

蝇蛹俑小蜂对寄主及果实的趋性反应

赵海燕¹, 梁延坡¹, 林珠凤¹, 陆永跃^{2*}, 梁广文²

¹海南省农业科学院植物保护研究所/海南省植物病虫害防控重点实验室, 海南 海口 571100;

²华南农业大学昆虫学系, 广东 广州 510642

摘要:【背景】蝇蛹俑小蜂是实蝇类害虫蛹期重要的寄生蜂之一。有关植物果实和寄主挥发物在蝇蛹俑小蜂寻找寄主过程中的作用尚不明确。【方法】采用“Y”型嗅觉仪测试了寄主和果实(健康果实和虫害诱导果实)对蝇蛹俑小蜂的引诱作用。【结果】虫伤1 d的番石榴和杨桃果实对蝇蛹俑小蜂雌蜂具有显著的引诱作用;寄主蛹——3日龄橘小实蝇蛹和4日龄瓜实蝇蛹对蝇蛹俑小蜂雌蜂也具有显著的引诱作用。蝇蛹俑小蜂雌蜂对雄蜂有显著的吸引作用。橘小实蝇性诱剂甲基丁香酚对蝇蛹俑小蜂的搜索行为则无显著影响。【结论与意义】寄主蛹和幼虫危害1 d的果实能释放对蝇蛹俑小蜂有引诱作用的物质,这可为利用蝇蛹俑小蜂防治实蝇类害虫提供基础信息。

关键词: 蝇蛹俑小蜂; 挥发物; 趋性反应; 引诱作用

Behavioural response of the parasitoid *Spalangia endius* (Walker) to host and fruit volatiles

Hai-yan ZHAO¹, Yan-po LIANG¹, Zhu-feng LIN¹, Yong-yue LU^{2*}, Guang-wen LIANG²

¹Institute of Plant Protection/Hainan Key Laboratory for Control of Plant Diseases and Insect Pests, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571100, China; ²Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China

Abstract:【Background】*Spalangia endius* (Walker) is found to be one of the most important natural enemies, a pupal parasitoid of fruit flies. It is not known what role volatiles of fruits and hosts plays in host searching of *S. endius*.【Method】The orientation response of *S. endius* to the different treatments were studied with a "Y"-tube olfactometer.【Result】Adult female *S. endius* were significantly attracted by the fruits of guava (*Psidium guajava* L.) and carambola (*Averrhoa carambola* L.) one day after being infested with fruit fly larvae. Adult female *S. endius* were also significantly attracted by *Bactrocera dorsalis* (Hendel) pupae for 3 d old and *B. cucurbitae* (Coquillett) pupae for 4 d old. Female *S. endius* attracted the male *S. endius* significantly. However, the number of wasps between methyl eugenol and CK (air in a natural state) in the summary were not different.【Conclusion and significance】The host pupae and larvae-damaged fruits for 1 d old can release the material attracting *S. endius*, which may provide useful information of wasp release technology to control adults of fruit fly.

Key words: *Spalangia endius*; odor volatile; taxis response; attractive efficacy

蝇蛹俑小蜂 *Spalangia endius* (Walker) 隶属于膜翅目 Hymenoptera 金小蜂科 Pteromalidae 俑小蜂属, 是一种蛹期单寄生蜂, 经常出现在粪便、腐烂的有机物质上 (Rueda & Axtell, 1985)。该蜂能寄生双翅目许多科的昆虫 (Hanson & Gauld, 1995)。1839 年蝇蛹俑小蜂首次作为家蝇 *Musca domestica* (L.) 蛹的寄生蜂被报道。除此之外, 蝇蛹俑小蜂对

一些重要的蝇类害虫有良好的控制作用, 如橘小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel)、番石榴果实蝇 *B. correcta* (Bezzi)、果蝇 *Zaprionus indianus* Gupta 和厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* (L.), 且用于控制家蝇和厩螫蝇的俑小蜂已被商品化 (章玉苹等, 2010; Kitthawee *et al.*, 2004; Marchiori & Silva, 2003; Morgan & Patterson, 1977; Wharton *et al.*, 1981)。

收稿日期 (Received): 2016-02-24 接受日期 (Accepted): 2016-04-29

基金项目: 国家自然科学基金 (31560531); 海南省自然科学基金 (20153065)

