

橘小实蝇植物源引诱活性物质的生物测定^{*}

王 波^{**} 韩 英 黄居昌 陈家骅^{***}

(福建农林大学益虫研究所 福州 350002)

摘 要 植物源引诱物质可显著提高橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 蛋白饵剂的应用效果, 本文测试了柑橘、番木瓜、芒果、番石榴、杨桃的叶片浸提物、果实以及已知植物次生物质对橘小实蝇的引诱效果。植物浸提物的生物测定结果表明, 杨桃的二氯甲烷浸提物的引诱效果最佳, 平均引诱率为 20.83%, 对于不同的萃取剂而言, 二氯甲烷、乙醇浸提物效果明显优于石油醚, 三者浸提的平均引诱率分别为 15.67%、15.17% 和 10.50%; 对于不同寄主植物而言, 柑橘浸提物的效果最佳, 3 种有机溶剂浸提物的平均引诱率为 18.33%, 其中石油醚、二氯甲烷和乙醇浸提物的引诱率分别为 20.00%、15.83% 和 19.17%, 其他植物浸提物的引诱效果为杨桃 > 番木瓜 > 芒果 > 番石榴, 3 种有机溶剂浸提物的平均引诱率分别为 17.22%、11.67%、11.11% 和 10.56%。寄主果实的生物测定结果表明, 柑橘的平均引诱率为 65.83%, 其中雌虫和雄虫的引诱率分别为 61.67% 和 70.00%, 明显高于杨桃、番石榴和番木瓜, 三者的引诱率分别为 31.67%、31.67% 和 21.67%, 与柑橘引诱率差异显著 ($P < 0.05$)。已知植物次生物质的生物测定结果表明, 甲基丁香酚的引诱效果最佳, 平均引诱率为 45.00%, 其中雄虫和雌虫的引诱率分别为 86.67% 和 3.33%; 乙酸乙酯和番石榴香精的引诱效果次之, 平均引诱率分别为 32.50% 和 28.33%, 其中雌虫的引诱率均为 36.67%; 杨桃香精和柠檬酸的引诱效果较差, 平均引诱率分别为 25.00% 和 26.67%。

关键词 橘小实蝇, 植物浸提物, 寄主果实, 次生物质, 生物测定

Bioassay of botanical attractants to *Bactrocera dorsalis*

WANG Bo^{**} HAN Ying HUANG Ju-Chang CHEN Jia-Hua^{***}

(Institute of Beneficial Insect, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract The attractiveness of protein bait to *Bactrocera dorsalis* (Hendel) can be significantly increased by botanical attractants. In this paper, a bioassay of plant extracts and fruit from hosts, including citrus, guava, mango, papaya and star fruit, and other plant secondary substances was conducted. The results show that star fruit plant compounds extracted using dichloromethane were the most attractive, with an average attractant rate of 20.83%. Comparing different extraction agents, dichloromethane and ethanol were superior to petroleum ether; the average attractant rate of these three extracts being 15.67%, 15.17% and 10.50% respectively. Of the different host plants, citrus had the best attractants, with an average attractant rate of 18.33% and individual attractant rates for the three extraction agents of 20.00%, 15.83% and 19.17% respectively. The attractiveness ranking of the host plants was, in descending order, star fruit, papaya, mango, guava, with corresponding average attractant rates of 17.22%, 11.67%, 11.11% and 10.56%. With regard to host plant fruits, citrus was significantly more attractive than star fruit, guava and papaya, with an average attractant rate of 65.83%, and attractant rates for female and male adults of 61.67% and 70.00% respectively. In contrast, the average attractant rates of star fruit, guava and papaya were 31.67%, 31.67% and 21.67% respectively. With regard to plant secondary substances the average attractant rate of methyl eugenol was 45.00%, with rates for males and females of 86.67% and 3.33% respectively. Ethyl acetate and guava flavor were less attractive than methyl eugenol, with an average attractant rate of 32.50% and 28.33% respectively and an attractant rate for females of 36.67%. The attractiveness of star fruit and citric acid flavors was low, averaging 25.00% and 26.67% respectively.

