甲基丁香酚与糖醋液对番石榴实蝇的引诱效果*

太红坤[1**] 李正跃[1] 蒋小龙[2] 管 云[1] 周力斌[2] 肖 春[1***]
(1. 云南农业大学植物保护学院 昆明 650201; 2. 云南出入境检验检疫局 昆明 650228)

Attraction of methyl eugenol and sweet bait for Bactrocera correcta adults

TAI Hong-Kun[1**], LI Zheng-Yue[1], JIANG Xiao-Long[2], GUAN Yun[1], ZHOU Li-Bin[2], XIAO Chun[1***] (1. College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Yunnan Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Kunming 650228, China)

Abstract The responses of mature and immature adults of Bactrocera correcta (Bezzi) to methyl eugenol (ME) solutions at different concentrations (1%, 3%, 5%, 7%, 9%, w/w), to the mixture of ME and a sweet bait VA (12.5% vinegar, 25% alcohol and 62.5% H_2O), and to the combination of the volatiles of ME solutions at different concentrations and a sweet bait SVA (2.5% sugar, 12.5% vinegar, 25% alcohol and 60% H_2O) odor were tested in Y-tube olfactometer in laboratory. The results showed that 3% ~ 9% ME solution demonstrated significant attraction to both mature and immature males. The starved 4 day females (immature), and feeding 4 ~ 6 day females (immature) were greatly attracted to 5% ME solution. The mixture of ME and VA showed significant attraction to mature males and immature females. More mature males were attracted to the combination of volatiles of 5% ME solution and SVA odor than to only 5% ME solution. Similarly, the mixture of 5% ME volatiles and SVA odor and 7% ME volatiles and SVA odor were both more attractive to immature females than ME solution volatiles alone.

Key words Bactrocera correcta, methyl eugenol, sweet bait, attraction

摘 要 利用 Y嗅觉仪测试不同生理状态(性成熟和性未成熟)番石榴实蝇 Bactrocera correcta (Bezzi)两性成虫对系列质量分数(1%, 3%, 5%, 7%, 9% w/w)甲基丁香酚(ME)溶液、系列质量分数 ME溶液与醋酒溶液(醋∶酒∶水=12.5%∶25%∶62.5% (w/w), VA)混合液、系列质量分数 ME挥发物与糖醋酒溶液(糖∶醋∶酒∶水=2.5%∶12.5%∶25%∶60% (w/w), SVA)气味混合物的反应。结果表明,质量分数在 3%以上的 ME溶液对性成熟和性未成熟雄虫均有显著引诱效果。饥饿状态下的 4日龄性未成熟雌虫以及取食状态下的 4~6日龄性未成熟雌虫均能对 5% ME溶液产生显著反应。ME+VA混合液对性成熟雄虫和性未成熟雌虫均有显著引诱效果。SVA气味与 5% ME溶液的挥发物混合后能显著加强 5% ME溶液对性成熟雄虫的引诱效果。5% ME与 SVA, 7% ME与 SVA的混合气味均比单一 ME溶液对性未成熟雌虫有更强的引诱效果。

关键词 番石榴实蝇, 甲基丁香酚, 糖醋液, 引诱

---

* 云南省科技厅重点攻关项目(2003NG08), 国家质检总局科技项目(2006K224)。

** E-mail: thk1818@163.com
*** 通讯作者, E-mail: xiaochun@yahoo.cn

收稿日期: 2009-01-09, 修回日期: 2009-02-13, 2009-04-28再修回

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

番石榴实蝇 Bactrocera correcta (Bezzi)是一种重要的检疫性害虫，可危害番石榴(Psidium guajava)、芒果(Mangifera indica)、杨桃(Averrhoa carambola)、石榴(Pomum granatum)等60多种寄主[1]。番石榴实蝇在云南可严重危害番石榴、芒果、杨桃和石榴等。其中番石榴果实被害率接近100%，芒果被害率30%以上，个别品种甚至达到100%，杨桃和石榴的果实被害率分别达85%和5%~30%[2]。

番石榴实蝇在云南通常1年发生5~8代，世代重叠严重，个别地区发生10代[3]。该虫在云南24°N以南地区可常年发生，在24~26°N的地区季则属季节性发生[4~6]。每年6~9月为成虫发生高峰期[7~10]。

