

桔小实蝇取食习性的利用研究

鄢 铮

(福州市农业科学研究所, 福建 福州 350018)

摘 要: 从诱杀方式、诱杀剂的水分和甜度等方面探讨了食物诱杀剂对桔小实蝇的防治效果, 并在田间进行小范围的防效对比试验。结果表明: 采用芒果果浆法能诱集到大量的桔小实蝇成虫; 每天更换新鲜的芒果果浆能显著提高诱杀效果; 在芒果果浆中添加红糖 $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 、蜂蜜 $10\text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 和麦芽糖 $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 能显著增加桔小实蝇成虫的诱杀数量。田间试验表明, 芒果果浆法能减少果实的受害率。

关键词: 桔小实蝇; 芒果; 果浆; 诱杀

中图分类号: S 436.1

文献标识码: A

Feeding behavior of *Bactrocera dorsalis* (Hendel)

YAN Zheng

(Fuzhou Institute of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350018, China)

Abstract: Efficiency of controlling *Bactrocera dorsalis* adults by lures was studied. Trapping methods and different moisture content and sweetness of trapping agent were compared in a small-scale field test. The results indicated that the poisoned mango paste could trap and kill a large number of *B. dorsalis* adults. By replacing with fresh mango paste daily the number of trapped fruit flies increased significantly. The addition of $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ brown sugar, $10\text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ honey and $10\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ maltose to the mango paste could significantly increase the trapping effect even further. It seemed apparent that this method of using mango paste for trapping could considerably minimize the pest infestation in the field

Key words: *Bactrocera dorsalis* (Hendel); mango; paste; trap

桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 又名东方果实蝇、黄苍蝇、果蛆、针蜂, 隶属双翅目 Diptera, 实蝇科 Tephritidae, 寡毛实蝇亚科 Dacinae, 离腹寡毛实蝇属 *Bactrocera*, 危害 46 个科 400 多种果树、蔬菜和花卉, 是国内外的植物检疫对象^[1-8]。该虫可常年在水果和瓜类上轮换取食为害, 无严格的越冬现象, 在我国年发生 3~5 代, 完成一个世代最短只需 31 d, 最长约需 3 个月, 发生极不整齐, 世代重叠明显^[3-4,9-11], 在生产上造成很大危害。当前的田间以喷洒化学杀虫剂和利用甲基丁香酚加杀虫剂进行诱杀雄成虫为主要的防治手段。虽然很多杀虫剂能较好地杀灭桔小实蝇, 但是由于用药时间是在果实成熟期, 极易造成农药残留。同时, 虽然甲基丁香酚是吸引桔小实蝇雄虫比较有效的性诱剂, 但在实际应用中只能杀死雄性成虫, 对为害更为严重的雌成虫无能为力。并且性诱剂只在统一的大面积防治上可行, 小面积防

治效果差。近年来, 国内科研人员也尝试新的方法来防治桔小实蝇, 陈健忠等^[12]利用一些植物叶片如山刺番荔枝、鹰爪花等的乙醚萃取物引诱到桔小实蝇雌雄成虫; 张清源等^[13]研究发现利用由黎芦、川椒、大戟等多种植物组成的粉末状诱剂, 可以引诱到雄成虫, 且药效持久。但这些方法在国内均未得到生产应用。

本文是在前人研究的基础上, 利用桔小实蝇成虫羽化后, 需经一段时间取食补充营养才能发育成熟并延长寿命, 且常取食果实流出的汁液^[14]这一特性, 主要对诱杀方式、诱杀剂的水分和甜度等方面进行了探讨, 并在田间进行小范围的防效试验, 以期减少成虫和成虫的产卵量, 从而达到降低成虫种群数量和果实受害率的目的。

1 材料与方法

1.1 试验地点

收稿日期: 2010-07-22 初稿; 2010-10-20 修改稿

作者简介: 鄢铮 (1974-), 男, 助理研究员, 主要从事农业病虫害防治 (E-mail: moosey@163.com)

福清市镜洋镇波兰村番石榴园。番石榴的品种为“芭乐”。

1.2 供试药剂

杀虫剂为：① 80%敌敌畏乳油，山东大农杀虫剂股份有限公司；② 20%灭多威乳油，盐城利民农化有限公司；③ 20%杀灭菊酯乳油，宜兴市宜州化学制品有限公司；④ 1.8%阿维菌素乳油，浙江钱江生物化学有限公司；⑤ 50%灭蝇胺可湿性粉剂，浙江禾益农化有限公司。

