

番石榴腐烂果对桔小实蝇的引诱作用及挥发物化学成分分析

王泽槐¹, 马 镭^{1,2}, 张瑞萍³, 罗 诗², 李建国¹, 尹金华²

(1 华南农业大学 园艺学院, 广东 广州 510642; 2 东莞市农业科学研究中心, 广东 东莞 523086;

3 东莞市盛唐化工有限公司, 广东 东莞 523086)

摘要:利用网室测试了番石榴 *Psidium guajava* L. 完全成熟果和腐烂果对桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 性成熟与性未成熟的雌、雄成虫的引诱作用, 采用固相微萃取法 (SPME) 和气质联用 (GC-MS) 技术对 2 种类型番石榴果实的挥发性物质进行了分析. 结果表明, 2 种番石榴果实对性成熟与性未成熟的雌、雄成虫均有引诱作用, 但腐烂果显著高于完全成熟果. 完全成熟果和腐烂果共检测和鉴定出 30 种挥发物, 其中, 乙酸乙酯、 α -萜烯和 β -石竹烯 3 种为两者所共有, 但相对含量不同, 如乙酸乙酯在腐烂果中的相对含量为 59.85%, 而在完全成熟果中只有 3.22%; 有己醛等 14 种化合物只在完全成熟果中检出, 另外有乙酸等 13 种化合物只在腐烂果中检出.

关键词:番石榴; 果实; 桔小实蝇; 挥发物; 引诱作用

中图分类号: S968.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2010)04-0032-04

Attraction of Decayed Guava Fruits to the Oriental Fruit Fly and Chemical Compounds of the Volatiles from the Fruit

WANG Ze-huai¹, MA Ke^{1,2}, ZHANG Rui-ping³, LUO Shi², LI Jian-guo¹, YIN Jin-hua²

(1 College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2 Dongguan Institute of Agricultural Science, Dongguan 523086, China;

3 Dongguan Shengtang Chemical Company Ltd., Dongguan 523086, China)

Abstract: The attraction of volatiles between the decayed and normal fully ripened guava, *Psidium guajava* L., fruit to the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), were studied by using olfactometer in laboratory. The results showed that the decayed guava fruit had significantly higher attracting ability to both immature and mature male and female adult than the normal fully ripened fruit. The analysis of the volatiles from two types of guava fruit were identified by solid phase microextraction (SPME) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Thirty volatiles were detected, but only three of them (ethyl acetate, α -copane, β -caryophyllene) were the same in two types of guava fruits, and they had different relative content. The relative content of ethyl acetate was 59.85% in the decayed fruit, while 3.22% in the fully ripened fruit. Moreover, fourteen more volatiles were detected in the normal fully ripened fruits and thirteen more volatiles in decayed fruits.

Key words: *Psidium guajava*; fruit; *Bactrocera dorsalis*; volatile; attraction

番石榴 *Psidium guajava* L. 又名鸡矢果、拔子, 属桃金娘科多年生常绿木本植物, 是热带亚热带地区广泛栽培的果树. 番石榴营养价值高, 且具有医疗保

健功能^[1]. 桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 是危害番石榴等水果的一种重要害虫, 关于桔小实蝇对番石榴的危害情况已有一些研究^[2-4]. 寄主植物的

收稿日期: 2009-12-30

作者简介: 王泽槐 (1953—), 男, 高级农艺师; 通信作者: 李建国 (1966—), 男, 教授, E-mail: jianli@scau.edu.cn

基金项目: 农业科技成果转化资金项目 (2009GB23260462); 东莞市科技型中小企业技术创新资金项目 (东科[2009]60 号)

香味对桔小实蝇的成虫有引诱作用^[5];新鲜成熟的番石榴果实对桔小实蝇有引诱作用,引诱到的雌雄虫比为13.2:12.2^[6],此外,番石榴对桔小实蝇的引诱作用大于芒果、橙、柑橘、杨桃,且成熟果的引诱作用大于青果和较熟果^[7]。关于番石榴果实的挥发物,国内外也已有很多研究^[8],但鲜见其腐烂果挥发物的报道。笔者在调查桔小实蝇对水果的危害情况时发现,腐烂的番石榴果实上常聚集大量的桔小实蝇成虫。本文测试、比较了番石榴完全成熟果和腐烂果对桔小实蝇的引诱作用,并利用顶空固相微萃取和气质联用技术分析了番石榴完全成熟果和腐烂果中挥发性物质的差异。

