



悬挂高度和位置对性诱剂诱集柑桔潜叶蛾雄虫效果的影响^{*}

蒋耀智^{**} 曾 玲 梁广文 陆永跃^{***}

(华南农业大学昆虫生态研究室 广州 510642)

摘 要 本文研究了红心蜜柚园和新余蜜橘园中诱捕器悬挂高度、设置距离对性诱剂诱集柑桔潜叶蛾 *Phyllocnistis citrella* Stainton 雄虫效果的影响。结果表明,诱捕器悬挂的垂直高度明显影响性诱剂对柑桔潜叶蛾雄虫诱集量,同时这个影响随着高度相对树干的水平位置变化而变化。诱捕器最佳悬挂位置是三分之二树高的树冠底部边缘。

关键词 柑桔潜叶蛾,性诱剂,高度,距离

Influence of the height and distance on the trap with sex pheromone to capture citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* males

JIANG Yao-Zhi^{**} ZENG Ling LIANG Guang-Wen LU Yong-Yue^{***}

(Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract The influence of height on the effectiveness of sex pheromone traps to attract male citrus leafminers, *Phyllocnistis citrella* Stainton, in an orchard of underage red heart pomello and mature Xinyu tangerine trees, was studied. The results revealed that trap height had an obvious effect on capture success which was also dependent on the horizontal distance of traps from the tree trunk. The results also revealed that the bottom edge of the canopy, two thirds of the way up the tree, was the best location for traps.

Key words *Phyllocnistis citrella*, sex pheromone, height, distance

柑桔潜叶蛾 *Phyllocnistis citrella* Stainton 是世界性发生的重要柑桔害虫之一,在中国各柑桔产区均有分布。该虫以幼虫潜入新梢叶片表皮下取食为害,并导致桔树感染柑桔溃疡病 *Xanthomonas axonopodis* pv. Citri, 对柑桔生产影响很大(丁勇等, 1994; 邓明学, 1997; Heppner, 1993; 温燕清, 2006)。目前的控制方法主要是及时抹芽控梢、适时施药、保护和利用天敌,但是抹芽控梢工作量大、化学防治用药频繁、天敌难以形成有效种群(居益民, 2006; 王声金, 2008; 柯志伟, 2009; 张志勇等, 2009; 王开洪和袁平, 1988)。国外研发出一

种防治柑桔潜叶蛾的新方法—性诱剂诱杀,该诱剂对柑桔潜叶蛾雄虫引诱活性好,在美国柑桔潜叶蛾性诱剂的研究已经成熟并可商业化生产(Stelinski and Rogers, 2008)。

柑桔潜叶蛾性诱剂是由(Z,Z,E)-7,11,13-十六碳三烯醛(Z7Z11E13-16Ald)、(Z,Z)-7,11-十六碳二烯醛(Z7Z11-16Ald)和(Z)-7-十六碳烯醛(Z7-16Ald)按30:10:1比例混合而成的,该混合物对巴西柑橘潜叶蛾具有很好的引诱活性(Leal *et al.*, 2006),前两种成分对美国加利福尼亚和佛罗里达柑桔潜叶蛾具有引诱活性(Moreira *et al.*,

^{*} 资助项目:广东省科技计划重大项目(2009A020101001)、国家科技支撑计划项目(2008BADA5B04)。

^{**} E-mail: 253075879@ qq. com

^{***} 通讯作者, E-mail: luyongyue@ scau. edu. cn

收稿日期: 2010-05-12, 接受日期: 2010-10-18

2006; Stelinski and Rogers, 2008), Z7Z11-16Ald 对日本的柑橘潜叶蛾雄虫引诱活性高 (Mafi *et al.*, 2005)。经试验证实, 0.1 mg Z7Z11E13-16Ald 和 0.03 mg Z7Z11-16Ald 混合物对广东和江西橘潜叶蛾雄虫具高的引诱活性高 (蒋耀智等, 2010)。关于诱捕器高度对性诱剂诱集柑桔潜叶蛾效果的研究结果是不同的, Lapointe 等 (2006) 发现没有影响, 而 Stelinski 和 Rogers (2008) 认为高度有影响。本文调查研究了诱捕器悬挂距离和悬挂高度对性诱剂诱集柑桔潜叶蛾雄虫效果的影响, 为应用该诱剂监测和防治柑桔潜叶蛾提供了依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