其他：蜂蜜为福建农林大学神蜂科技开发公司生产的野桂花蜜；红糖、麦芽糖均为太古糖业有限公司产品；山梨酸钾为广东省维香食品有限公司产品；甲基丁香酚（ME）为广东省昆虫研究所产品。

1.3 不同诱杀方法的研究

根据桔小实蝇的取食习性，在番石榴园内，设计了伤口诱杀法、果汁诱杀法、果肉诱杀法和果浆诱杀法等不同诱杀方法进行筛选试验。具体方法如下：① 伤口诱杀法：在重量相近的成熟的芒果、香蕉、番石榴、杨桃上刻一个“×”字形伤口，伤口处涂上阿维菌素 1 000 倍液。剖开 1.25 L 装的塑料可乐瓶，并用细铁线穿过瓶盖用于悬挂处理过的果实，悬挂的果实置于可乐瓶的中下部，制成诱杀瓶。每天傍晚在伤口处涂 1 次阿维菌素 1 000 倍液 1 mL。② 果汁诱杀法：从市场上购买成熟的芒果、香蕉、番石榴、杨桃各 2 kg，加入 200 mL 的蒸馏水，用搅拌机充分搅匀，将混合液用纱布过滤，滤液用于制作毒果汁，滤渣用作毒果肉（果肉诱杀法），4 种果汁各取 200 mL 分别加入 0.1% 山梨酸钾和阿维菌素乳油 0.2 mL 混匀后置于冰箱中备用。剪取 20 cm×5 cm 的无纺布悬挂于可乐瓶中，底部接触瓶内的水，瓶中水深 6 cm。用吸管将毒果汁点在无纺布上，直至布条充分湿润，每天 7:00 左右用滴管补充无纺布上的毒果汁和瓶中的水，使无纺布处于湿润状态。③ 果肉诱杀法：4 种果肉各称取 500 g 分别加入 0.1% 山梨酸钾和阿维菌素乳油 0.5 mL 混匀后，置于冰箱中备用。剪取 25 cm×5 cm 的无纺布悬挂于可乐瓶中，将毒果肉涂抹于布上，每天 7:00 左右更换，中午用微型喷雾器喷湿果肉表面。④ 果浆诱杀法：取 1 kg 成熟的芒果、香蕉、番石榴、杨桃分别用搅拌机充分搅烂，各称取 300 g 分别加入阿维菌素乳油 0.3 mL 混匀制成毒果浆，置于冰箱中备用。剪取 20 cm×5 cm 的无纺布，将毒果浆涂在其上，接触水的一端留出 5 cm 左右不涂，悬挂于可乐瓶中，瓶中水深 6 cm，

即制成果浆诱杀瓶。每天 7:00 左右用新的涂有毒果浆的无纺布替换旧的布条。

诱杀瓶制作法：试验采用容量为 1.25 L 的塑料可乐瓶，并用细铁线穿过瓶盖，在可乐瓶的上部用小刀在相对的方向上挖 2 个 5 cm×3 cm 的孔洞。诱杀瓶悬挂于离地 1.5 m 的番石榴阴暗处。1 棵番石榴树上挂 1 个诱杀瓶，每个诱杀瓶间隔 2 棵番石榴，随机排列，重复 4 次。以上各处理均于 7 d 后统计诱集瓶内桔小实蝇的数量。

1.4 添加不同杀虫剂的诱杀效果

根据 1.3 筛选出的诱杀方法，加入不同杀虫剂进行对比试验。在番石榴园内，随机摆列，每个处理 3 个重复。诱集瓶离地 1.5 m，每个挂瓶间隔 12 m。每 7 d 观察记载 1 次诱到的成虫数量，连续 3 次。

1.5 不同水分处理对诱杀效果的影响

瓶中水深保持在 6 cm 左右，试验设 3 个处理：① 瓶内的诱集物不换；② 瓶内诱集物每天更换；③ 瓶内的诱集物不换但每天中午用微型喷雾器喷湿诱集物表面。每个处理挂 1 个瓶，每株挂 1 瓶，重复 3 次，每瓶间隔 2 株。7 d 后统计各瓶诱集到的桔小实蝇数量。

