



粘虫胶、食物诱芯和悬挂位置对诱杀球诱杀柑橘大实蝇的影响*

龚碧涯^{1**} 刘 慧¹ 肖伏莲^{1***} 向 敏¹ 刘 娟¹
杨水芝¹ 李先信¹ 段科平² 熊先福³

(1. 湖南省园艺研究所, 长沙 410125; 2. 吉首市农业局, 吉首 416000; 3. 石门县人民政府宝峰街道办事处, 石门 415300)

摘 要 【目的】 利用诱杀球诱杀成虫是有效防控柑橘大实蝇 *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein) 的重要手段之一。本文明确了不同类型粘虫胶、是否添加食物诱芯、不同悬挂位置对诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量的影响, 为高效利用诱杀球诱杀柑橘大实蝇提供了科学依据。【方法】 诱杀球选用直径 7 cm 的绿色诱杀球、黄色诱杀球和直径 14 cm 的黄绿色诱杀球, 共 3 种规格, 首先比较诱杀球涂抹热熔压敏胶和液态粘虫胶的诱杀效果, 然后比较诱杀球上方有无食物诱芯的诱杀效果, 最后比较 5 个悬挂方位和 2 个不同悬挂高度的诱杀效果。【结果】 第一, 3 种规格诱杀球涂抹热熔压敏胶均比涂抹液态粘虫胶诱杀柑橘大实蝇的数量多, 其中黄色诱杀球和绿色诱杀球达到显著差异 ($P<0.05$); 第二, 诱杀球上方添加食物诱芯降低了绿色诱杀球诱杀柑橘大实蝇的数量及其所占诱虫总数的比例, 但增加了绿色诱杀球上非靶标昆虫的数量; 第三, 诱杀球悬挂橘树北面诱杀柑橘大实蝇的数量略高于其他方位 ($P>0.05$), 且悬挂于树冠 3/4 处比 1/4 处诱杀柑橘大实蝇的数量显著增加 ($P<0.05$)。【结论】 制作柑橘大实蝇诱杀球要选用热熔压敏胶, 绿色诱杀球不宜与食物诱芯联合使用, 诱杀球悬挂于橘树北面和树冠 3/4 处诱杀效果最佳。

关键词 柑橘大实蝇; 诱杀球; 粘虫胶; 诱芯; 悬挂位置

The effects of different sticky glues, food lures and hanging positions, on the effectiveness of sticky spheres for trapping adult *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein)

GONG Bi-Ya^{1**} LIU Hui¹ XIAO Fu-Lian^{1***} XIANG Min¹ LIU Juan¹
YANG Shui-Zhi¹ LI Xian-Xin¹ DUAN Ke-Ping² XIONG Xian-Fu³

(1. Hunan Horticultural Research Institute, Changsha 410125, China; 2. Agricultural Bureau of Jishou, Jishou 416000, China; 3. Baofeng Subdistrict Office of Shimen, Shimen 415300, China)

Abstract [Objectives] To determine the effects of different types of sticky glues, food lures and hanging positions of sticky spheres on the capture rate of adult *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein). [Methods] The capture rates of three kinds of sticky spheres; green, 7 cm in diameter, yellow, 7 cm in diameter and yellow-green, 14 cm in diameter, were compared. We also compared the number of *B. minax* adults trapped by using either hot-melt pressure sensitive adhesives (HMPSAs) or liquid sticky glues, and with or without using food lures. Furthermore, we also investigated the effects of five different hanging orientations and two heights. [Results] More *B. minax* adults were trapped using HMPSAs than liquid sticky glues, and there was also a significant difference in the number trapped by green vs yellow sticky spheres ($P<0.05$). The number of *B. minax* adults trapped by green sticky spheres was decreased by food lures, as well as the percentage of *B. minax* adults relative to all

*资助项目 Supported projects: 湖南省农业科技创新资金项目 (2016QN15, 2018ZD09); 中央引导地方科技发展专项资金项目 (2017CT5011); 国家重点研发计划 (2017YFD0202000)