糖醋液可用于诱杀粘虫、小地老虎、果蝇等多种害虫，是一种经济简便的害虫防治方法。甲基丁香酚(methyl eugenol, ME)对多种实蝇(包括番石榴实蝇)雄虫有显著的引诱效果，已广泛应用于实蝇发生的监测与田间防治。本文报道了甲基丁香酚与糖醋液对番石榴实蝇成虫的引诱效果。

1 材料与方法

1.1 供试材料

番石榴实蝇幼虫采自云南省元江县洋桃园，用人工饲料饲养[11]。室内饲养条件为温度23~26℃，相对湿度50%~70%，光周期L∶D=14 h∶10 h。每年采集1次野生种群与室内种群杂交，以恢复其种群活力。测试时，以羽化后只喂清水的个体为饥饿的供试昆虫，以正常喂养的个体为供试取食昆虫。

红糖、陈醋(乙酸≥0.05 g/mL)、白酒(乙醇>52%)购于市场。吐温80和乙醇(>95%)购于国内。ME(>98%)购自日本(东京化成工业株式会社)。用吐温80、乙醇和蒸馏水为助溶剂(助剂)。

试验前1~2 d用配制不同质量分数的糖醋酒(糖∶酒∶醋∶水=2.5%∶12.5%∶25%∶60%(w/w), SVA)溶液和醋酒(醋∶酒∶水=12.5%∶25%∶62.5%(w/w), VA)溶液。用助剂分别配制成质量分数为1%、3%、5%、7%、9%(w/w)的ME溶液。用助剂配制含不同质量分数ME(1%、3%、5%、7%、9%)的ME+VA混合液，所有混合液中VA质量分数均为37.5%(w/w)。所有配制样品均贮存在冰箱(<-10℃)中备用。

1.2 测定方法

利用Y型嗅觉仪(臂长10 cm，直管长20 cm，两臂间夹角30°)测定成虫对样品的反应[12]。将载有0.1 mL待测样品(ME, ME+VA混合液)溶液的滤纸(φ=1 cm)置于与一支臂相连的诱捕器中作为处理。对照分别为等量溶剂和ME。Y型管中的风速控制在5~10 cm/s。每次测试30头成虫，记录30 min时的反应虫数。利用上述方法，分别测定不同生理状态(性未成熟和性成熟)雌、雄成虫的反应。重复4次。

在分别测定SVA与ME气味的综合作用(即ME与SVA不直接混合)时，采用如图所示的方法(图1)。将载有0.1 mL ME溶液的滤纸(φ=1 cm)置于A处，将载有0.1 mL SVA的滤纸(φ=1 cm)和载有等量清水的滤纸分别置于T和C处作为处理和对照。每次测试30头成虫，记录30 min时成虫的反应虫数。利用上述方法，分别测定不同生理状态(性未成熟和性成熟)的雌、雄成虫的反应。重复4次。

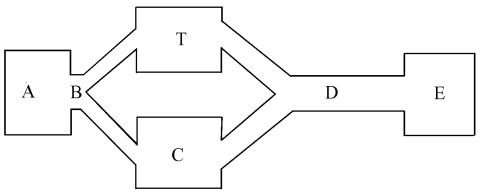

图1 气味混合物测试装置

A:气味源 B:通气管 T:诱捕器(处理) C:诱捕器(对照) E:供试昆虫

1.3 数据分析

采用χ^2检验(Chi-square test)分析处理与对照的差异显著性，采用Duncan新复极差法分析处理间的差异显著性(SAS 8.1)，显著性水平0.05。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

2 结果分析

2.1 甲基丁香酚对番石榴实蝇成虫的引诱效果

从试验结果可知, 性成熟雌虫对不同质量分数 ME溶液的反应与对照间均无显著差异(表 1)。当质量分数在 3%以上时 ME溶液对性成熟雄虫有显著的引诱效果, 但不同质量分数间引起的反应无显著差异 (F=2.2, P=0.118)(表 1)。

在质量分数为 1% ~9%范围内, 仅 3%与 5%的 ME溶液能够对性未成熟雌虫产生显著引诱效果。而在质量分数为 1% ~9%范围内, ME溶液均能对性未成熟雄虫产生显著引诱效果, 但各处理间无显著差异 (F=0.51, P=0.731)(表 1)。