作者简介: 赵海燕, 女, 助理研究员。研究方向: 生物防治、昆虫生态学、害虫控制。E-mail: haitianyan7611@163.com

* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail: luyongyue@scau.edu.cn

目前,有关蝇蛹俑小蜂的研究主要集中在交配特性(King & Fischer, 2005)、交配后代性比(King & Fischer, 2010)、储藏(张桂筠, 1992; King, 2002; Ogawa *et al.*, 2012)、性信息素(Nichols *et al.*, 2010)、产卵行为(武英, 2004)、生长发育特性(张桂筠和张文忠, 1990; La Rossa *et al.*, 2002)、养殖与释放技术(薛瑞德等, 1989)等方面;而有关蝇蛹俑小蜂定位寄主的过程尚未见报道。为此,本文研究植物果实及寄主本身对蝇蛹俑小蜂选择行为的影响,为解决寄生蜂田间释放问题奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试蝇蛹俑小蜂为华南农业大学生态学实验室内饲养的种群。蝇蛹俑小蜂的饲养:将羽化后的俑小蜂置于养虫笼(25 cm×25 cm×30 cm)内,每笼放入 100~150 对雌雄蜂,然后将含有 200 头左右橘小实蝇蛹的培养皿(直径 9 cm,蛹均匀地平铺在培养皿底部)置于笼内,24 h 后将蛹移出。笼内提供清水和 15% 蜂蜜水作为蝇蛹俑小蜂成虫的食物。将移出的橘小实蝇蛹放入底部含有少量湿润细砂的一次性杯子(250 mL)中,蛹的上面覆盖 3~5 cm 的湿润细砂,用滤布(120 目)封口,置于养虫室内,待蝇蛹俑小蜂羽化后,将初羽化的寄生蜂成对放入指形管内。以羽化未交配的 2 日龄雌蜂和雄蜂为测试寄生蜂。

供试橘小实蝇采自广东省广州市杨桃园;供试瓜实蝇采自华南农业大学试验基地的苦瓜田。将带有实蝇幼虫的果实带回实验室,让其在砂内化蛹,获得实蝇蛹。将获得的实蝇饲养至成虫,待产卵盛期,用接卵器接卵 0.5 h,待幼虫化蛹时,1 h 后将未入土化蛹的幼虫清除,获得龄期相对一致的蛹。化蛹 3 d 后筛出的蛹即为 3 日龄蛹,化蛹 4 d 后筛出的蛹即为 4 日龄蛹。

供试植物果实为番石榴 *Psidium guajava* L.(品种“芭乐”)、杨桃 *Averrhoa carambola* L.(品种“台湾蜜丝”)和芒果 *Mangifera indica* L.(品种“小苔芒”)。

甲基丁香酚为橘小实蝇的性引诱剂,市场购买(广州瑞丰生物科技有限公司)。

寄主饲养、蝇蛹俑小蜂繁殖及趋性试验均在温度为(26±1)℃、湿度(RH)65%±5%、光周期 L/D=14 h/10 h 的室内进行。

1.2 试验设计

试验共设 13 个类型的处理:(1)健康完好的果实—空白对照;(2)机械损伤的果实—空白对照;(3)虫伤 1 d 果实—空白对照;(4)虫伤 4 d 果实—空白对照;(5)虫伤 8 d 果实—空白对照;(6)健康完好的果实—虫伤 1 d 果实;(7)健康完好的果实—虫伤 4 d 果实;(8)健康完好的果实—虫伤 8 d 果实;(9)3 日龄橘小实蝇蛹—空白对照;(10)4 日龄瓜实蝇蛹—空白对照;(11)甲基丁香酚—空白对照;(12)3 头羽化后未交配的 2 日龄蝇蛹俑小蜂雌蜂—空白对照;(13)3 头羽化后未交配的 2 日龄蝇蛹俑小蜂雄蜂—空白对照。空白对照指自然状态下的空气。机械损伤果实的获得:用镊子在完好无损、健康的果实表面扎孔;虫伤果实的获得:取完好无损、健康的果实,将每个果实接入约 10 粒橘小实蝇卵,分别于第 1、4 和 8 天用于试验。各处理的简写如表 1 所示。