**第一作者 First author, E-mail: gongbiya@126.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: xfl6016@163.com

收稿日期 Received: 2018-10-21; 接受日期 Accepted: 2019-05-22

insects trapped, but the number of non-target insects trapped by green sticky spheres was increased by using food lures. More *B. minax* adults were trapped by sticky spheres on the north side of orange trees than those oriented to the other points of the compass ($P>0.05$). Finally, significantly more *B. minax* adults were trapped by sticky spheres suspended at 3/4 of height of the crowns of trees than those hung at 1/4 height ($P<0.05$). **[Conclusion]** Sticky spheres to trap *B. minax* should be treated with HMPSAs. Green sticky spheres should not be used in combination with food lures. Best results are achieved by hanging sticky spheres on the north side of orange trees at 3/4 of height of the crown.

Key words *Bactrocera (Tetracus) minax* (Enderlein); sticky sphere; sticky glue; lure; hanging position

柑橘大实蝇 *Bactrocera (Tetracus) minax* (Enderlein), 属双翅目, 实蝇科, 果实蝇属, 是我国柑橘产区的一种重要害虫(唐松, 2012), 每年对我国柑橘生产造成大量的损失, 严重挫伤了橘农的生产积极性(陈玉娥等, 2017)。柑橘大实蝇一年一代, 只危害柑橘类果实, 主要以成虫产卵于柑橘果实内, 幼虫取食果肉造成危害(张小亚等, 2007)。在其生活史中, 柑橘大实蝇的卵和幼虫位于柑橘果实内, 11月-12月入土化蛹(林文力等, 2013), 防治较为不便, 为此现有的防治方法主要为虫果捡拾和成虫诱杀(肖伏莲等, 2010)。

柑橘大实蝇成虫防治是关键(宫庆涛等, 2012), 目前主要采用食物诱杀(杨家祥等, 2014)和物理诱杀(易继平等, 2015; 陈振中等, 2017; 龚碧涯等, 2017; 吴澎志等, 2017)两种方式, 但因成虫飞行能力强、活动隐蔽且出土时间参差不齐, 采用食物诱杀的方法往往防治次数多、容易受天气影响, 在生产实践中推广难度较大。近年来, 采用物理诱杀的方法因长效、经济、绿色环保、不受天气影响且效果直观, 受到柑橘种植者的欢迎(陈振中等, 2017)。影响柑橘大实蝇对寄主的选择因素是复杂的, 包括形状、硬度、大小以及气味等(张淑颖等, 2006), 由此, 也研发出各式各样的柑橘大实蝇诱捕器, 其中, 牛长缨等(2011)认为14 cm直径的黄绿色球诱虫效果最佳, 吴澎志等(2017)则认为黄色诱杀球效果最佳、绿色次之, 而本课题组则认为7 cm绿色诱杀球在成本和诱杀效果上最佳(肖伏莲等, 2014; 龚碧涯等, 2017)。为提高诱杀球对柑橘大实蝇的诱杀效果, 进一步探索了影响诱杀球诱杀效果的几种重要因素, 以直径7 cm绿色诱杀球和黄色诱杀球、直径14 cm黄绿色诱杀球

为研究对象, 研究热熔压敏胶和液体粘虫胶、有无食物诱芯以及不同悬挂位置对诱杀球诱杀效果的影响, 为进一步提高诱杀球对柑橘大实蝇成虫的诱杀效果提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点和时间

供试园位于湖南常德石门县二都乡新坪村, 经纬度为北纬29.559 1, 东经111.382 6, 海拔约85 m, 该橘园是一片较大规模的柑橘园, 周边有松树隔离, 土质为沙性黄壤土, 面积为70 000 m²左右, 属于放弃培管的橘园, 园间杂草较多。2014年山顶部分的虫果率达100%左右, 山脚部分虫果率也达到了80%, 主要品种为“脐橙”和“温州蜜柑”, 其中, 山顶以温州蜜柑为主, 山脚以脐橙为主, 脐橙和温州蜜柑混植于橘园间, 平均树龄为25年左右。选取其中7 000 m²左右作为试验园, 株行距为3 m×3 m, 试验园整体长势较弱, 周边杂树林较多, 主要为灌木、山莓和其他杂草等。本次试验时间为2015年5月到9月。