Key words *Bactrocera dorsalis*, plant extract, host fruit, secondary substance, bioassay

* 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(200903047)、福建省科技厅重点项目(2010I0002)。

**Email: wangbofjz@163.com

***通讯作者, Email: chenjh34@yahoo.com.cn

收稿日期: 2011-12-30, 接受日期: 2012-03-12

实蝇的发生、进化和危害都与寄主植物有着密切的关系,其对一些植物的挥发性物质或次生物质有着特殊的趋性,尤其是寄主植物叶片和果实的颜色及挥发性物质。来源于香茅油(*citronellabay*)的甲基丁香酚(*methyl eugenol*)在防治实蝇方面应用最为广泛,但由于只能引诱雄性成虫,导致其在防控实蝇中作用空间十分有限,目前研究的重点是需要找到一种对实蝇雌虫和雄虫都具引诱作用,且效果显著的植物源引诱剂,研究思路则是从寄主和非寄主植物叶片或果实中筛选引诱活性较高的挥发性物质(Jang *et al.*, 1997)。

国内对橘小实蝇植物源引诱物质的研究不多,一般都是比较不同寄主植物间的引诱效果,或是直接添加植物香精、香茅油等物质混配后测试其引诱效果(赖永超等, 2004; 吴华等, 2004; 郑洁红等, 2004; 甘炯城等, 2005; 罗诗等, 2005)。而对寄主植物挥发性物质的引诱活性研究,更多的是停留在趋性现象的观察上,很少鉴定到具体物质。付佑胜(2004)在其硕士研究论文中研究发现乙酸乙酯、柠檬酸和苯甲酸对橘小实蝇有一定的引诱作用。此外,研究发现实蝇雌虫较雄虫更容易受到水果气味的吸引,通过对各个不同地区的水果趋性进行比较分析,结果表明,在水果不同成熟阶段,橘小实蝇雌成虫的趋性是不同的,趋性与水果的状态有关,在不同的区域引诱的效果也存在着巨大的差异(施伟等, 2003)。

我国的台湾及国外对实蝇植物源引诱物质的研究较为深入,很多已具体到核心成分,并已应用于生产实践。研究橘小实蝇产卵习性时发现,雌虫对某些寄主果实或其他特殊部位有强烈的趋性,并在随后的研究中发现苯甲酸乙酯对橘小实蝇具有引诱作用(邱辉宗和朱耀沂, 1987; 邱辉宗, 1990)。研究发现山刺番荔枝(*Annona montana*)、鹰爪花(*Artabotrys uncinatus*)、阿勃勒(*Cassia fistula*)、爪哇凤果(*Garcinia dulcis*)和榄仁(*Terminalia catappa*)叶片乙醚提出物对橘小实蝇具有引诱活性,并初步研究报道马拉巴栗(*Pachira macrocarpa*)叶片对橘小实蝇具有引诱作用(陈健忠和董耀仁, 2000; 陈健忠等, 2004)。目前,台湾地区生产的“稳黏”在亚洲地区较为出名,是一种新型高效专门用来诱杀实蝇的诱黏剂,由台湾嘉农股份公司专利技术生产的,能有效诱杀各类雌雄瓜果实蝇。利用实蝇专用天然黏胶及植物提取

香味引诱实蝇,使虫体黏于黏胶后自然死亡。将橘小实蝇寄主成分中总碳链长度为1~12的饱和醇类及碳链长度为3~12的饱和醛类分别作了触角电位测试,结果显示己醇(*hexanol*)和庚醛(*heptanal*)的引诱活性较强(Light and Jang, 1987)。从*Fagraea bertiana*的乙醇溶解物中分离出反式-3,4-二甲氧基-肉桂醇和反式-3,4-二甲氧基-肉桂醛2种物质,结果发现这2种物质对橘小实蝇的雄虫都有较高的引诱效果(Nishida *et al.*, 1997)。橘小实蝇寄主植物果实的挥发性香味对橘小实蝇的成虫有引诱作用,其中寄主果实对橘小实蝇成虫的引诱作用大小依次为:番石榴>番木瓜>杨桃(Cornelius *et al.*, 2000)。