1.6 不同甜度对诱杀效果的影响

在 1.3 筛选出的诱杀方式中，配以不同含量的蜂蜜、红糖、麦芽糖，加入阿维菌素乳油按正交试验法^[15]制成食物诱杀剂，置于可口可乐瓶中，诱杀桔小实蝇，每个处理重复 3 次，每株番石榴挂 1 个诱集瓶，随机排列，14 d 后计算诱杀到的虫量，进行比较分析。试验处理为：① 红糖 5 g·L⁻¹ + 蜂蜜 10 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 5 g·L⁻¹；② 红糖 5 g·L⁻¹ + 蜂蜜 20 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 10 g·L⁻¹；③ 红糖 5 g·L⁻¹ + 蜂蜜 30 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 15 g·L⁻¹；④ 红糖 10 g·L⁻¹ + 蜂蜜 10 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 10 g·L⁻¹；⑤ 红糖 10 g·L⁻¹ + 蜂蜜 20 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 15 g·L⁻¹；⑥ 红糖 10 g·L⁻¹ + 蜂蜜 30 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 5 g·L⁻¹；⑦ 红糖 15 g·L⁻¹ + 蜂蜜 10 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 15 g·L⁻¹；⑧ 红糖 15 g·L⁻¹ + 蜂蜜 20 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 5 g·L⁻¹；⑨ 红糖 15 g·L⁻¹ + 蜂蜜 30 mL·L⁻¹ + 麦芽糖 10 g·L⁻¹。

1.7 田间防效对比试验

番石榴果实开始转色时，即有桔小实蝇产卵为害。因此，试验在番石榴开始有少量转色时进行。试验地选择在果树长势较一致的 2 个番石榴园（667 m²）进行试验，两地相距约 200 m，以免相

互影响。试验设 2 个处理：①果浆诱杀：取芒果果浆 2 kg 混以红糖 20 g、蜂蜜 20 mL 和麦芽糖 20 g，添加 1.8% 阿维菌素乳油 2 mL 配成果浆诱杀剂，置于冰箱中备用。试验时，将毒果浆涂于 50 cm×20 cm 的无纺布上，用细铁丝悬挂于番石榴树的阴凉处，试验区内每隔 2 株挂 1 块无纺布，及时用小型喷雾器喷湿果浆表面使其保持湿润，3 d 更换 1 次果浆诱杀剂。②常规防治方法：试验区挂 5 个含 ME（甲基丁香酚）的诱集瓶，同时用 1.8% 阿维菌素 2 000 倍液喷洒番石榴上。两个试验区各随机抽取 10 株作为固定观测点，每株树按东南西北中方向各指定 1 个果，每个试验区各观测 150 个果，试验时将番石榴套袋纸打开。试验前，清理干净果园内及果园周围半径为 30 m 内的落果、烂果。5、10 d 后检查被桔小实蝇寄生的果实数。公式为：虫果率（被害果率）% = （有虫孔的果数/调查总果数）×100。

1.8 计算方法

数据均用 DPS 软件^[15]进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同诱杀方法的研究

从表 1 可以看出，在诱杀桔小实蝇时，不同的诱杀方法存在一定的差异，其中果浆诱杀法诱集到的桔小实蝇数量显著高于其他的诱杀法。伤口诱杀

法、果汁诱杀法和果肉诱杀法这 3 种诱杀法间的差异不显著。从表 1 中还可以看出，利用不同水果诱集到的虫数差异不显著。由于芒果果浆诱集到的虫数较多，以下试验均以芒果果浆作为基础的食物诱杀物。

表 1 不同水果不同诱杀方法诱集到的桔小实蝇数量
Table 1 Number of fruit flies trapped by different trapping methods on different fruits

水果种类	诱杀方法				均值
	伤口	果汁	果肉	果浆	
杨桃	32.50	14.00	21.75	67.00	33.8125aA
芒果	14.75	8.75	23.00	142.00	47.1250aA
番石榴	26.25	11.75	21.25	39.50	24.6875aA
香蕉	20.50	15.50	22.50	129.50	47.0000aA
均值	23.5bB	12.5bB	22.125bB	94.5aA	