1.2 试验材料

诱杀球为涂有粘虫胶的聚丙烯材质塑料球, 无特殊气味, 由本项目组设计并委托湖南农杰科技发展有限公司生产, 直径大小为7 cm, 其颜色分为黄色和绿色, 统称黄色诱杀球、绿色诱杀球, 在标准光源D55下, 得到诱杀球的翻拍照片, 由Photoshop测得照片中黄色诱杀球和绿色诱杀球中心位置的RGB数值分别为230-232-73和15-167-12。选择直径14 cm黄绿色诱杀球(华中农业大学设计生产)作为对照, 统称黄绿色诱杀球, 材质为聚丙烯塑料球, 无特殊气味, 测得RGB数据为42-181-127。

粘虫胶分热熔压敏胶 (HMPSAs) 和液态粘虫胶, 其中热熔压敏胶是委托湖南农杰科技发展有限公司购买, 为无色无味的热熔压敏胶, 在恒温 150 °C 条件下, 将其均匀涂抹在诱杀球表面, 每个诱杀球的涂抹量控制在 15.0 ± 3.0 g, 常温下剥离强度 $>30\text{N}/2.5\text{ cm}$; 液体粘虫胶为长城崛起 (福建) 新材料科技股份公司生产, 为无色无味半透明液体状脂性胶, 常温下用毛刷将其均匀涂抹在诱杀球表面, 确保每个部位都有粘胶涂抹, 常温下的剥离强度为 $12\text{N}/2.5\text{ cm}$ 。

1.3 试验方法

1.3.1 粘虫胶对诱杀球诱杀效果的影响 从供试橘园中选取 2 000 m^2 橘园, 按不同方位, 随机将黄色诱杀球、绿色诱杀球和黄绿色诱杀球悬挂于柑橘树中上部阴凉处, 每株树最多悬挂 1 个诱杀球, 悬挂时间为 2015 年 6 月 12 日。试验以 3 种诱杀球为研究对象, 每种诱杀球设 2 个处理, 分别涂抹热熔压敏胶和液态粘虫胶, 每个处理设 15 个重复, 随机分布于橘园东、南、西、北、中五个方位。分别于 6 月 15 日和 6 月 24 日调查不同诱杀球上柑橘大实蝇成虫的诱杀数量, 并分别分析两种粘虫胶对 3 种诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量的影响。

1.3.2 食物诱芯对诱杀球诱杀效果的影响 诱芯由自封袋 (0#)、无纺棉和食物诱剂组成, 食物诱剂的主要成分为红糖、乙醇、乙酸、乙酸乙酯, 将浸有食物诱剂的无纺棉装入自封袋中, 使用时用吊绳将自封袋刺穿, 挂在诱杀球上方。从供试橘园中选取 1 000 m^2 的园子, 诱杀球随机悬挂于橘树中上部阴凉处, 诱杀球都采用热熔压敏胶涂抹, 设 4 个处理: 黄色诱杀球, 黄色诱杀球+诱芯, 绿色诱杀球, 绿色诱杀球+诱芯。于 6 月 24 日后调查不同处理诱杀球诱集柑橘大实蝇成虫数量及所占比例, 分析有无食物诱芯对两种诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量、诱杀昆虫总数及柑橘大实蝇成虫占比的影响。

1.3.3 悬挂位置对诱杀球诱杀效果的影响 从供试橘园中选取 1 000 m^2 的园子, 全部选用规格为直径 7 cm 的绿色诱杀球, 粘虫胶为热熔压敏胶, 诱杀球悬挂橘树内膛阴凉处, 将橘园分为东、

南、西、北、中五个方位, 每个方位悬挂上下两个诱杀球, 其中上部诱杀球悬挂位置为树冠 3/4 处, 下部诱杀球悬挂位置为树冠 1/4 处。于 2016 年 5 月 31 日开始调查诱杀球上柑橘大实蝇的数量, 每个星期调查 1 次, 连续调查至 7 月初, 每次调查完后更换新的诱杀球, 本次试验共调查了 5 次, 分析不同方位和悬挂高度对诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量的影响。