1 材料与方法

从广东省东莞市香蕉蔬菜研究所番石榴园采集番石榴 *Psidium guajava* L. (新世纪品种) 完全成熟果和腐烂果(被桔小实蝇危害后腐烂的果实),洗去表面杂质。桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 幼虫采自华南农业大学园艺学院果树资源圃。

成虫饲养条件为:温度(27 ± 1) °C,相对湿度50%~70%,光周期为12 h 光:12 h 暗。试验时分别选30头日龄一致(性未成熟成虫虫龄在8 d以内,性成熟成虫虫龄在12 d以上),饥饿24 h的成虫(只添加水供饮用),对性未成熟雌虫、性成熟雌虫、性未成熟雄虫、性成熟雄虫分别进行引诱力比较试验。

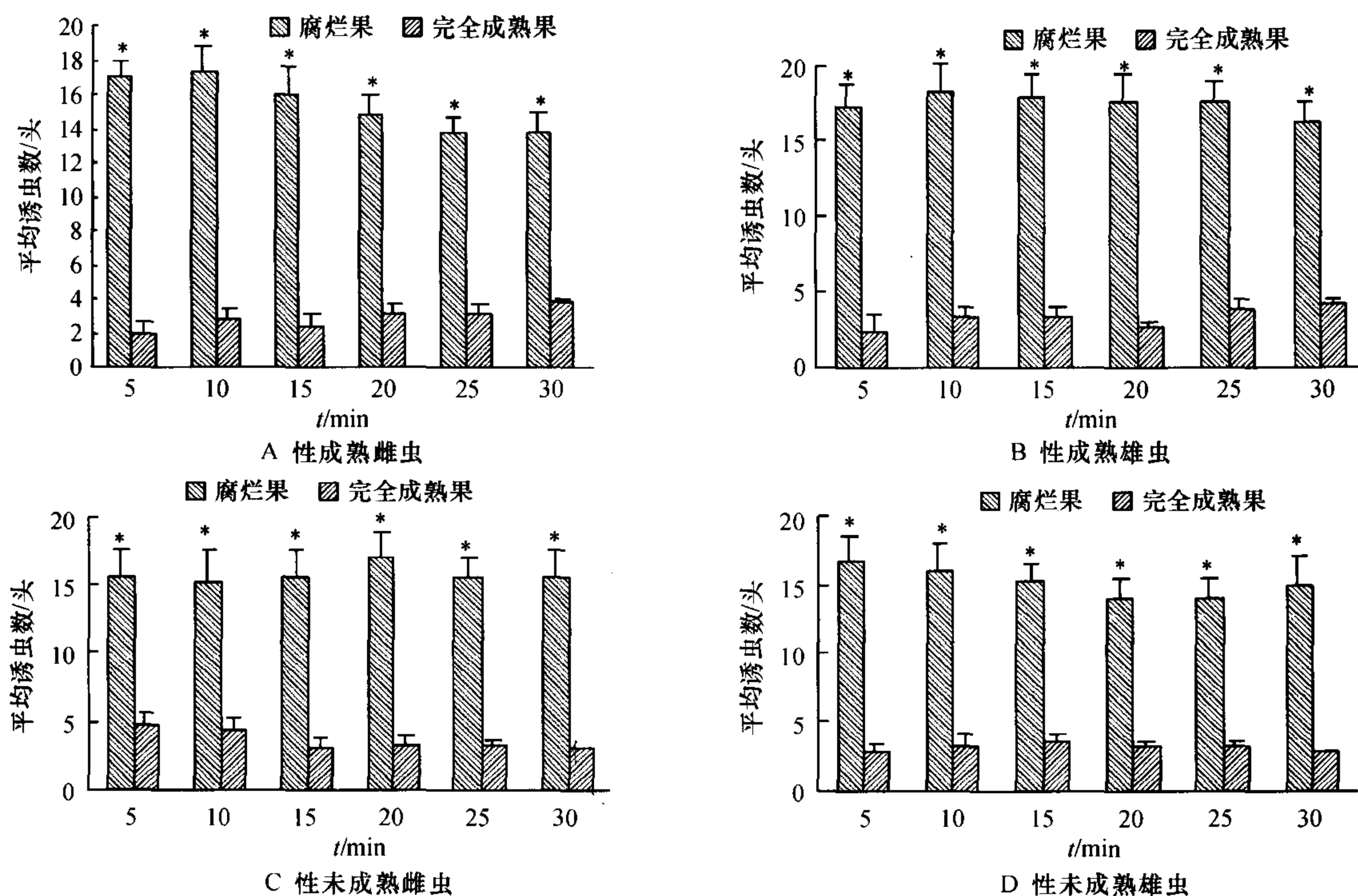
番石榴果实对桔小实蝇的引诱作用试验在小网室(50 cm × 50 cm × 50 cm)内进行,每笼30只虫,把完全成熟果和烂果各1个随机放于小网室中,分别于放置水果后5、10、15、20、25和30 min记录每个果实上的成虫数,每个处理重复3次。试验时室温25 °C,相对湿度60%,保持室内通风。