柑桔潜叶蛾性诱剂 (Citralure): 成分为 0.1 mg Z7Z11E13-16Ald 和 0.03 mg Z7Z11-16Ald 的混合物, 由美国佛罗里达大学柑桔研究与教育中心 Lukasz Stelinski 博士提供。

诱捕器: 根据美国佛罗里达大学柑桔与教育研究中心提供的 Pherocon VI Delta 诱捕器, 用 3 mm 厚的白色中空板 (东莞市石碣成森五金塑胶厂生产) 自制。该诱捕器有一个对立的开口和一个放置粘性昆虫黏胶板用于捕获飞蛾的底面 (20 cm × 20 cm)。在诱捕器的两端各有一个 3.0 cm 的侧盖。这个侧盖能在使用 (关闭) 时能保护黏胶板不被吹走, 而且能平直打开以利于取出粘板计算诱捕器中捕获的飞蛾数量。这种诱捕器在侧盖关闭和打开时开口总面积是 42.0 cm² 和 85.5 cm²。

昆虫黏胶板: 由厦门英格尔科技开发有限公司生产, 黏胶板为黄色, 剪成长 × 宽为 20 cm × 18.3 cm、粘性表面积为 366 cm² 备用。

1.2 试验地点

广东深圳: 深圳市绿康汇有机农业有限公司基地, 柚子树品种为红心蜜柚, 树龄 3 年, 未挂果, 种植面积 10 005 m², 植株间距 4.0 m × 5.0 m, 树冠顶部和底部的平均高度分别是 1.38 m 和 0.45 m。

江西新余: 江西珊娜果业有限公司新余密桔园东边基地, 桔树品种为新余密桔, 树龄 15 年, 挂果期, 总种植面积为 466 900 m², 植株间距 4.0 m × 5.0 m, 树冠顶部和底部平均高度分别是 3.1 m 和 0.6 m, 树冠宽度平均为 4.5 m。本试验在一个

面积为 6.67 hm² 的果园中进行。

1.3 试验方法

广东深圳: 试验设计 2 × 3 双因素, 3 个重复。这两个因素分别是诱捕器距离植株的水平位置和悬挂高度。2 个水平位置是树冠边缘和两树中间 (树间)。3 个悬挂高度是距离地面 0.45 m (树冠底部)、0.95 m (树冠中部) 和 1.40 m (树冠顶部)。树冠中间的诱捕器直接挂在树上, 树冠边缘和树间的诱捕器挂在立于相应位置的竹竿上。所有诱捕器挂在树西侧, 诱捕器间隔 20 m, 共设置 18 个诱捕器。试验时间为 6 月 20 日—7 月 20 日, 每 3 天调查、记录并清理诱捕器中的柑桔潜叶蛾雄虫 1 次。

江西新余: 试验设计 4 × 6 双因素, 4 个重复。两个因素同上。4 个水平位置是距离树干 0、1、2 和 2.5 m (两树中间)。6 个悬挂高度是距离地面 0.6 m (树冠底部)、1.1、1.6、2.1、2.6 和 3.1 m (树冠顶部)。树冠中间的诱捕器直接挂在树上, 树冠边缘和树间的诱捕器挂在立于相应位置的竹竿上。所有诱捕器挂在树西侧, 诱捕器间隔 15 m, 共设置 96 个诱捕器。试验时间为 8 月 29 日—9 月 19 日, 每 3~5 d 观察、记录并清理诱捕器中的柑桔潜叶蛾雄虫 1 次。

用每次调查记录的诱捕器中诱集到的雄虫数量作统计分析。

1.4 数据处理

使用 DPS 数据处理系统中 Duncan's 新复极差方法分析数据显差异显著性 (唐启义和冯明光, 2007)。

2 结果与分析

2.1 红心蜜柚园中诱捕器悬挂高度对性诱剂诱集柑桔潜叶蛾雄虫效果的影响

在红心蜜柚园中, 不同悬挂高度的诱捕器中捕获的柑桔潜叶蛾雄虫数量见表 1。如表 1 所示, 位于树冠边缘的诱捕器中潜叶蛾雄虫数量明显多于树间, 如 0.45 m 高度时树冠边缘为 10 头/诱捕器, 2 株果树中间位置为 5.8 头/诱捕器。悬挂高度对诱捕器捕获潜叶蛾雄虫的数量也有明显影响, 0.45 m 和 0.95 m 高度雄虫数量明显多于 1.40 m。研究结果表明, 在果树较矮的果园中, 诱捕器的最佳悬挂位置树冠边缘及以上部位。