1.4 数据统计和分析方法

实验数据采用 Excel2013 和 SPSS19.0 软件处理。采用 Duncan 氏新复极差多重比较法和成对数据 *t*-检验进行显著性分析。统计检验前对诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量占诱杀昆虫总数的比例进行平方根反正弦值变化处理。

2 结果与分析

2.1 粘虫胶对诱杀球诱杀效果的影响

通过调查涂抹两种粘虫胶的诱杀球上柑橘大实蝇成虫数量, 结果表明 (图 1), 不管是黄

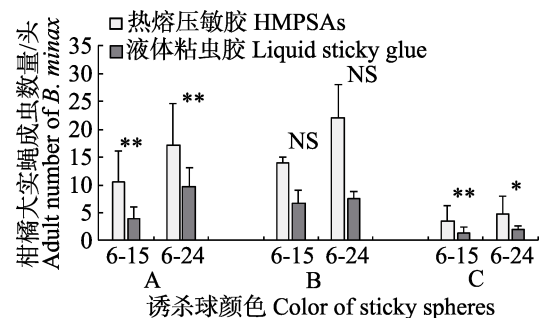


图 1 粘虫胶对诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫的影响

Fig. 1 Effect of sticky glue to trap *Bactrocera minax* adult by sticky spheres

图中数据为 3 种诱杀球分别涂抹热熔胶和液体胶后诱杀柑橘大实蝇成虫的数量。A: 绿色诱杀球; B: 黄绿色诱杀球; C: 黄色诱杀球。**表示同组数据采用 *t*-检验差异极显著 ($P < 0.01$), *表示差异显著 ($P < 0.05$), NS 表示差异不显著 ($P > 0.05$)。下图同。

Data in the figure are the number of *B. minax* adults trapped with three type of sticky spheres which spread sticky glue with HMPSAs and liquid sticky glue. A: The sticky spheres with green; B: The sticky spheres with yellow-green; C: The sticky spheres with yellow. ** indicates extremely significant difference in the same group data using *t*-test ($P < 0.01$), * indicates significant difference ($P < 0.05$), and NS indicates no significant difference ($P > 0.05$). The same below.

色诱杀球、绿色诱杀球、还是黄绿色诱杀球, 热熔压敏胶作为粘虫胶的诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量均高于液体粘虫胶诱杀球的诱杀数量。粘虫胶对黄色诱杀球和绿色诱杀球的诱杀效果影响较明显, 6 月 15 日和 6 月 24 日调查结果均表明, 绿色诱杀球采用热熔压敏胶对柑橘大实蝇成虫的诱杀数量极显著高于采用液体粘虫胶 ($P<0.01$); 黄色诱杀球采用热熔压敏胶对柑橘大实蝇成虫的诱杀数量, 6 月 15 日调查表明差异极显著 ($P<0.01$), 6 月 24 日调查结果表明差异显著 ($P<0.05$); 但黄绿色诱杀球采用热熔压敏胶和液体粘虫胶对柑橘大实蝇成虫的诱杀数量差异不明显 ($P>0.05$)。

2.2 食物诱芯对诱杀球诱杀效果的影响

从图 2 可以得出, 黄色诱杀球和绿色诱杀球

均能诱杀柑橘大实蝇成虫, 绿色诱杀球上柑橘大实蝇成虫的诱杀数量高于黄色诱杀球。当两种诱杀球与食物诱芯结合共同诱杀柑橘大实蝇时, 单独的绿色诱杀球对柑橘大实蝇成虫的诱杀数量极显著高于绿色诱杀球加食物诱芯 ($P<0.01$), 单独的黄色诱杀球对柑橘大实蝇成虫的诱杀数量略高于黄色诱杀球加食物诱芯, 但差异不显著 ($P>0.05$)。进一步分析了 2 种诱杀球上诱杀昆虫总数, 单独的诱杀球诱杀昆虫总数均显著低于诱杀球与食物诱芯结合 ($P<0.05$); 单独的绿色诱杀球上柑橘大实蝇成虫占比显著高于绿色诱杀球加食物诱芯 ($P<0.01$), 有无食物诱芯对黄色诱杀球上柑橘大实蝇成虫占比无显著影响 ($P>0.05$)。也就是说, 食物诱芯导致诱杀球上非靶标昆虫数量的增加, 降低了诱杀球对柑橘大实蝇成虫的诱杀效果。