番石榴果实挥发物分析采用 FinniganTRACE 气相-质谱联用仪。将完全成熟果和腐烂果分别置于50 mL顶空样品瓶中,室温下用100 μm聚二甲基硅氧烷(PDMS)固相微萃取头分别进行微萃取,萃取时间40 min。色谱条件:采用DB-毛细管柱(30 m × 25 mm × 0.25 μm),柱温采用程序升温,初温50 °C保持1 min,然后以5 °C/min升至140 °C,再以10 °C/min升至250 °C,保持10 min;进样口温度240 °C,采用不分流,载气He,流量1.0 mL/min。萃取头在进样口于240 °C下脱附3 min。质谱条件:电子轰击离子源(EI),检测器电压350 V;离子源温度200 °C;接口温度250 °C;电子能量70 eV,扫描质量范围35~335 amu(质谱质量单位)。

2 结果与分析

2.1 番石榴完全成熟果和腐烂果对桔小实蝇的引诱作用比较

番石榴完全成熟果和腐烂果对桔小实蝇性成熟与性未成熟的雌、雄成虫均有引诱作用(图1),从5~



图中竖线表示标准误,*表示同一调查时间腐烂果与完全成熟果平均诱虫数在5%水平上差异显著($n=3$, t 检验)。

图1 番石榴完全成熟果和腐烂果对桔小实蝇的引诱作用

Fig. 1 Attraction of fully ripe and decayed guava fruit to the *Bactrocera dorsalis*

30 min 内统计结果来看,腐烂果的引诱作用要显著大于完全成熟果,腐烂果上的虫口数比完全成熟果一般多 4~6 倍.

2.2 番石榴完全成熟果和腐烂果的挥发性物质分析

番石榴完全成熟果和腐烂果的挥发性物质共鉴定出 30 个化学成分,并用质谱离子峰面积归一化法测得这些成分各自的相对含量,各组分的相对含量见表 1. 完全成熟果共检出了 17 个挥发性物质,其中酯类占 47.56%,醛类占 32.29%,烯类占 14.89%,醇类占 3.91%;腐烂果共检出 16 个化合物,其中酯类占 65.45%,酸类占 19.47%,醇类占 4.87%,烯类

占 3.68%. 2 种果实共同的挥发物有 3 种,分别是乙酸乙酯、 α -玳玳烯和 β -石竹烯,其中乙酸乙酯在腐烂果中的相对含量为 59.85%,而在完全成熟果中只有 3.22%, α -玳玳烯和 β -石竹烯在腐烂果中的相对含量分别为 0.55% 和 1.44%,而在完全成熟果中则分别为 0.96% 和 12.21%. 在腐烂果中相对含量较高的挥发物还有乙酸、乙醇、乙酸异戊酯、乙酸异丁酯、2-甲基丁醇、苯乙烯等;完全成熟果中相对含量较高的挥发物有己醛、正己醇、顺-3-己烯-1-醇酯、乙酸己酯、丁酸乙酯、壬醛等.