应用蛋白饵剂已成为国内外防控实蝇类害虫的一项重要措施(Barry *et al.*, 2006; 王波等, 2010a, 2010b),由于水解蛋白的挥发性较弱,如果在其中添加一定量植物源引诱剂,将显著提高蛋白饵剂的引诱效果。本文主要测试了柑橘、番木瓜、芒果、番石榴、杨桃的叶片浸提物、果实以及已知植物次生物质对橘小实蝇的引诱效果,为进一步提取、鉴定植物源引诱物质提供基础。

1 材料与方法

1.1 实验材料

(1) 供试虫源 橘小实蝇成虫为室内连续饲养种群,饲养条件:温度(25 ± 1)℃,相对湿度为 $70\% \pm 5\%$,光周期为L:D=12:12。

(2) 供试植物叶片 柑橘(*Citrus reticulata* Blanco,芸香科 Rutaceae 柑橘属 *Citrus*)、番木瓜(*Chaenomeles sinensis* Koehne,蔷薇科 Rosaceae 木瓜属 *Chaenomeles* Lindl) 采自福州闽侯龙台山生态园;芒果(*Mangifera indica* L.,漆树科 Anacardiaceae 杧果属 *Mangifera* L.)、番石榴(*Psidium guajava* L.,桃金娘科 Myrtaceae 番石榴属 *Psidium*)、杨桃(*Averrhoa carambola* L.,属酢浆草科 Oxalidaceae 阳桃属 *Averrhoa* L.) 采自福建农林大学校园。

(3) 寄主果实 均于市场购买或田间采摘的新鲜、无裂痕的水果。

(4) 试剂及设备 高速万能粉碎机(FW100),天津市泰斯特仪器有限公司;电热恒温培养箱(PXX-DHS),上海市跃进医疗器械一厂;石油醚(60~90℃),AR,国药集团化学试剂有限公司;二

氯甲烷,AR,国药集团化学试剂有限公司;95%乙醇,AR,国药集团化学试剂有限公司;乙酸乙酯,AR,国药集团化学试剂有限公司;柠檬酸,AR,国药集团化学试剂有限公司;甲基丁香酚,江苏禾丰生化研究所;番石榴香精,杨桃香精,泉州市绿琳生物工程有限公司;测试笼:30 cm × 30 cm × 30 cm,不锈钢骨架外罩 100 目尼龙网纱;量筒(100 mL);毛刷;喷壶等。

1.2 实验方法

1.2.1 寄主植物浸提物的制备 采用有机溶剂冷浸提法。首先清洗采集植物上的尘土和杂质,室内通风处自然晾干,放入(40 ± 1)℃的恒温干燥箱内烘干至发脆,用粉碎机粉碎,过 40 目筛。称取一定量的植物干粉放入三角瓶中,加入 5 倍体积的有机溶剂,室温条件下浸提 24 h(期间每隔 8 h 震荡 1 次),过滤,旋转蒸发浓缩,得膏状浸提物,置于 4℃冰箱中保存备用。

1.2.2 室内生物测定

(1) **寄主植物浸提物的生物测定** 实验室条件下,在测试笼中放入 5 日龄橘小实蝇成虫 40 头,雌雄各 20 头,在 2 个自制诱瓶中分别加入 2 mL 浸提样品和水(对照),放入测试笼底部的对角线位置,15 min 后旋转 180°,测试时间为 30 min,将诱瓶放入冰柜冷冻 1 h,统计 2 个诱瓶中实蝇的数量,并分别记录雌雄的数量。每个处理 3 个重复。