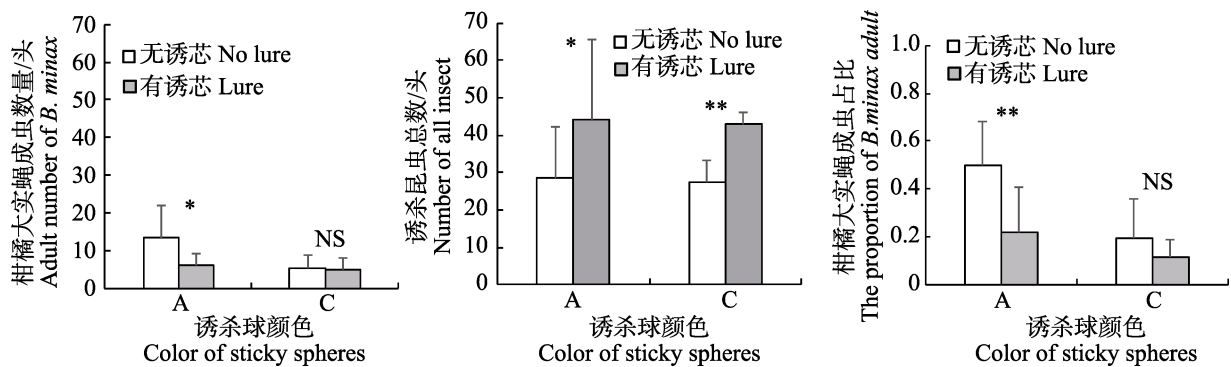


图 2 食物诱芯对诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫和昆虫总数的影响

Fig. 2 Effects of food-based lure to trap *Bactrocera minax* adult and the all insect by sticky sphere

A: 绿色诱杀球; C: 黄色诱杀球。

A: The sticky spheres with green; C: The sticky spheres with yellow.

2.3 悬挂位置对诱杀球诱杀效果的影响

由表 1 可以看出, 6 月 24 日为诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫的高峰期, 诱杀球在橘园北边诱杀的柑橘大实蝇成虫数量最多, 5 次调查合计平均诱杀数量达到了 47.20 头, 而橘园东边和中部的合计平均诱杀数量则分别只有 27.00 头和 29.8 头, 不同方位间差异不显著 ($P>0.05$); 不同时期不同悬挂方位间诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量略有差别, 但只有 6 月 15 日悬挂于橘园北边和东边的诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量差

异显著 ($P<0.05$)。由图 3 (A) 可以看出, 5 次调查中悬挂于 3/4 树高的诱杀球的诱杀数量均高于悬挂 1/4 树高的诱杀球, 悬挂于 3/4 树高的诱杀球的诱杀数量最高达到 12.00 头, 而悬挂于 1/4 树高的诱杀球的诱杀数量则最高只有 2.68 头。由图 3 (B) 可以看出, 悬挂于 3/4 树高的诱杀球诱杀效果显著高于悬挂 1/4 树高的诱杀球 ($P<0.01$)。从以上试验可知, 正确的诱杀球悬挂位置应当为树冠 3/4 处, 且应偏向于树冠的北边, 这样有利于提高诱杀球的诱杀效果, 降低防治成本。

表 1 悬挂方位对诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫的影响

Table 1 Effects of hanger orientation to trap *Bactrocera minax* adult by sticky sphere

方位 Orientation	调查日期 (月-日) Investigation date (month-day)					合计 Total
	5-31	6-7	6-15	6-24	7-1	
北 North	3.20 ± 2.17a	9.80 ± 13.10a	14.40 ± 8.44a	15.00 ± 5.70a	4.80 ± 4.09a	47.20 ± 24.53a
东 East	0.80 ± 0.84a	7.40 ± 8.38a	5.40 ± 4.16b	8.80 ± 4.66a	4.60 ± 2.19a	27.00 ± 11.47a
南 South	1.80 ± 2.05a	8.00 ± 7.31a	8.80 ± 5.07ab	15.80 ± 7.85a	4.60 ± 4.51a	39.00 ± 9.22a
西 West	2.60 ± 2.07a	6.20 ± 6.98a	12.20 ± 7.05ab	9.20 ± 5.63a	6.60 ± 2.07a	36.80 ± 17.08a
中 Middle	2.20 ± 2.68a	4.00 ± 5.61a	8.20 ± 4.66ab	11.20 ± 8.26a	4.20 ± 2.17a	29.80 ± 9.98a