表 1 苗期红心蜜柚园中不同诱捕器悬挂高度柑桔潜叶蛾雄虫的平均诱集量(头/诱捕器)
Table1 Number of males captured by different heights of sexual pheromone traps in the orchards of seedling stage *Citrus grandis* (ind./trap)

悬挂高度 Height(m)	诱捕器放置位置 Trap position	
	树冠边缘 Edge of canopy	树间 Middle part between two neighbouring trees
0.45	10.00 ± 1.40Aa	5.80 ± 0.53Ba
0.95	9.03 ± 0.93Aa	5.83 ± 0.71Ba
1.40	3.84 ± 0.61Ab	1.87 ± 0.48Bb

注:表中同行数据后具相同大写字母者或同列数据后具相同小写之字母者表示经方差分析(Duncan's 新复极差方法)在 0.05 水平上差异不显著,下表同。

Data in same row or column followed by the same capital or small letter are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's test. The same below.

2.2 蜜橘园中诱捕器悬挂高度对性诱剂诱集柑桔潜叶蛾雄虫效果的影响

在新余蜜橘园中,不同悬挂高度诱捕器捕获的柑桔潜叶蛾雄虫数量见表 2。由表 2 可以看出,悬挂高度不同、距果树树干的距离不同,诱捕器中柑桔潜叶蛾雄虫数量存在差异。总的规律是:(1)随着悬挂高度升高,诱捕雄虫数量最多的距离不断变化。当高度为 0.6、1.1、1.6、2.1、2.6、3.1 m 时,诱捕雄虫数量最多的距离分别为 2、0、1、2、1、2、2、1、0 m。其中 2 m 距离出现频率为 4 次,1 m 出现频率为 3 次,0 m 出现频率为 2 次,2.5 m 出现频率为 0 次。因此,认为 1~2 m 距离上诱捕雄

虫数量可能最多;(2)随着距果树树干的距离的增大,诱捕雄虫数量最多的高度也不断变化。当距离为 0、1、2、2.5 m 时,诱捕雄虫数量最多的高度分别为 0.6~2.1 m、6~2.6 m、0.6 m、1.6 m、2.1 m、6~1.6 m。其中 0.6、1.6 m 高度出现频率为 4 次,1.1、2.1 m 出现频率为 3 次,2.6 m 出现频率为 1 次,3.1 m 出现频率为 0 次。因此,认为 0.6~1.6 m 高度上诱捕雄虫数量可能最多。

综合以上分析结果表明,距离树干 1~2 m、高度 0.6~1.6 m 即基本在树冠边缘附近是悬挂诱捕器的最佳位置。

表 2 生产期蜜橘园中不同悬挂高度和距离时诱捕器中柑桔潜叶蛾雄虫数量(头/诱捕器)
Table2 Number of males captured by different heights and distances of sexual pheromone traps in the orchards of harvesting stage *Citrus grandis* (ind./trap)

悬挂高度 Height(m)	距果树树干的距离 Distance from the trunk(m)			
	0	1	2	2.5
0.6	171.50 ± 26.26Ba	111.75 ± 4.07Ba	234.50 ± 11.06Aa	113.75 ± 8.11Ba
1.1	161.00 ± 29.01Aa	165.00 ± 9.20Aa	100.00 ± 10.17ABb	90.75 ± 2.50Ba
1.6	115.00 ± 4.74BCab	162.00 ± 6.78ABa	204.25 ± 17.12Aa	97.25 ± 15.80Ca
2.1	114.75 ± 8.82Bab	149.50 ± 21.80Ba	213.25 ± 17.03Aa	34.75 ± 2.32Cb
2.6	63.25 ± 2.06BCb	151.75 ± 17.02Aa	71.00 ± 10.46Bbc	21.25 ± 0.95Cb
3.1	64.00 ± 2.08Ab	34.00 ± 2.12Bb	30.75 ± 0.63Bcd	7.00 ± 0.71Cc