引诱率(%) = (蛋白饵剂的引诱数量 - 对照引诱数量) / 供试虫数 × 100。

(2) **寄主果实的生物测定** 用干净刀片切取一定量的寄主果实,放入自制诱瓶中,以水作为对照,放入测试笼底部的对角线位置,每笼试虫 40 头,雌雄各 20 头,15 min 后旋转 180°,测试时间为 30 min,将诱瓶放入冰柜冷冻 1 h,统计 2 个诱瓶中实蝇的数量,并分别记录雌雄的数量。每个处理 3 个重复。

引诱率(%) = (蛋白饵剂的引诱数量 - 对照引诱数量) / 供试虫数 × 100。

(3) **寄主植物次生物质的生物测定** 实验室条件下,在测试笼中放入 5 日龄橘小实蝇成虫 40 头,雌雄各 20 头,在 2 个自制诱瓶中分别加入 2 mL 植物次生物质(乙酸乙酯、柠檬酸、番石榴香

精、杨桃香精、甲基丁香酚)和水(对照),放入测试笼底部的对角线位置,15 min 后旋转 180°,测试时间为 30 min,将诱瓶放入冰柜冷冻 1 h,统计 2 个诱瓶中实蝇的数量,并分别记录雌雄的数量。每个处理 3 个重复。

引诱率(%) = (蛋白饵剂的引诱数量 - 对照引诱数量) / 供试虫数 × 100。

1.3 数据统计与分析

数据采用 SPSS 软件进行统计与分析,采用 Tukey's 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 植物浸提物对橘小实蝇引诱作用的测定结果

方差分析结果表明,不同寄主植物的石油醚浸提物对橘小实蝇的引诱效果差异显著($P = 0.04$, $F = 3.77$, $df = 4$)。结果表明,柑橘的石油醚浸提物引诱活性最高,平均引诱率达到 20.00%,其中雌性成虫和雄性成虫的引诱率分别为 13.33% 和 26.67%。番木瓜、番石榴、芒果浸提物的引诱率较低,都为 6.67%,与柑橘浸提物引诱活性差异显著,但与杨桃浸提物差异不显著,后者的引诱率为 12.50%(表 1)。

方差分析结果表明,不同寄主植物的二氯甲烷浸提物对橘小实蝇的引诱效果差异不显著($P = 0.12$, $F = 2.45$, $df = 4$)。结果表明,杨桃、芒果、柑橘的浸提物引诱活性较高,三者之间差异不显著,分别为 20.83%、15.00% 和 15.83%;番木瓜和番石榴浸提物的引诱活性较低,都为 13.33%,与前三者间差异显著。浸提物对雌性成虫的引诱率高于雄性成虫,最高分别为 21.67% 和 20.00%,不同寄主植物浸提物对雌虫引诱活性差异不显著,雄虫间差异显著(表 2)。

方差分析结果表明,不同寄主植物的乙醇浸提物对橘小实蝇的引诱效果差异不显著($P = 0.20$, $F = 1.86$, $df = 4$)。结果表明,柑橘浸提物引诱活性最高,平均引诱率为 19.17%,其中雌虫和雄虫的引诱率分别为 21.67% 和 16.67%,其他植物浸提物的引诱效果为杨桃 > 番木瓜 > 番石榴、芒果,平均引诱率分别为 18.33%、15.00%、11.67% 和 11.67%(表 3)。

表 1 石油醚浸提物对橘小实蝇的引诱活性比较

Table 1 The comparision of attractant activity of petroleum ether extracts to *Bactrocera dorsalis*

植物 Plant	引诱率(%) Attractant rate		
	雌性 Female	雄性 Male	平均 Mean
番木瓜 Pawpaw	1. 67 ± 1. 67b	11. 67 ± 1. 67ab	6. 67 ± 0. 83b
番石榴 Guava	5. 00 ± 2. 89ab	8. 33 ± 1. 67b	6. 67 ± 2. 20b
杨桃 Carambola	8. 33 ± 1. 67ab	16. 67 ± 1. 67ab	12. 50 ± 2. 89ab
芒果 Mango	6. 67 ± 1. 67ab	6. 67 ± 4. 41b	6. 67 ± 2. 20b
柑橘 Citrus	13. 33 ± 4. 41a	26. 67 ± 8. 82a	20. 00 ± 5. 20a

注:表中数字为“平均值 ± 标准误”,字母指 Tukey’s 多重比较的结果,同列数据后标有不同小写字母表示在 0.05 的水平上差异显著;下表同。

Data are mean ± SE, and followed by different letters indicate significant difference at the 0.05 level by Tukey test. The same below.