表 1　甲基丁香酚对番石榴实蝇成虫的反应

虫态	处理	番石榴实蝇成虫对不同质量分数甲基丁香酚的反应虫数 (头)				
		1% ME	3% ME	5% ME	7% ME	9% ME
Ⅰ	T	1.25 ± 0.63	2.50 ± 0.29	0.25 ± 0.25	1.75 ± 0.48	0.75 ± 0.25
	C	0.50 ± 0.50	0.75 ± 0.75	0.25 ± 0.25	1.50 ± 0.65	1.25 ± 0.63
Ⅱ	T	19.75 ± 0.95	22.50 ± 1.26*	22.00 ± 1.23*	22.00 ± 1.08*	24.25 ± 0.86*
	C	8.50 ± 1.16	4.75 ± 0.85	3.75 ± 1.03	4.25 ± 0.75	2.25 ± 0.48
Ⅲ	T	17.50 ± 1.19	17.75 ± 1.11*	22.25 ± 0.85*	14.75 ± 2.02	13.00 ± 1.58
	C	4.75 ± 0.75	3.50 ± 0.65	4.00 ± 1.08	4.25 ± 1.11	5.25 ± 1.31
Ⅳ	T	20.75 ± 0.85*	20.50 ± 1.04*	22.25 ± 0.85*	21.25 ± 0.63*	20.50 ± 1.55*
	C	4.50 ± 0.65	4.00 ± 1.23	4.00 ± 0.71	4.50 ± 0.65	3.75 ± 1.25

注: 表中数据是平均值 ±标准误差。ME代表甲基丁香酚。T为处理, C为对照。* 表示处理与对照间的显著差异 (P< 0.05)。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ分别代表性成熟雌虫、性成熟雄虫、性未成熟雌虫、性未成熟雄虫。(下同)

2.2 5%甲基丁香酚对不同日龄番石榴实蝇雌虫的引诱效果

由试验结果可知, 不同日龄的番石榴实蝇雌虫 (饥饿)对 5% ME的反应不同。4日龄雌虫对 ME的反应与对照存在显著差异, 而 2日龄雌虫的反应在处理与对照间无显著差异 (图 2)。

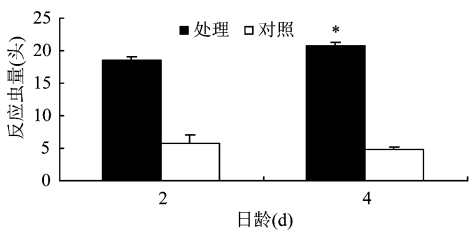

图 2　不同日龄番石榴实蝇雌虫 (饥饿) 对 5%甲基丁香酚的反应

取食后的不同日龄雌虫对 5% ME的反应不同。4、6日龄雌虫对 ME的反应与对照存在显著差异。6日龄后的雌虫对 5% ME不产生显著反应 (图 3)。

2.3 甲基丁香酚与醋酒混合液对番石榴实蝇成虫的引诱效果

性成熟雌虫对 ME+ VA混合液无显著反应。性成熟雄虫仅对 5% ME+ VA混合溶液产生显著反应。性未成熟雌虫仅对 5% ME+ VA混合液产生显著反应。性未成熟雄虫对所有处理均无显著反应 (表 2)。

2.4 甲基丁香酚与糖醋酒混合气味对番石榴实蝇成虫的引诱效果

性成熟雌虫对 ME+ SVA混合气味的反应在处理与对照间均无显著差异 (表 3), 这说明混合气味对性成熟雌虫无显著引诱效果。性成熟雄虫对 5% ME+ SVA组合混合气味的反应显著强于对照 (表 3)。

在不同质量分数 ME溶液挥发物与 SVA溶液气味组合中, 性未成熟雌虫对 5% ME+ SVA和 7% ME+ SVA2种组合产生的反应显著强于对照 (表 3)。性未成熟雄虫的反应在所有处理与对照间均不存在显著差异 (表 3)。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