注：①表中数据为 4 个重复的平均值；②同行或同列的不同大小写字母表示差异达极显著水平（ $P<0.01$ ）或显著水平（ $P<0.05$ ）。

2.2 含不同杀虫剂诱杀剂的诱杀效果

通过 21 d 的诱杀，结果表明（表 2），田间诱杀效果从强到弱的顺序为：阿维菌素>灭多威>敌敌畏>灭蝇胺>杀灭菊酯。含有 1.8% 阿维菌素乳油的芒果果浆诱杀剂诱集到的桔小实蝇虫数最多，显著高于含其他杀虫剂的果浆诱杀剂。

表 2 含不同杀虫剂的食物引诱剂诱杀效果比较
Table 2 Effectiveness of lures tainted with pesticides in trapping and killing fruit flies

农药	诱虫数(头)		
	7d	14d	21d
阿维菌素	(27.6667±3.5119)aA	(38.6667±3.0551)aA	(28.3333±4.1633)aA
灭多威	(24.0000±3.0000)aAB	(29.3333±4.0415)bA	(21.0000±4.0000)bAB
敌敌畏	(17.0000±3.0000)bBC	(30.6667±4.1633)bA	(19.6667±2.5166)bAB
灭蝇胺	(15.0000±2.6458)bBC	(17.0000±3.6056)cB	(14.3333±3.0551)bcB
杀灭菊酯	(13.0000±4.3589)bC	(14.3333±3.0551)cB	(11.6667±3.7859)cB

注：①表中数据为 3 个重复的平均值和标准差；②同列数据的不同大小写字母分别表示差异达极显著水平（ $P<0.01$ ）和显著水平（ $P<0.05$ ），下同。

2.3 不同水分处理对诱杀效果的影响

田间观察发现，果浆水分蒸发或果浆变质减弱了对桔小实蝇的吸引，影响了桔小实蝇取食，进而影响到诱杀效果。从表 3 中可以看出，每天更换果浆的处理诱集到的虫数最多，且与其他两处理存在着显著差异。

2.4 不同甜度对诱杀效果的影响

正交试验所示不同甜度的诱杀效果试验结果表明（表 4），第 4 种组合的芒果果浆引诱剂诱杀效果最好，诱到的虫数平均为 59.333 3 头。经过 q 检验，红糖的第 2 水平与其他水平的差异均为极显著，且红糖的 $T_2>T_3>T_1$ ，所以添加红糖的最优

水平为 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ；添加麦芽糖的各组合，考虑到引诱数量的因素，麦芽糖的最优水平为 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ；同理可知，蜂蜜的最优水平为 $10\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ；所以食物引诱剂添加的糖分最佳组合为红糖 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、蜂蜜 $10\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 和麦芽糖 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。表 4 显示，红糖的 R 值最大，蜂蜜的 R 值较小，麦芽糖的 R 值最小。由此可以判断，红糖对诱杀效果影响最大，麦芽糖的影响最小。通过方差分析可知，3 个因素对诱杀虫数的影响存在着一定的差异。其中红糖 $F=90.7686>F_{0.05(2,2)}=19.0$ ，说明红糖对食物引诱剂的诱杀效果影响达到显著水平。同理可知，蜂蜜 ($F=13.3558$)、麦芽糖 ($F=4.3903$) 对引诱剂的诱杀效果影响未达到显著水平。

表 3 不同水分处理的诱杀效果
Table 3 Trapping effectiveness by different water treatments

处理	诱虫数 (头)
每天更换	64.3333±7.0946aA
表面喷水	48.6667±6.6583bAB
不更换	37.6667±7.0238bB

表 4 不同糖分食物引诱剂正交试验结果
Table 4 Orthogonal test on different added sweeteners for fruit fly trapping

试验号	组 分			诱虫数 (头)
	红糖 ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	蜂蜜 ($\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$)	麦芽糖 ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	
1	5	10	5	29.6667bcAB
2	5	20	10	23.3333cAB
3	5	30	15	15.6667cB
4	10	10	10	59.3333aA
5	10	20	15	43.6667abAB
6	10	30	5	41.3333bAB
7	15	10	15	21.3333cAB
8	15	20	5	20.6667cAB
9	15	30	10	18.3333cB
T_1	68.6667	144.3330	60.3330	$T=273.3327$
T_2	110.3330	87.6667	75.3330	
T_3	91.3333	100.9999	80.6664	
t_1	22.8889	48.1110	20.1110	
t_2	36.6667	29.2222	25.1110	
t_3	30.5555	33.6666	26.8888	
R	28.0000	11.6667	6.7778	