表中数据为柑橘大实蝇成虫诱杀数量的平均值 ± 标准差, 同列数据后标有不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平上差异显著 (Duncan's 多重比较)。

The data of this table are the number of *B. minax* adult, and value represent the mean ± SE, and followed by the different letters in the same row indicate significant difference at the 0.05 level (Duncan's multiple range test).

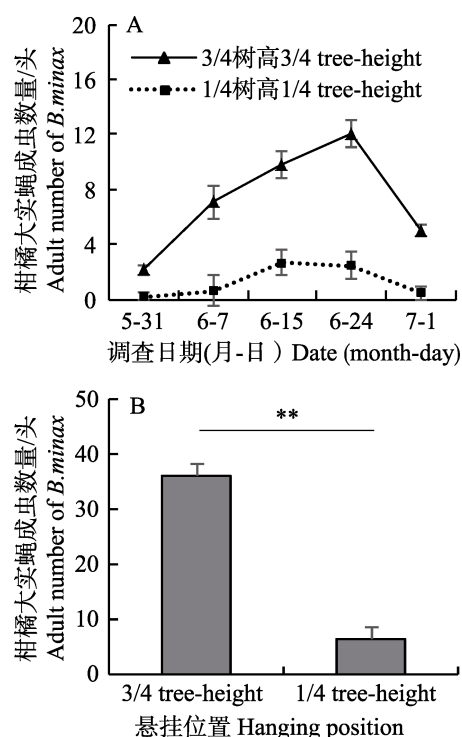


图 3 悬挂高度对诱杀球诱杀柑橘大实蝇的影响

Fig. 3 Effects of height to trap *Bactrocera minax* adult by sticky sphere

图中数据为平均值 ± 标准误。A. 不同调查日期诱杀球诱杀柑橘大实蝇成虫数量; B. 诱杀球在不同调查日期的合计值。**表示同组数据采用成对 t -检验差异极显著 ($P < 0.01$)。

Data are the mean ± SE. A. The adult number of *B. minax* trapped by sticky sphere in different investigation date; B. The total of data with different investigation date trapped by sticky sphere.

** indicates significant difference in the same group data using t -test ($P < 0.01$).

3 讨论

粘虫胶是诱杀球的核心部分之一, 粘虫胶的粘性决定了诱杀球能否将柑橘大实蝇粘杀, 粘虫胶因配方不同存在持粘性和耐候性差异, 粘虫效果也有差异 (杜亚英等, 2009)。目前采用较多的粘虫胶是本研究所选的溶剂型液态粘虫胶和热熔压敏胶, 其中热熔压敏胶在常温下剥离强度 $> 30\text{N}/2.5\text{ cm}$, 远高于溶剂型液态粘虫胶的 $12\text{N}/2.5\text{ cm}$ 。采用热熔压敏胶制作诱杀球的工艺比溶剂型液态胶复杂, 因此如果两种粘虫胶对诱杀球的诱杀效果无明显影响, 可以采用液态胶作为粘虫胶降低诱杀球的制作成本。本研究发现, 不管是黄色诱杀球 (直径 7 cm)、绿色诱杀球 (直径 7 cm), 还是黄绿色诱杀球 (直径 14 cm), 都以热熔压敏胶作为粘虫胶的诱杀效果最佳, 且黄色诱杀球和绿色诱杀球采用热熔压敏胶诱杀柑橘大实蝇成虫显著高于采用液体粘虫胶 ($P < 0.05$)。因此, 采用热熔压敏胶有利于提高诱杀球的诱杀效果。本研究还发现黄绿球 (直径 14 cm) 分别采用热熔压敏胶和液态粘虫胶对柑橘大实蝇成虫的诱杀数量无显著差异 ($P > 0.05$), 这可能是因为黄绿球的直径达到了 14 cm, 可涂抹的粘虫胶量远多于直径 7 cm 的诱杀球, 可以较好地粘杀柑橘大实蝇成虫。