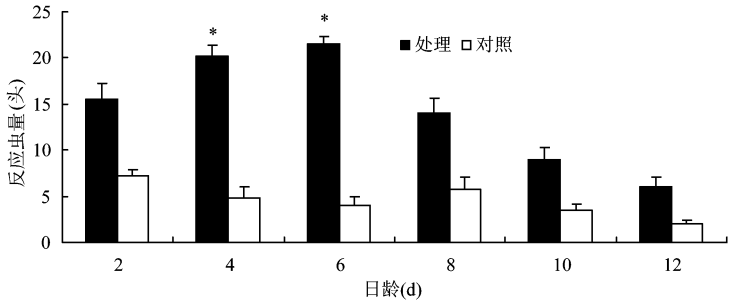

图 3 不同日龄番石榴实蝇雌虫(取食)对 5%甲基丁香酚的反应

表 2 不同质量分数甲基丁香酚和醋酒混合液对番石榴实蝇成虫的引诱效果

虫态	处理	不同质量分数甲基丁香酚与醋酒混合液对番石榴实蝇成虫的引诱虫量(头)				
		1% ME + VA	3% ME + VA	5% ME + VA	7% ME + VA	9% ME + VA
I	T	4.50±1.26	2.50±0.95	6.25±1.55	2.50±1.50	3.00±1.73
	C	2.00±1.41	1.50±0.50	1.50±0.96	2.50±1.90	1.50±1.50
II	T	10.25±0.95	16.50±0.96	20.25±0.75*	15.50±1.32	16.75±0.25
	C	15.00±1.22	7.00±0.41	4.00±0.91	8.75±1.03	7.50±1.32
III	T	12.25±1.11	18.50±1.19	19.50±0.65*	16.75±1.65	17.00±0.71
	C	11.25±0.75	6.75±1.11	3.50±1.04	9.50±0.87	7.25±0.631
IV	T	17.50±1.04	16.50±0.65	18.75±1.03	5.75±1.25	20.00±1.08
	C	9.25±0.85	9.00±0.71	8.25±0.85	19.50±1.04	7.50±0.87

表 3 甲基丁香酚和糖醋酒气味混合物对番石榴实蝇成虫的引诱效果

虫态	处理	不同质量分数甲基丁香酚与糖醋酒的气味混合物对番石榴实蝇成虫的引诱虫量(头)				
		1% ME + SVA	3% ME + SVA	5% ME + SVA	7% ME + SVA	9% ME + SVA
I	T	16.00±0.91	18.75±1.31	18.50±2.10	7.50±0.65	8.00±0.91
	C	3.75±0.18	7.00±1.51	5.00±0.71	2.50±0.65	2.50±0.65
II	T	16.00±1.29	18.25±0.75	20.25±1.11*	18.00±1.08	18.75±0.85
	C	7.50±0.65	5.00±1.30	4.50±0.65	6.50±1.04	7.50±0.65
III	T	14.25±1.11	17.25±0.85	20.25±1.75*	18.50±1.49*	16.50±0.64
	C	8.00±0.58	6.00±1.29	4.25±1.50	4.00±0.91	5.50±0.64
IV	T	16.75±6.50	19.75±1.80	15.00±0.71	18.25±0.75	17.25±0.85
	C	6.50±1.50	7.00±0.82	8.25±1.71	7.00±0.41	5.75±1.11

3 讨论

甲基丁香酚是一种对多种实蝇成虫均有强力引诱效果的引诱剂。早在 1913年就有报道证实 ME对番石榴实蝇雄虫有较强的引诱效果[13]。在田间应用中，ME仅对番石榴实蝇雄虫有强烈的引诱效果[14]。本研究表明，ME不论是对性成熟雄虫还是性未成熟雄虫都有显著的引诱效果。这与前人的报道相一致。但是，室内生测结果也同时表明，ME溶液对性未成熟雌虫也有引诱效果。例如，4日龄时番石榴实雌虫在饥饿状态下对 5% ME溶液表现出强

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

烈的选择性, 而取食后的 4、6日龄雌虫同样会受到 5% ME溶液的引诱。这一结果在其它实蝇中目前尚无报道。造成这一现象的原因可能是因为在田间进行成虫诱杀时多在害虫发生高峰期所致, 而此时田间雌虫可能均已发育至性成熟阶段或者已完成交配。这种推断是否属实, 作者将进行进一步研究。

在田间防治中, 通常利用 ME纯品或者高质量分数的 ME进行实蝇成虫诱杀。这种做法无疑大大提高了防治成本, 影响了 ME在生产中的应用。生测试验结果表明, 在质量分数为 3% ~9%范围内, ME溶液对番石榴性成熟与性未成熟雄虫均有显著引诱效果, 而且不同质量分数间的引诱效果无显著差异。这一结果为进一步降低 ME的田间使用成本奠定了基础, 对进一步推广利用 ME防治相关实蝇种类有重要意义。