表 1 番石榴完全成熟果和腐烂果实中挥发性物质化学成分及其相对含量比较

Tab. 1 The comparison of compound and relative content of the volatiles between fully riped and decayed guava fruit

编号	$t_{\text{保留}}/\text{min}$	化合物	分子式	相对分子质量	相对含量/%	
					完全成熟果	腐烂果
01	1.99	乙酸乙酯	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	88	3.22	59.58
02	18.22	α -玳玳烯	$\text{C}_{15}\text{H}_{24}$	204	0.96	0.55
03	19.26	β -石竹烯	$\text{C}_{15}\text{H}_{24}$	204	12.21	1.44
04	3.30	己醛	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	100	27.71	
05	4.10	反-2-己烯醛	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$	98	1.03	
06	4.37	顺-3-己烯-1-醇(叶醇)	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	100	1.81	
07	4.66	正己醇	$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$	102	2.10	
08	7.58	2-正戊基呋喃	$\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$	154	0.35	
09	7.80	顺-3-己烯-1-醇酯(乙酸叶醇酯)	$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_2$	142	40.91	
10	8.01	乙酸己酯	$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$	144	2.49	
11	9.18	顺-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136	0.70	
12	4.30	丁酸乙酯	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	116	2.06	
13	7.68	3-甲基戊酸乙酯	$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$	144	0.88	
14	8.86	3,6,6-三甲基二环[3.1.1]庚-2-烯	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$	136	0.22	
15	9.03	反-2-辛烯醛	$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}$	126	0.30	
16	10.42	壬醛	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$	154	2.25	
17	20.21	顺,顺,顺-1,1,4,8-四甲基环十一碳三烯	$\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$	222	0.80	
18	1.53	乙醇	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	46		3.11
19	1.68	乙酸甲酯	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	78		1.22
20	1.94	乙酸	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	60		19.51
21	2.67	3-羟基-2-丁酮	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	92		1.97
22	2.79	丙酸乙酯	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	108		0.90
23	3.05	2,2,5-三甲基-1,3-二恶烷	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	120		0.45
24	3.12	异戊醇	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	106		0.46
25	3.70	乙酸异丁酯	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	120		1.08
26	5.28	异戊酸	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	108		0.23
27	5.49	3-甲基丁酸乙酯	$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$	134		0.57
28	6.10	乙酸异戊酯	$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$	134		2.10
29	6.19	2-甲基丁醇	$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$	134		1.30
30	6.38	苯乙烯	C_8H_8	104		1.69

3 讨论

番石榴是桔小实蝇重要寄主之一,不同发育阶段的番石榴果实对桔小实蝇均有引诱作用^[7]. 本试验结果表明,在室内条件下,番石榴腐烂果对桔小实蝇性成熟与性未成熟的雌、雄成虫的引诱作用显著高于完全成熟果,这表明番石榴果实挥发物中存在引诱成虫的化学信息. 对番石榴完全成熟果和腐烂果的挥发性物质分析表明,两者相同的成分只有3种,因此,挥发物成分的差异可能是番石榴完全成熟果和腐烂果对桔小实蝇引诱作用不同的主要原因.

植物挥发性物质对桔小实蝇的引诱作用已有很多研究,丘辉宗^[9]研究发现,苯甲酸乙酯是引诱作用的一个重要物质. Siderhurst 等^[10]的研究发现,热带水果榄仁 *Terminalia catappa* 果实的乙醇提取物对桔小实蝇雌成虫有较强吸引作用. 张淑颖等^[11]研究发现,芒果果肉挥发物对桔小实蝇两性成虫均能产生显著的引诱效果. 乙酸乙酯对桔小实蝇也具有引诱作用^[12-14]. 本试验番石榴完全成熟果和腐烂果的挥发性成分中,乙酸乙酯的含量差别很大,这可能是导致对桔小实蝇的引诱力不同的主要原因. 本试验分析出的挥发性物质对桔小实蝇的引诱作用还有待进一步研究.