食物诱杀剂一直是防控柑橘大实蝇成虫的重要手段之一, 常被采用点喷或挂瓶的方式防控

柑橘大实蝇(杨家祥等, 2014)。本研究发现将诱杀球与食物诱芯合用, 诱杀球上柑橘大实蝇成虫的数量反而降低, 通过试验也证明了食物诱芯增加了诱杀球上非靶标昆虫的数量, 降低了诱杀球上柑橘大实蝇所占比例, 含食物诱芯的诱杀球在诱杀昆虫总数上高于单独的诱杀球。因此, 导致诱杀球诱杀柑橘大实蝇效果降低的原因是非靶标昆虫数量占据了诱杀球的粘胶面积, 使得柑橘大实蝇无法被粘杀, 降低了诱杀球的诱杀效果。

诱杀球是近几年研发和推广诱杀柑橘大实蝇成虫的绿色防控新技术, 陈振中等(2017)发现诱杀球的悬挂密度和悬挂时间与其防治效果密切相关, 在5月中旬成虫羽化高峰期以及6月初成虫大量返回柑橘园期间, 利用诱杀球诱杀柑橘大实蝇能达到最佳防效, 根据果园中果树密度及柑橘大实蝇危害程度不同, 建议每666.7 m²柑橘园悬挂诱捕器15个左右。本研究继续探讨了诱杀球的悬挂方法, 发现悬挂于3/4树高的诱杀球诱杀效果显著高于悬挂1/4树高的诱杀球, 树冠北边和西边的诱杀数量多于其他方位。这些研究, 为进一步提高诱杀球对柑橘大实蝇成虫的诱杀效果提供了科学依据。

参考文献 (References)

Chen YE, Shi YL, Wang Q, Xie L, 2017. The occurrence law and suitable control methods on *Bactrocera minax* (Enderlein). *Hubei Plant Protection*, (4): 30. [陈玉娥, 史玉玲, 汪琴, 谢龙, 2017. 柑橘大实蝇发生规律及其综合防治技术. 湖北植保, (4): 30.]

Chen ZZ, Deng AS, Zhu Q, Chen WB, Xu XM, Zheng HB, Niu CY, 2017. Attracting and killing effects of spherical traps on Chinese citrus fly, *Bactrocera minax*. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 36(2): 33–37. [陈振中, 邓安石, 朱群, 陈维彬, 许秀美, 郑和斌, 牛长缨, 2017. 球形诱捕器对柑橘大实蝇的诱杀效果. 华中农业大学学报, 36(2): 33–37.]

Du YY, Song LW, Gao Z, Fu YQ, Guo XH, Lv CL, 2009. Preparation and property optimization of novel environment-friendly type of sticky insect glue. *Journal of Jilin Agricultural University*, 31(4): 385–389. [杜亚英, 宋丽文, 高卓, 付玉芹, 国晓辉, 吕长利, 2009. 新型环保型粘虫胶的制备和性能优化. 吉林农业大学学报, 31(4): 385–389.]

Gong BY, Xiao FL, Mo BC, Dong WG, Wen ZQ, Yang SZ, Li XX, 2017. Trapping effect with ball trap on *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein). *Plant Protection*, 43(3): 218–221. [龚碧涯, 肖伏莲, 莫博城, 董卫国, 文志强, 杨水芝, 李先信, 2017. 诱杀球对橘大实蝇诱捕效果的研究. 植物保护, 43(3): 218–221.]

Gong QT, Wu KM, Tang S, He L, Zhao ZM, 2012. Emergence dynamics of adults of the Chinese citrus fly *Bactrocera minax*. *Journal of Biosafety*, 21(2): 153–158. [宫庆涛, 武可明, 唐松, 何林, 赵志模, 2012. 柑橘大实蝇羽化出土及橘园成虫诱集动态研究. 生物安全学报, 21(2): 153–158.]