1.3 趋性反应测定方法

采用“Y”型嗅觉仪测定蝇蛹俑小蜂雌蜂对所有不同处理果实及寄主的反应,以自制的玻璃瓶(250 mL 带磨砂口的容量瓶)作味源瓶,内盛不同处理的果实和寄主。嗅觉仪的两臂及直管臂均长 10.0 cm,内径 1.5 cm,两臂夹角 75°。为了避免周围光强不均匀影响寄生蜂的趋性行为,把嗅觉仪置于由金属丝制成的正方形盒子内,盒子四周用蜡纸(30 cm×30 cm×30 cm)遮盖,在盒子的正上方放一个 40 W 白炽灯以使两臂的光强一致。“Y”型嗅觉仪两臂分别通过硅胶管与味源瓶相连。在气流进入味源瓶之前,先经过活性炭和蒸馏水瓶过滤,以净化空气和增加空气湿度。气泵连接在“Y”型嗅觉仪主臂上,抽气速率 400 mL·min⁻¹,侧臂的气流量通过气体流量计控制在 200 mL·min⁻¹。生测时,通过小的指形管,将寄生蜂逐头引入嗅觉仪的直管内,然后观察、记载 3 min 内寄生蜂的行为反应。选择标准:当寄生蜂爬至出口处或超过某臂 1/2 处并持续 1 min 以上者,记该蜂对该臂的气味源做出选择;若蜂引入 5 min 后,仍不做出选择,则结束对该蜂的行为观察。每测定 5 头,调换嗅觉仪方位一次,以消除几何位置对寄生蜂行为可能产生的影响;每测定 10 头,用 95%乙醇清洗嗅觉仪并用吹风机吹干、冷却。每个处理共测 60 头蜂。当更换处理时,用超声波清洗装置,并用 95%乙醇清洗,用烘箱烘干。试验于每日 9:00—16:00 在(26±1)℃的室内进行。

表 1 各处理的简写

Table 1 Abbreviations of all treatments

果实 Fruit	处理 Treatment	简写 Abbreviation
番石榴 <i>Psidium guajava</i>	健康完好 Intact guava fruit	IGF
	机械损伤 Mechanically damaged guava fruit	MDGF
	虫伤 1 d Larva-damaged guava fruit, 1 d old	LDGF-1 d
	虫伤 4 d Larva-damaged guava fruit, 4 d old	LDGF-4 d
	虫伤 8 d Larva-damaged guava fruit, 8 d old	LDGF-8 d
芒果 <i>Mangifera indica</i>	健康完好 Intact mango fruit	IMF
	机械损伤 Mechanically damaged mango fruit	MDMF
	虫伤 1 d Larva-damaged mango fruit, 1 d old	LDMF-1 d
	虫伤 4 d Larva-damaged mango fruit, 4 d old	LDMF-4 d
	虫伤 8 d Larva-damaged mango fruit, 8 d old	LDMF-8 d
杨桃 <i>Averrhoa carambola</i>	健康完好 Intact carambola fruit	ICF
	机械损伤 Mechanically damaged carambola fruit	MDCF
	虫伤 1 d Larva-damaged carambola fruit, 1 d old	LDCF-1 d
	虫伤 4 d Larvae-damaged carambola fruit, 4 d old	LDCF-4 d
	虫伤 8 d Larvae-damaged carambola fruit, 8 d old	LDCF-8 d
蝇蛹俑小蜂 <i>Spalangia endius</i>	2 日龄雌蜂 Female parasitoid, 2 d old	VFP-2D
	2 日龄雄蜂 Male parasitoid, 2 d old	VMP-2D
橘小实蝇 <i>Bactrocera dorsalis</i>	3 日龄蛹 Oriental fruit fly pupae, 3 d old	OFP-3D
瓜实蝇 <i>Bactrocera cucurbitae</i>	4 日龄蛹 Melon fly pupae, 4 d old	MFP-4D
甲基丁香酚 Methyl eugenol		ME