昆虫与植物挥发性物质的关系一直以来是昆虫学和害虫防治学研究重点之一,植物的挥发性物质诱导昆虫产生寄主定向行为、逃避行为、产卵行为、产卵场所的选择行为、刺激雌雄交配、取食、聚集和传粉行为等^[15]. 桔小实蝇对番石榴的危害与番石榴的挥发性物质有密切关系. 陈景辉^[16]认为,从控制田间种群数量的效果看,以采食实蝇成虫为防治目标的措施,效果明显高于以幼虫和蛹为靶标的措施. 因此,可从番石榴果实中提取挥发性物质作为桔小实蝇的引诱剂,该试验正在进行中.

参考文献:

- [1] GUTIÉRREZ R M P, MITCHELL S, SOLIS R V. *Psidium guajava*: A review of its traditional uses[J]. *Phytochemistry and Pharmacology*, 2008, 117(1): 1-27.
- [2] 何衍彪,詹儒林,赵艳龙,等. 几种热带水果桔小实蝇的发生与防治[J]. *热带作物学报*, 2006, 27(3): 77-80.
- [3] VARGAS R I, STARK J D, NISHIDA T. Population dy-

namics, habitat preference, and seasonal distribution patterns of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae) in an agricultural area[J]. *Environmental Entomology*, 1990, 19(6): 1820-1828.

- [4] STARK J D, VARGAS R I, THALMAN R K. Diversity and abundance of oriental fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in guava orchards in kauai, Hawaii[J]. *Journal of Economic Entomology*, 1991, 84(5): 1460-1467.
- [5] CORNELIUS M, JIAN J D, RUSSELL H M. Volatile host fruit odors as attractants for the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae)[J]. *Journal of Economic Entomology*, 2000, 93(1): 93-100.
- [6] LIU T D, HWANG C J, LIN H S. Evaluation of guava fruit on the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel)[J]. *Bulletin of Taichung District Agriculture Improve Sation*, 1996(50): 61-71.
- [7] 陈思嫦. 果实挥发物和糖对桔小实蝇的引诱作用[D]. 广州: 华南农业大学资源环境学院, 2006.
- [8] JORDAN M J, MARGARIA C A, SHAW P E, et al. Volatile components and aroma active compounds in aqueous essence and fresh pink guava fruit puree (*Psidium guajava* L.) by GC-MS and multidimensional GC/GC-O[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51(5): 1421-1426.
- [9] 邱辉宗. 苯甲酸乙酯(ethyl benzonate): 东方果实蝇产卵诱引之贡献成分[J]. *中华昆虫*, 1990, 10(4): 375-388.
- [10] SIDERHURST M S, JANG E B. Female-biased attraction of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), to a blend of host fruit volatiles from *Terminalia catappa* L. [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2006, 32: 2513-2524.
- [11] 张淑颖, 肖春, 李正跃, 等. 芒果挥发物对桔小实蝇成虫的引诱作用[J]. *云南农业大学学报*, 2007, 22(5): 659-664.
- [12] 刘玉章, 黄任豪. 果实成分对东方果实蝇引诱效果之初探[J]. *植物保护学会会刊*, 2000, 42(3): 147-158.
- [13] 黄振声, 颜耀平, 张明谦, 等. 番石榴果实挥发性成分之萃取分析鉴定及其对东方果实蝇之诱引性[J]. *植物保护学会会刊*, 2002, 44(1): 279-302.
- [14] 付佑胜. 橘小实蝇植物源引诱剂和诱集产卵材料的研究[D]. 武汉: 华中农业大学植物科技学院, 2004.
- [15] 杜家纬. 植物-昆虫间的化学通讯及其行为控制[J]. *植物生理学报*, 2001, 27(3): 193-200.
- [16] 陈景辉. 桔小实蝇综合防治技术的初步研究[J]. *华东昆虫学报*, 2004, 13(1): 107-110.

【责任编辑 周志红】