- 司升云,李芒,潘鹏亮,刘小明,望勇. 2014. 蔬菜主要害虫 2013 年发生概况及 2014 年发生趋势. *中国蔬菜*, (3): 1-4.
- 王郁,邱乐忠. 2011. 昆虫信息素的应用及前景. *福建农业科技*, (2): 48-50.
- 王世忠,邱源. 2008. 设施蔬菜主要害虫综合防治技术. *上海蔬菜*, (3): 72-73.
- 杨爱民,周福才,胡其靖,陈学好,任佳,周建华,邵久之. 2014. 烟粉虱对辣椒产量和品质的影响. *扬州大学学报:农业与生命科学*, 35(1): 86-89.
- 张春梅,白和盛,苏建坤. 2012. 江苏里下河地区设施蔬菜病虫害的发生与防治. *现代农业科技*, (18): 121-122.
- 张立良,李静,翟勤,曹国庆,任翠龙,李世俊. 2014. 性诱剂在十字花科蔬菜生产中的应用效果试验. *安徽农学通报*, 20(15): 58-59.
- 赵博光. 1996. 美国及加拿大利用性信息素进行森林虫害预报的研究进展. *北京林业大学学报*, 18(2): 90-95.
- 周福才,杜予州,孙伟,姚燕林,秦吉洋,任顺祥. 2003. 黄板对菜地烟粉虱的诱集作用研究. *华东昆虫学报*, 12(1): 96-100.
- Byrne D N, von Bretzel P K and Hoffman C J. 1986. Impact of trap design and placement when monitoring for the banded winged whitefly and sweetpotato whitefly. *Environmental Entomology*, 15: 300-304.
- David N. 1991. Whitefly biology. *Annual Review Entomology*, 36: 431-457.
- Law J H and Regnier F E. 1971. Pheromones. *Annual Review Biochemistry*, 40: 533-548.
- Whittaker V P and Ferry P P. 1971. Allelochemicals: Chemical interaction between species. *Science*, 171: 757-777.

(责任编辑:郭莹)