表 2 二氯甲烷浸提物对橘小实蝇的引诱活性比较

Table 2 The comparision of attractant activity of dichloromethane extracts to *Bactrocera dorsalis*

植物 Plant	引诱率(%) Attractant rate		
	雌性 Female	雄性 Male	平均 Mean
番木瓜 Pawpaw	21. 67 ± 1. 67a	5. 00 ± 0. 00b	13. 33 ± 0. 83b
番石榴 Guava	20. 00 ± 0. 00a	6. 67 ± 3. 33b	13. 33 ± 1. 67b
杨桃 Carambola	21. 67 ± 1. 67a	20. 00 ± 5. 79a	20. 83 ± 3. 00a
芒果 Mango	20. 00 ± 2. 89a	10. 00 ± 2. 89ab	15. 00 ± 2. 50ab
柑橘 Citrus	18. 33 ± 1. 67a	13. 33 ± 1. 67ab	15. 83 ± 0. 83ab

表 3 乙醇浸提物对橘小实蝇的引诱活性比较

Table 3 The comparision of attractant activity of ethanol extracts to *Bactrocera dorsalis*

植物 Plant	引诱率(%) Attractant rate		
	雌性 Female	雄性 Male	平均 Mean
番木瓜 Pawpaw	16. 67 ± 1. 67a	13. 33 ± 6. 01a	15. 00 ± 2. 89a
番石榴 Guava	16. 67 ± 7. 26a	6. 67 ± 1. 67a	11. 67 ± 4. 41a
杨桃 Carambola	15. 00 ± 5. 00a	21. 67 ± 6. 01a	18. 33 ± 0. 83a
芒果 Mango	13. 33 ± 3. 33a	10. 00 ± 2. 89a	11. 67 ± 0. 83a
柑橘 Citrus	21. 67 ± 3. 33a	16. 67 ± 7. 26a	19. 17 ± 2. 20a

总体而言,对于不同的萃取剂,二氯甲烷、乙醇浸提物效果明显优于石油醚,三者浸提物的平均引诱率分别为 15.67%、15.17% 和 10.50%。对于不同寄主植物,柑橘浸提物的效果最佳,石油醚、二氯甲烷和乙醇浸提物的引诱率分别为 20.00%、15.83% 和 19.17%;杨桃次之,3 种有机溶剂浸提物的引诱率分别为 12.50%、20.83% 和 18.33%;番石榴浸提物的引诱效果最差,分别为 6.67%、13.33% 和 11.67%。

2.2 寄主果实对橘小实蝇引诱效果的测定结果

方差分析结果表明,不同寄主果实对橘小实蝇的引诱率差异显著($P=0.02$, $F=6.01$, $df=3$)。结果表明,柑橘的引诱率为 65.83%,其中雌性成虫和雄性成虫的引诱率分别为 61.67% 和 70.00%,明显高于番木瓜、番石榴和杨桃,三者的引诱率分别为 21.67%、31.67% 和 31.67%,与柑橘引诱率差异显著(表 4)。

表 4 寄主果实对橘小实蝇引诱率的比较

Table 4 The comparision of attractant rate of host plant to *Bactrocera dorsalis*

植物 Plant	引诱率(%) Attractant rate		
	雌性 Female	雄性 Male	平均 Mean
番木瓜 Pawpaw	25.00 ± 11.55b	18.33 ± 6.01b	21.67 ± 4.17b
番石榴 Guava	13.33 ± 8.33b	50.00 ± 2.89ab	31.67 ± 5.46b
杨桃 Carambola	26.67 ± 1.67b	36.67 ± 8.82b	31.67 ± 4.64b
柑橘 Citrus	61.67 ± 13.65a	70.00 ± 13.23a	65.83 ± 13.41a