1.4 数据分析

采用 χ^2 检验分析寄生蜂对不同气味的选择差异显著性。数据经 SPSS 17.0 软件处理。

选择率(%)= $\frac{\text{处理或对照诱集瓶中测试蜂数量}}{\text{总的测试蜂数量}} \times 100$

2 结果与分析

2.1 蝇蛹俑小蜂对不同处理果实的趋性反应

蝇蛹俑小蜂雌蜂对不同处理番石榴果实的趋性反应如图 1 所示。在虫伤 1 d 的番石榴和洁净空气(空白对照)之间,蝇蛹俑小蜂雌蜂趋向虫伤 1 d 的番石榴果实,对其选择率为 65%,对空白对照的选择率为 33%,两者差异显著;在其余各处理中,健康完好、机械损伤、虫伤 4 和 8 d 的番石榴果实对蝇蛹俑小蜂雌蜂的吸引力与空白对照相比差异均不显著。此外,蝇蛹俑小蜂雌蜂对健康完好和虫伤 1 d 后的番石榴果实、健康完好和虫伤 4 d 后的番石榴果实、健康完好和虫伤 8 d 后的番石榴果实等 3 种处理之间均没有明显的选择性。这表明虫伤 1 d 后的番石榴果实能释放对蝇蛹俑小蜂雌蜂有引诱作用的挥发物,其余处理对蝇蛹俑小蜂雌蜂无显著的引诱作用。

蝇蛹俑小蜂雌蜂对不同处理芒果果实的趋性反应如图 2 所示。蝇蛹俑小蜂雌蜂被引入嗅觉仪之后,一些在嗅觉仪基部来回走动,不进行选择。蝇蛹俑小蜂雌蜂对芒果果实的选择率较低,最高不超过 80%。健康完好,机械损伤,虫伤 1、4 和 8 d 的芒果果实对蝇蛹俑小蜂雌蜂的选择行为均没有显著影响。这表明供试的芒果果实各处理释放的挥发物对蝇蛹俑小蜂雌蜂均没有明显的引诱作用。

如图 3 所示,蝇蛹俑小蜂对杨桃果实的选择趋性与番石榴相似。俑小蜂雌蜂对虫伤 1 d 的杨桃果实的选择率(60%)显著高于空白对照(35%),而对其他处理没有明显的选择性。

2.2 蝇蛹俑小蜂对寄主及寄生蜂的趋性反应

如图 4 所示,蝇蛹俑小蜂雌蜂显著趋向 3 日龄橘小实蝇蛹、4 日龄瓜实蝇蛹。由此可知,3 日龄橘小实蝇蛹和 4 日龄瓜实蝇蛹能释放对蝇蛹俑小蜂雌蜂有引诱活性的挥发物。蝇蛹俑小蜂雌蜂对蝇蛹俑小蜂雄蜂和甲基丁香酚没有显著趋性。而 3 日龄橘小实蝇蛹、4 日龄瓜实蝇蛹和甲基丁香酚 3 种处理对蝇蛹俑小蜂雄蜂选择行为的影响均不显著;蝇蛹俑小蜂雄蜂对未交配的 2 日龄雌蜂有显著的趋性(图 5),这表明未交配的蝇蛹俑小蜂雌蜂能够释放对雄蜂有吸引作用的物质。