3 结论与讨论

本文研究表明,诱捕器悬挂的垂直高度影响性诱剂对柑桔潜叶蛾雄虫诱集量,同时这种作用

也受到诱捕器放置于树干的水平距离的影响。诱捕器最佳悬挂位置是三分之二树高以下的树冠边缘,最佳悬挂点是树冠底部边缘。在新余蜜橘园中,垂直高度固定比较水平位置诱虫量时,除距树

干 1 m、高 1.1 m (165.0 头) 位置外其余位置都是处于树冠边缘,故树冠边缘的雄虫诱集量多于树冠中和树冠间的雄虫诱集量。在距树干 2.0 m、高 1.1 m 位置的诱虫量只有 100.0 头,可能是因为,距离地面高 1.1 m、距树干 2.0 m 的位置不是树冠边缘而是树叶最密集的地方,不易于柑桔潜叶蛾飞翔移动。垂直高度相同时,柑桔潜叶蛾性诱剂在树冠中或树冠边缘的诱集量多于树冠间的诱集量。距树干 0 m、2.0 m、高 1.1 m 和距树干 1.0 m、高 1.1 m、1.6 m、2.1 m 均处于树冠中,其诱虫量较多,即在树冠中柑桔潜叶蛾性诱剂诱集雄虫量无明显差异。该园橘树主干高度约为 0.6 m,之上为侧枝成辐射状伸展,故距树干 0 m、高 1.6 ~ 3.1 m 位置无树枝、树叶。综合以上分析,表明树冠边缘雄虫诱集量多于树冠中和树冠间,树冠中下部诱集量多于树冠上部。

信息素诱捕器实验中,诱捕器高度对一些害虫种类如苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* (L.) 有影响 (Thwaite and Madsen, 1983; Howell *et al.*, 1990), 而对另一些种类如梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck) 没有影响 (de Lame and Gut, 2006)。林进添等 (2005) 研究了番石榴园桔小实蝇性引诱剂诱、姚士桐等 (2008) 在十字花科蔬菜上研究了斜纹夜蛾性诱剂,结果都表明,诱捕器的悬挂高度影响雄虫诱集量。Howell 等 (1990) 研究表明,放在树冠顶梢内和靠近树冠顶端的诱捕器诱集苹果蠹蛾数量比放在树冠底部边缘的要多;放在树冠内诱捕器的诱集量无明显差异。Stelinski 和 Rogers (2008) 的研究表明诱捕器的高度对柑桔潜叶蛾雄虫的诱集量有关,而 Lapointe 等 (2006) 的研究结果相反。本研究结果与 Stelinski 和 Rogers (2008) 的研究结果基本相同,与 Lapointe 等 (2006) 的研究结果相反。Stelinski 和 Rogers (2008) 研究结果与本研究结果存在的不同是树冠中部高度诱捕器的雄虫诱集量比树冠顶部或树冠底部要多。Stelinski 和 Rogers (2008) 在平均高度为 3.5 m 成年桔树园中设计为 3 × 3 双因素进行试验, Lapointe 等 (2006) 是在平均高度为 2 m 的果园分 1.3 m、1.7 m 和 2.0 m 3 个梯度开展试验。本研究表明,造成结果差异的原因与试验中桔树高度和所设置高度梯度无关,而可能与试验中桔树树冠形态有关。

综上所述,高度和距离明显影响了性诱剂诱

集柑桔潜叶蛾的雄虫数量。为提高利用性诱剂监测柑桔潜叶蛾的准确性和控害效果,还需要系统地开展环境因子如温度、降雨、风力、风向等对性诱剂诱捕效果的影响等研究。

致谢:美国佛罗里达大学柑桔研究与教育中心 Lukasz Stelinski 博士提供柑桔潜叶蛾性诱剂、诱捕器样品和黏胶板样品,深圳市绿康汇有机农业有限公司和江西珊娜果业有限公司提供了实验果园。特此表示感谢!