2.3 寄主植物次生物质的生物测定结果

方差分析结果表明,不同植物次生物质对橘小实蝇的引诱效果差异显著($P < 0.05$, $F = 42.36$, $df = 4$)。结果表明,甲基丁香酚的引诱效果最佳,平均引诱率为 45.00%,其中雄虫的引诱率高达 86.67%,而雌虫的引诱率仅为 3.33%;乙酸乙酯

和番石榴香精的引诱效果次之,平均引诱率分别为 32.50% 和 28.33%,其中雌虫的引诱率都为 36.67%,明显高于甲基丁香酚;杨桃香精和柠檬酸的引诱效果较差,平均引诱率分别为 25.00% 和 26.67%(表 5)。

表 5 不同植物次生物质对橘小实蝇引诱率的比较

Table 5 The comparision of attractant rate of different plant secondary metabolites to *Bactrocera dorsalis*

植物次生物质 Secondary metabolites	引诱率(%) Attractant rate		
	雌性 Female	雄性 Male	平均 Mean
乙酸乙酯 Ethyl acetate	36.67 ± 1.67a	28.33 ± 1.67b	32.50 ± 1.44b
柠檬酸 Citric acid	31.67 ± 1.67ac	21.67 ± 1.67c	26.67 ± 0.83c
番石榴香精 Guava essence	36.67 ± 1.67a	20.00 ± 2.89c	28.33 ± 0.83c
杨桃香精 Carambola essence	31.67 ± 1.67ac	18.33 ± 1.67c	25.00 ± 1.44c
甲基丁香酚 Methyl eugenol	3.33 ± 1.67b	86.67 ± 1.67a	45.00 ± 1.44a

3 讨论

虽然研究结果表明,乙醇浸提物的平均引诱率稍低于二氯甲烷浸提物,但从经济角度而言,二者的市场价格分别为 25.00 元/L 和 7.00 元/L。此外,二氯甲烷具有较高的毒性,而乙醇十分安全,因此采用乙醇作为浸提剂比二氯甲烷更具实效性。

寄主果实的成熟度直接决定了其颜色和挥发性气味,进而影响引诱效果。此外,同种寄主的不同品种间也具有差异性。本研究根据果实转色期和田间调查经验,选取转色后一周内的水果,此时实蝇刚开始大量危害,寄主的果实成熟度只是相对一致,所以在以后的研究中应该系统研究不同成熟度、不同品种果实引诱效果的差异性,筛选到引诱活性较高的品种及成熟期,通过化学分析及生物测定,最终确定其有效成分。本试验中发现

番石榴和杨桃果实对橘小实蝇的引诱率均为 31.67%,与 Cornelius 等(2000)研究结果稍有不同,其中可能由于本试验中果实的成熟度相对偏低,而 Cornelius 使用的是较为完全成熟(ripe and soft)的果实。田间观察发现,在福建地区,实蝇对杨桃的危害几乎从幼果开始,而实蝇对番石榴的危害相对较晚。

虽然甲基丁香酚的平均引诱率最高,但对雌性成虫的引诱率极低,仅为 3.33%,而真正危害寄主果实的是雌性成虫,所以应用的局限性很大。乙酸乙酯的引诱效果虽然较低,但对雌雄成虫较为平均,分别为 36.67% 和 28.33%,此外,乙酸乙酯价格便宜,且较易获得,综合而言,添加乙酸乙酯的效果更佳。

寄主植物的挥发性物质成分较复杂,常以不同的浓度比例协同对昆虫起感觉刺激作用,所以要筛选到其核心有效成分十分困难。近年来,随

着 GC-MS 和 EAG 技术的发展,特别是固相微萃取 (solid phase micro extraction, SPME) 技术的发明几乎克服了以往一些传统样品处理技术的所有缺点,集采样、萃取、浓缩、进样于一体,便于携带,真正实现样品的现场采集和富集,能够与气相、气相-质谱、液相、液相-质谱仪联用,为获取寄主植物挥发性物质提供了非常简便、快捷的方法,化学分析技术的飞速发展一定程度上加快推进了植物源引诱剂的研究。