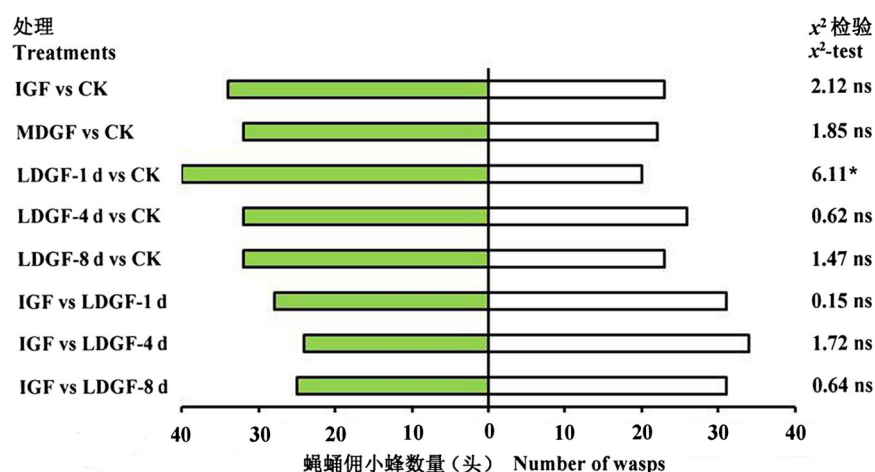


图 1 蝇蛹佣小蜂雌蜂对不同处理番石榴果实的趋性反应

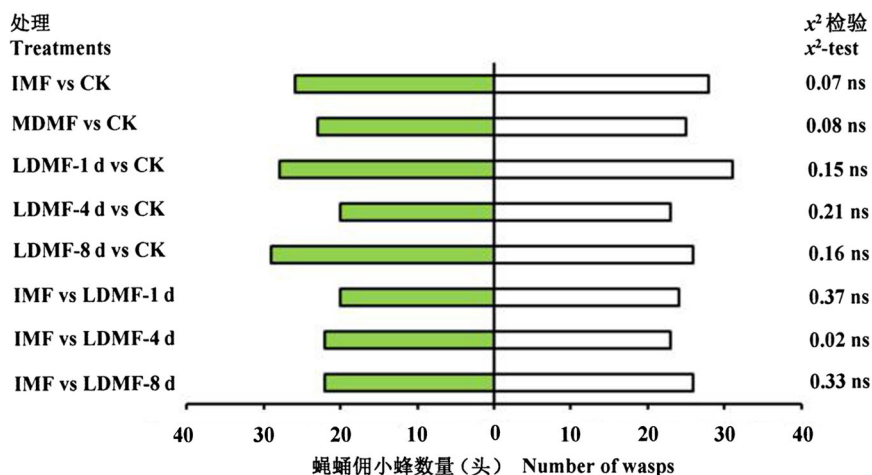
Fig.1 Taxis responses of female *S. endius* to guava fruits with different treatmentsns 表示差异不显著 ($p>0.05$); * 表示经 χ^2 检验分析差异显著 ($p<0.05$)。ns; not significant ($p>0.05$); * χ^2 -test ($p<0.05$).

图 2 蝇蛹佣小蜂雌蜂对不同处理芒果果实的趋性反应

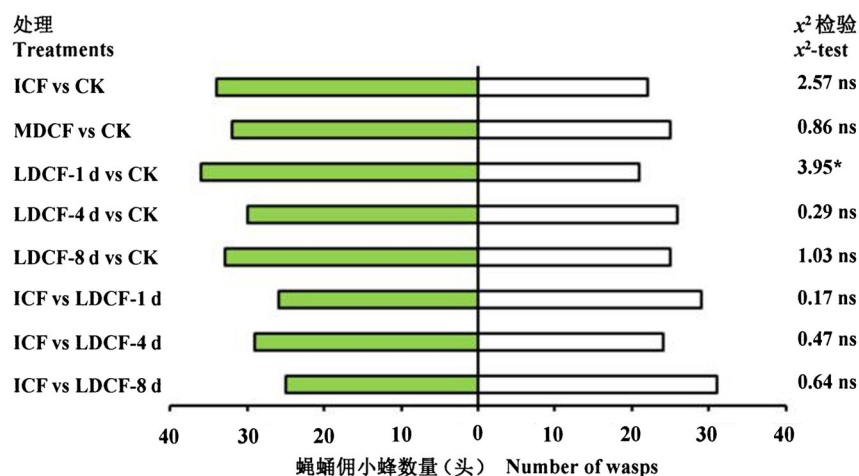
Fig.2 Taxis responses of female *S. endius* to mango fruits with different treatmentsns 表示差异不显著 ($p>0.05$)。ns; not significant ($p>0.05$).

图 3 蝇蛹佣小蜂雌蜂对不同处理杨桃果实的趋性反应

Fig.3 Taxis responses of female *S. endius* to carambola fruits with different treatmentsns 表示差异不显著 ($p>0.05$); * 表示经 χ^2 检验分析差异显著 ($p<0.05$)。ns; not significant ($p>0.05$); * χ^2 -test ($p<0.05$).