参考文献 (References)

- de Lame FM, Gut LJ, 2006. Effect of monitoring trap and mating disruption dispenser application heights on captures of male *Grapholita molesta* (Busck; Lepidoptera: Tortricidae) in pheromone and virgin female-baited traps. *J. Econ. Entomol.*, 35:1058—1068.
- 邓明学, 1997. 柑桔潜叶蛾的世界分布、在西方发达国家为害严重的原因及综合防治. 广西柑桔, (1): 10—12.
- 丁勇, 郑德胜, 黄明度, 1994. 柑桔潜叶蛾雌成虫寿命、产卵量及产卵行为的研究. 昆虫天敌, 16(3): 136—140.
- Heppner JB, 1993. Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in Florida. *Trop. Lepidoptera*, 4:49—64.
- Howell JF, Schmidt RS, Horton DR, Khattak SUK, White LD, 1990. Codling moth: male moth activity in response to pheromone lures and pheromone-baited traps at different elevations within and between Trees. *Environ. Entomol.*, 19: 573—577.
- 蒋耀智, 曾玲, 汤才, 陈敏东, 梁广文, 陆永跃, 2010. 中国柑橘园柑桔潜叶蛾雄虫对性诱剂趋向的昼夜节律. 环境与昆虫学报, 32(2): 199—203.
- 居益民, 2006. 柑桔潜叶蛾的发生规律与防治技术. 上海农业科技, (5): 164.
- 柯志伟, 2009. 柑桔潜叶蛾特征与防治. 福建农业, (9): 25—26.
- Lapointe SL, Hall DG, Murata Y, Parra-Pedrazaoli AL, Bento JMS, Vilela EF, Leal WS, 2006. Field evaluation of a synthetic female sex pheromone for the leafmining moth *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Florida citrus. *Fla. Entomol.*, 89:274—276.
- Leal WS, Parra-Pedrazaoli AL, Cossé AA, Murata Y, Bento JM, Vilela EF, 2006. Identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone from citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*. *J. Chem. Ecol.*, 32:155—168.
- 林进添, 曾玲, 陆永跃, 梁广文, 2005. 高度和地点对性引诱剂诱集桔小实蝇雄虫效果的影响. 植物保护, 31(2): 67—69.

- Mafi SA, Vang LV, Nakata Y, Ohbayashi N, Yamamoto M, Ando T, 2005. Identification of the sex pheromone of the citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton, Lepidoptera: Gracillariidae) with a trial of control by the communication disruption method. *J. Pestic. Sci.*, 34:361—367.
- Moreira JA, McElfresh JS, Millar JC, 2006. Identification, synthesis, and field testing of the sex pheromone of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*. *J. Chem. Ecol.*, 32:169—194.
- Stelinski LL, Rogers ME, 2008. Factors affecting captures of male citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton, in pheromone ~ baited traps. *J. Appl. Entomol.*, 132:143—150.
- 唐启义, 冯明光, 2007. DPS 数据处理系统—实验设计、统计分析及数据挖掘. 北京:科学出版社. 682—690
- Thwaite WG, Madsen HF, 1983. The influence of trap density, trap height, outside traps and trap design on *Cydia pomonella* (L.) captures with sex pheromone traps in New South Wales apple orchards. *J. Aust. Entomol. Soc.*, 22:97—99.
- 王开洪, 袁平, 1988. 柑桔潜叶蛾 (*Phyllocnistis citrella* Stainton) 生命表的组建与分析. 西南农业大学学报, 10 (2):163—169.
- 王声金, 2008. 柑桔潜叶蛾的综合防治. 现代园艺, (9):29.
- 温燕清, 2006. 柑桔潜叶蛾发生与防治研究综述. 三明农业科技, (2):23—24.
- 姚士桐, 郑永利, 姚德宏, 程勤海, 陈国祥, 陈利英, 周明松, 2008. 斜纹夜蛾性诱剂不同悬挂高度及田间风向对诱集效果的影响. 上海农业学报, 24 (2):131—133.
- 张志勇, 古子怀, 郭樱花, 张爱群, 2009. 柑桔潜叶蛾的发生规律与综合防治措施. 现代农业科技, (16):126.