Lin WL, Xiao FL, Yang SZ, 2013. A preliminary study on Chinese citrus fly in Hunan province. *Hunan Agricultural Sciences*, (15): 84–86. [林文力, 肖伏莲, 杨水芝, 2013. 湖南省柑橘大实蝇研究初报. 湖南农业科学, (15): 84–86.]

Niu CY, Zhou XW, Han P, Dong YC, Ye ZP, 2011. A traps on Chinese citrus fly. China, National Utility Model Patent, CN201854616U. 2011-06-08. [牛长缨, 周晓渭, 韩鹏, 董永成, 叶政培, 2011. 一种柑橘大实蝇诱捕器. 中国, 国家实用新型, CN201854616U. 2011-06-08.]

Tang S, 2012. Study on system monitoring of occurrence of *Bactrocera minax* (Enderlein). Master dissertation. Chongqing: Southwest University. [唐松, 2012. 柑橘大实蝇发生的系统监测研究. 硕士论文. 重庆: 西南大学.]

Wu PZ, Liao J, Wang ZB, Jiang JG, Wan HQ, 2017. Research on the taxis of *Tetradacus citri* to different colors. *Journal of Hunan University of Arts and Science (Natural Science Edition)*, 29(1): 40–43. [吴澎志, 廖坚, 王志博, 姜志刚, 万海青, 2017. 柑橘大实蝇的颜色趋性初探. 湖南文理学院学报(自然科学版), 29(1): 40–43.]

Yang JX, Hu GC, Cao SH, Zhu ZL, 2014. The promoted effect of food lures to control the Chinese citrus fly. *Hubei Plant Protection*, (1): 42–43. [杨家祥, 胡光灿, 曹诗红, 朱祚亮, 2014. 食物诱剂防控柑橘大实蝇的推广效应. 湖北植保, (1): 42–43.]

Xiao FL, Gong BY, Li JQ, Lin WL, Yang SZ, Zhou CF, Cheng XM, Liao W, 2014. A new assemble devices to trap and kill the Chinese citrus fly. China, National Utility Model Patent, CN203952199U. 2014-11-26. [肖伏莲, 龚碧涯, 李健权, 林文力, 杨水芝, 周长富, 程小梅, 廖伟, 2014. 一种新型的柑橘大实蝇诱杀组合装置. 中国, 国家实用新型, CN201420346332.0. 2014-11-26.]

Xiao FL, Lin WL, Long JG, Chen HL, Huang ZP, 2010. Research progress on control technology of *Bactrocera minax* (Enderlein). *Hunan Agricultural Sciences*, (24): 32–33. [肖伏莲, 林文力, 龙建国, 陈海玲, 黄泽培, 2010. 柑橘大实蝇防治技术研究进展. 湖南农业科学, (24): 32–33.]

Yi JP, Li SH, Zhang GG, Xiang F, Zhou GZ, Luo HG, 2015. The application effects of yellow-green spherical traps to *Bactrocera (Tetradacus) minax*. *China Plant Protection*, 35(8): 34–37. [易继平, 李双华, 张光国, 向锋, 周国珍, 罗汉钢, 2015. 黄绿色球形诱捕器诱杀柑橘大实蝇技术应用效果. 中国植保导刊, 35(8): 34–37.]

Zhang SY, Xiao C, Ye M, Kang M, Wu SR, Hu CH, 2006. Attraction of the volatiles from ripen banana pulp for *Dacus dorsalis* (Hendel). *Journal of Huazhong Agricultural University*, 25(5): 512–514. [张淑颖, 肖春, 叶敏, 康敏, 伍苏然, 胡纯华, 2006. 香蕉果肉挥发物对桔小实蝇成虫的引诱作用. 华中农业大学学报, 25(5): 512–514.]

Zhang XY, Zhou XM, Huang SZ, Han QH, Lei CL, 2007. The oviposition preference of *Bactrocera (Tetradacus) minax*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 44(6): 867–870. [张小亚, 周兴苗, 黄绍哲, 韩庆海, 雷朝亮, 2007. 柑橘大实蝇的产卵特性. 应用昆虫学报, 44(6): 867–870.]