2.5 田间防治桔小实蝇对比试验

从表 5 可以看出，5 d 后试验区的虫果率少于

对照区，较对照降低了 8.00%；10 d 后试验区的防治效果明显好于对照区，虫果率较对照区少 14.67%。

表 5 芒果果浆防治田间桔小实蝇的效果
Table 5 Effectiveness of mango paste in trapping fruit flies in the field

处理后的天数	处理	调查的果数 (个)	虫果数 (个)	虫果率 (%)	较对照降低 (%)
5 d	试验区	150	23	15.33	8.00
	对照区	150	35	23.33	
10 d	试验区	150	51	34.00	14.67
	对照区	150	73	48.67	

3 结论与讨论

3.1 本研究结果表明，伤口诱杀法、果汁诱杀法、果肉诱杀法和果浆诱杀法间的诱杀效果存在着显著差异，其中果浆法诱到的桔小实蝇数量显著多于其他诱杀法，以芒果果浆诱杀法诱到的虫数最多。

3.2 对诱杀效果的影响因素如水分、甜度等的研究表明，食物的水分状况对桔小实蝇的诱杀效果影响极大，每天更换新鲜的芒果果浆能显著提高桔小实蝇的诱杀数量。食物甜度不同也影响诱杀效果，正交试验表明，在芒果果浆中添加红糖 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、蜂蜜 $10\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 和麦芽糖 $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的组合诱杀到的桔小实蝇虫数明显多于其他组合。

3.3 田间的小区试验表明，在采取清园等农业防治措施基础上，10 d 内与常规的防治方法比较，芒果果浆法能减少果实的受害率。由于受到时间、经费的限制，各种影响果浆诱杀剂效果的因素如温湿度、光照等未能深入研究；在开展田间防治试验时，在不同果园中的诱杀效果等方面还有待于进一步研究。

参考文献：

[1] DREW R A J. The responses of fruit fly species in the South Pacific area to male attractants [J]. J Aust Entomol Soc, 1974, 13: 267—270.

[2] 邹钟琳, 曹骥. 中国果树害虫 [M]. 第 3 版. 上海: 上海科技出版社, 1983: 137.

[3] 张格成, 李继祥. 柑桔小实蝇的发生及综合治理 [J]. 中国农村科技, 1997, (11): 15—16.

[4] 白巧, 宋福猛. 柑桔小实蝇为害芒果的情况及防治研究初报 [J]. 四川果树, 1996, 24 (1): 45—48.

[5] 梁广勤, 梁帆. 葡萄作为桔小实蝇寄主的试验 [J]. 植物检疫, 1996, 10 (3): 142—143.

[6] 周又生, 沈发荣. 芒果柑桔小实蝇 [*Dacus (Bactrocera) dorsalis* (Hendel)] 生物学及其综合防治研究 [J]. 西南农业大学学报, 1996, 18 (3): 210—213.

[7] 耿秉晋. 中国植物检疫性害虫图册 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 152—153.

[8] 刘元明. 植物检疫手册 [M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2000: 231—232.

[9] 张禹安, 赵学谦. 四川桔小实蝇的调查研究 [J]. 西南农业大学学报, 1994, 7 (2): 71—75.

[10] 张伟, 禄祖盛. 柑桔小实蝇发生规律及防治简报 [J]. 中国南方果树, 1996, 25 (2): 23.

[11] 黄可辉. 检获检疫性害虫—桔小实蝇 [J]. 华东昆虫学报, 1994, 3 (2): 104—107.

[12] 陈健忠, 董耀. 伍种植物叶片萃取对东方果实蝇 *Bactrocera dorsali* (双翅目: 果实蝇科) 之引诱效果 [J]. 中华昆虫, 2000, 20: 37—44.

[13] 张清源, 阮丽玉, 刘顺国, 等. 果蝇乐诱剂活性试验 [J]. 植物检疫, 2003, 17 (2): 79—80.

[14] AAKAKI N, KUBA H, SOEMORI H. Mating behavior of the oriental fruit, *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera : Tephritidae) [J]. Appl Ento and Zool, 1984, 19 (1): 42—51.

[15] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.

(责任编辑: 林海清)