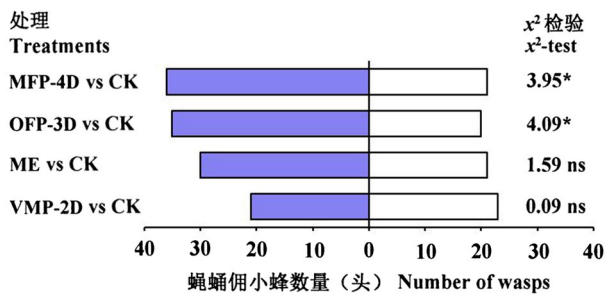


图4 蝇蛹俑小蜂雌蜂对寄主和寄生蜂的趋性反应

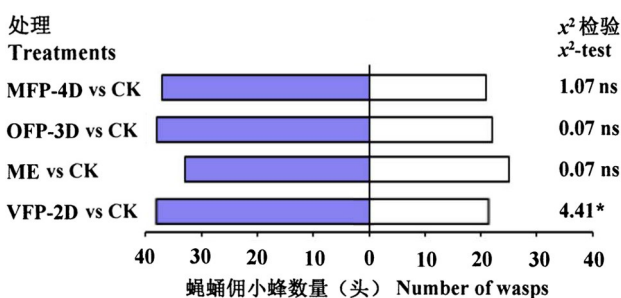
Fig.4 Taxis responses of female *S. endius* to hosts and parasitoidsns 表示差异不显著 ($p>0.05$); * 表示经 χ^2 检验分析差异显著 ($p<0.05$)。ns: not significant ($p>0.05$); * χ^2 -test ($p<0.05$).

图5 蝇蛹俑小蜂雄蜂对寄主和寄生蜂的趋性反应

Fig.5 Taxis responses of male *S. endius* to hosts and parasitoidsns 表示差异不显著 ($p>0.05$); * 表示经 χ^2 检验分析差异显著 ($p<0.05$)。ns: not significant ($p>0.05$); * χ^2 -test ($p<0.05$).

3 讨论

在植物—害虫—天敌3级系统中,通过长期的协同进化,彼此之间可通过一些特异性的信息化合物建立联系,从而相互影响,相互制约。寄生性和捕食性天敌在搜索、定位寄主过程中所利用的信息化合物可以来自寄主本身、寄主的食料、两者的互作以及与寄主有联系的生物。植物的挥发性次生化合物在寄主定向过程中起着重要的作用。关于植物释放的信息化合物作为互益素对害虫天敌起引诱作用的报道较多(陈华才等,2002;江丽辉等,2001;李欣和白素芬,2004)。目前,有关寄主定向的研究多数集中在寄主植物不同处理、寄主本身释放的挥发物对害虫、捕食性天敌和寄生性天敌的影响等方面,而关于寄主果实对寄生蜂选择行为的影响尚未见报道。

本研究选取橘小实蝇危害较严重的3种水果——番石榴、芒果和杨桃为试验对象,测定了不同处理条件下蝇蛹俑小蜂对这3种果实的趋性反应。本试验虫伤寄主果实分别为虫伤1、4、8 d 3种

处理,主要考虑到虫伤不同时间后果实释放的挥发物可能存在差异。虫伤1 d为实蝇刚刚产卵后1 d,幼虫处于刚孵化状态;虫伤4 d后的果实有一定程度的腐烂,且幼虫处于2~3日龄状态;虫伤8 d的果实腐烂程度较重且幼虫处于老熟状态。结果表明,虫伤1 d的番石榴果实和虫伤1 d的杨桃果实对蝇蛹俑小蜂雌蜂有显著的引诱作用。其他处理果实的挥发物对蝇蛹俑小蜂的趋性反应均没有明显影响。田间采集过程中,在橘小实蝇危害的番石榴和杨桃园采集到了蝇蛹俑小蜂,而在芒果园未发现,这与室内的生测结果相一致。据报道,腐烂果实上的一种真菌 *Monilinia fructicola* (Winter) 能产生乙醇和乙醛,对实蝇茧蜂具有明显的引诱作用(毛宇新,2007)。而本研究表明,腐烂(虫伤8 d的果实)的番石榴、芒果和杨桃果实对蝇蛹俑小蜂雌蜂均没有显著的引诱作用。

通过前期试验发现,2~5日龄寄主蛹对寄生蜂选择行为的影响没有明显差异,故选用3日龄橘小实蝇蛹和4日龄瓜实蝇蛹为试验对象。蝇蛹俑小蜂刚羽化就可以交配,为了更好地研究雌蜂挥发物对雄蜂的影响,选用2日龄雌蜂作为味源。试验结果表明,蝇蛹俑小蜂雌蜂对蝇蛹俑小蜂雄蜂有显著吸引作用;且3日龄橘小实蝇蛹和4日龄瓜实蝇蛹对蝇蛹俑小蜂雌蜂的选择行为均有显著影响。