参考文献 (References)

- Barry JD, Miller NW, Pinero JC, Tuttle A, Mau RF, Vargas RI, 2006. Effectiveness of protein baits on melon fly and oriental fruit fly (Diptera : Tephritidae): Attraction and feeding. *J. Econ. Entomol.*, 99 (4) :1161—1167.
- Cornelius ML, Jian JD, Messing RH, 2000. Volatile host fruit odors as attractants for the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, 93 (1) :93—100.
- Jang EB, Lori AC, John DS, 1997. Attraction of female oriental fruit fly *Bactrocea dorsalis* to volative semiochemicals from leaves and exacts of a nonhost plant, *Panax (Polyscias guifoylei)* in laboratory and olfactometers assays. *J. Chem. Ecol.*, 23 (6) :2342—2358.
- Light DM, Jang EB, 1987. Electroantennogram response of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis*, to a spectrum of alcohol and aldehyde plant volatiles. *Entomol. Exp. Appl.*, 45:55—64.
- Nishida R, Todd ES, Kenneth YK, 1997. Acquisition of female-attracting fragrance by males of oriental fruit fly from a Hawaiian lei flower, *Fagraea berteriana*. *J. Chem. Ecol.*, 23 (10) :2275—2285.
- 陈健忠, 董耀仁, 2000. 五种植物叶片萃取物对东方果实蝇 (*Bactrocera dorsalis* Hendel). *中华昆虫*, 20 (1) :37—44.
- 陈健忠, 董耀仁, 黎傅宗, 2004. 马拉巴栗 (*Pachira macrocarpa*) 叶片气味对橘小实蝇 (*Bactrocera dorsalis*) 及瓜实蝇 (*B. cucurbitae*) 之诱引探讨. *台湾昆虫*, 24: 281—286.
- 付佑胜, 2004. 橘小实蝇植物源引诱剂和诱集产卵材料的研究. 硕士学位论文. 武汉:华中农业大学.
- 甘炯城, 赖思纯, 许凤梅, 2005. 综合防治橘小实蝇技术. *河北果树*, (1) :54.
- 赖永超, 吴美良, 汪茂卿, 罗诗, 李国平, 2004. 不同诱饵诱杀橘小实蝇效果的比较. *植物保护*, 30 (6) :72—74.
- 罗诗, 汪茂卿, 赖永超, 吴美良, 李国平, 2005. 番石榴香精诱饵诱杀桔小实蝇药效试验. *广东农业科学*, (4) : 70—71.
- 邱辉宗, 1990. 苯甲酸乙酯 (ethyl benzoate) 橘小实蝇产卵诱引之贡献成分. *中华昆虫*, 10:375—387.
- 邱辉宗, 朱耀沂, 1987. 橘小实蝇之产卵行为 (I) 产卵潜能. *中华昆虫*, 7 (2) :119—129.
- 施伟, 张智英, 叶辉, 2003. 橘小实蝇对寄主水果气味的趋向反应测试. *云南大学学报 (自然科学版)*, 25 (1) : 77—80.
- 王波, 黄居昌, 陈家骅, 2010a. 酶解啤酒废酵母生产橘小实蝇蛋白饵剂的研究. *江西农业大学学报*, 32 (2) : 299—302.
- 王波, 季清娥, 陈家骅, 2010b. 橘小实蝇蛋白饵剂的生物测定. *云南农业大学学报*, 25 (4) :483—486 转 505.
- 吴华, 黄鸿, 欧剑锋, 唐飞燕, 韩诗畴, 徐洁莲, 2004. 桔小实蝇引诱剂改良之探讨. *农药*, 43 (5) :224—225.
- 郑洁红, 方加龙, 郑龙, 2004. 瓜实蝇生物学特性及综合防治技术. *吉林蔬菜*, (4) :33—34.