实蝇类害虫不仅以幼虫蛀食寄主果实, 导致落果、果实腐烂, 而且雌虫在果实上产卵形成的伤口也容易导致果实腐烂、提早脱落。因此, 研发对雌虫有显著引诱效果的引诱剂一直是实蝇类害虫防治的目标之一。

Bishopp等在 1916年就开展了用肉汤和肉汤降解物诱捕番石榴实蝇雌虫的研究[13]。结果表明, 利用此类引诱剂可以降低田间实蝇害虫种群密度。后来进一步发展了用水解蛋白防治实蝇的研究。例如 Steiner比较了糖和蛋白水解物、酵母酶解物、黄豆水解产物对实蝇的引诱效果。结果发现这些物质对多种实蝇成虫均有引诱效果, 而且诱到的成虫以雌虫居多[14]。但是, 田间应用结果表明, 蛋白水解物虽然对实蝇雌、雄成虫都有引诱效果, 但是诱虫量却有限。这限制了该类引诱剂在生产实践中的推广应用。由于蛋白水解物在田间环境条件下易变质, 这也影响了其作用效果。室内生测结果表明, 糖醋液、糖醋液与 ME的混合物对番石榴实蝇雌、雄成虫均有显著的引诱效果。而且, 不论是将 ME与醋酒溶液直接混合, 还是将 ME挥发物与醋酒溶液气味混合后均能显著加强 ME对番石榴实蝇性成熟雄虫和性未成熟雌虫的引诱效果。这一结果为进一步开发新型的实蝇成虫引诱剂奠定了基础。

参　考　文　献

1 White I M, Eison-Harris M M. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. UK: Redwood press Ltd. 1992. 601.

2 周又生, 沈发荣, 赵焕萍. 芒果柑橘小实蝇生物学及其综合防治研究. 西南农业大学学报, 1996, **18**(3): 210 ~ 213.

3 Ye H, Liu J H. Population dynamics of Bactrocera dorsalis in Xishuangbanna of Southern Yunnan. Chinese J. Appl. Ecol., 2005, **16**(7): 1 330 ~ 1 334.

4 Li H X, Ye H. Infestation and distribution of the oriental fruit fly in Yunnan Province. J. Yunnan Univ., 2000, **22**(6): 473 ~ 475.

5 Ye H. Distribution of the oriental fruit fly in Yunnan Province. Entomol. Sin., 2001, **8**(2): 175 ~ 182.

6 蒋小龙. 云南边境检疫性实蝇风险分析研究. 西南农业大学学报, 2002, **24**(5): 402 ~ 405.

7 张祖兵, 杨仕生, 孙文, 等. 石榴园橘小实蝇种群动态研究. 安徽农业科学, 2005, **33**(11): 2 034 ~ 2 035, 2 071.

8 刘建宏, 叶辉. 云南元江热河谷橘小实蝇种群动态及其影响因子分析. 昆虫学报, 2005, **48**(5): 706 ~ 711.

9 陈鹏, 叶辉, 刘建宏. 云南瑞丽橘小实蝇成虫种群数量变动及其影响因子分析. 生态学报, 2006, **26**(9): 2 801 ~ 2 809.

10 和万中, 孙兵召, 李翠菊, 等. 云南河口县橘小实蝇生物学特性及防治. 昆虫知识, 2002, **39**(1): 50 ~ 52.

11 袁盛勇, 孔琼, 肖春, 等. 橘小实蝇成虫人工饲料的筛选. 华中农业大学学报, 2006, **25**(4): 371 ~ 374.

12 张淑颖, 肖春, 叶敏, 等. 香蕉果肉挥发物对橘小实蝇成虫的引诱作用. 华中农业大学学报, 2006, **25**(5): 512 ~ 514.

13 Shorey H H, John J. Chemical control of insect behavior (theory and application). Mckelney Y. New York: John Wiley & Sons Ins, 1997. 327 ~ 344.

14 Steiner L F. Methyl eugenol as an attractant for the oriental fruit fly. J. Econ. Entomol., 1952, **45**(2): 241 ~ 248.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n