本试验表明,寄主或寄主植物能释放一些对寄生蜂选择行为有影响的挥发物,这些挥发物在寄生蜂寻找寄主过程中具有一定的作用。

参考文献

- 陈华才, 姜永根, 程家安, 2002. 二化螟绒茧蜂对二化螟及其寄主植物挥发物的趋性反应. 昆虫学报, 45(5): 617-622.
- 江丽辉, 王栋, 刘树生, 2001. 寄主植物对小菜蛾产卵选择性及菜蛾绒茧蜂寄主选择行为的影响. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 27(3): 273-276.
- 李欣, 白素芬, 2004. 甘蓝植株挥发物对小菜蛾及半闭弯尾姬蜂寄主搜索行为的影响. 河南农业大学学报, 38(2): 203-206.
- 毛新宇, 2007. 管氏肿腿蜂研究: 寄主利它素的初步探讨. 硕士学位论文. 北京: 中国农业大学.
- 武英, 2004. 家蝇蛹寄生蜂的生物学和生态学研究. 硕士学位论文. 福州: 福建农林大学.
- 薛瑞德, 张文忠, 肖嵩祥, 1989. 东方实蝇蛹小蜂的生物学特性及防治蝇蛹的初步研究. 生物防治通报, 5(2): 52-55.

- 张桂筠, 1992. 东方实蝇蛹小蜂性比、寿命和生殖力及低温冷藏对其影响的实验研究. 生物防治通报, 8(1): 19–21.
- 张桂筠, 张文忠, 1990. 东方实蝇蛹小蜂早期发育及其形态研究. 医学动物防制, 6(4): 25–27.
- 章玉苹, 李敦松, 张宝鑫, 陈明洋, 钟娟, 宋月, 2010. 蝇蛹小蜂对桔小实蝇蛹的功能反应及温湿度对蜂成虫寿命的影响. 中国生物防治, 26(4): 385–390.
- Hanson P E and Gauld I D, 1995. *The Hymenoptera of Costa Rica*. Oxford: Oxford University Press.
- King B H, 2002. Breeding strategies in females of the parasitoid wasp *Spalangia endius*: effects of mating status and size. *Journal of Insect Behavior*, 15(2): 181–193.
- King B H and Fischer C R, 2005. Males mate guard in absentia through extended effects of postcopulatory courtship in the parasitoid wasp *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Insect Physiology*, 51(12): 1340–1345.
- King B H and Fischer C R, 2010. Male mating history: effects on female sexual responsiveness and reproductive success in the parasitoid wasp *Spalangia endius*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 64(4): 607–615.
- Kitthawee S, Sriplang K, Brockelman W Y and Baimai V, 2004. Laboratory evaluation of density relationships of the parasitoid, *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae), with two species of tephritid fruit fly pupal hosts in Thailand. *ScienceAsia*, 30(4): 391–397.
- La Rossa F R, Crespo D C and Lecuona R E, 2002. Population parameters of *Spalangia endius* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) on pupae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Neotropical Entomology*, 31(4): 597–600.
- Marchiori C H and Silva C G, 2003. First occurrence of parasitoid *Spalangia endius* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) in pupae of *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 361–362.
- Morgan P B and Patterson R S, 1977. Sustained releases of *Spalangia endius* to parasitize field populations of three species of filth breeding flies. *Journal of Economic Entomology*, 70(4): 450–452.
- Nichols W J Jr, Cossé A A, Bartelt R J and King B H, 2010. Methyl 6-methylsalicylate: a female-produced pheromone component of the parasitoid wasp *Spalangia endius*. *Journal of Chemical Ecology*, 36(10): 1140–1147.
- Ogawa K, Ito K, Fukuda T, Tebayashi S and Arakawa R, 2012. Host suitability of house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), pupae killed by high or low temperature treatment for a parasitoid, *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae). *The Scientific World Journal*, 4: 335–346.
- Rueda L M and Axtell R C, 1985. *Guide to Common Species of Pupal Parasites (Hymenoptera: Pteromalidae) of the House Fly and Other Muscoid Flies Associated with Poultry and Livestock Manure*. Raleigh, NC: North Carolina Agricultural Research Service, North Carolina State University.
- Wharton R A, Gilstrap F E, Rhode R H, Fischel-m M and Hart W G, 1981. Hymenopterous egg-pupal and larval-pupal parasitoids of *Ceratitidis capitata* and *Anastrepha* spp. (Dip: Tephritidae) in Costa Rica. *BioControl*, 26(3): 285–290.

(责任编辑: 杨郁霞)