

高 宇,王志英,赵红盈,等. 白蜡吉丁啮小蜂雌蜂对寄主挥发物的触角电位和行为反应[J]. 江苏农业科学,2015,43(1):141-143.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.048

# 白蜡吉丁啮小蜂雌蜂对寄主挥发物的触角电位和行为反应

高 宇<sup>1,2</sup>, 王志英<sup>2</sup>, 赵红盈<sup>3</sup>, 唐大伟<sup>4</sup>

(1. 吉林农业大学农学院, 吉林长春 130017; 2. 东北林业大学林学院, 黑龙江哈尔滨 150040;  
3. 黑龙江省森林保护研究所, 黑龙江哈尔滨 150040; 4. 吉林省长春市园林植物保护站, 吉林长春, 130061)

**摘要:**白蜡吉丁啮小蜂是我国东北地区白蜡窄吉丁幼虫期的优势性天敌,研究白蜡吉丁啮小蜂与白蜡窄吉丁、水曲柳之间的化学通信机制,为白蜡吉丁啮小蜂搜索和识别寄主的机理提供依据。采用昆虫触角电位和行为生测技术,测定雌蜂对寄主植物和寄主昆虫挥发物的触角电位和行为反应。结果表明,雌蜂对白蜡窄吉丁幼虫排泄物的触角电位反应最强,与对照相比有显著差异;水曲柳受害树皮、混合物 1 和混合物 3 对雌蜂具有显著的吸引作用,受害树皮和白蜡窄吉丁幼虫也有较强的吸引作用,而健康树皮和健康叶片等对雌蜂无显著的吸引作用;白蜡窄吉丁幼虫排泄物是寄主挥发物中主要的活性组分,在雌蜂寄主搜索、定位和识别过程中起着重要的作用。

**关键词:**白蜡吉丁啮小蜂;寄主挥发物;触角电位反应;行为反应;白蜡窄吉丁幼虫排泄物

**中图分类号:** S763.43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)01-0141-03

白蜡吉丁啮小蜂(*Tetrastichus planipennis* Yang)是我国东北地区白蜡窄吉丁(*Agrilus planipennis* Fairmaire)幼虫期的优势性天敌<sup>[1-2]</sup>。该蜂主要寄生白蜡窄吉丁的 3~4 龄幼虫,在

对白蜡窄吉丁的自然控制中发挥着重要作用,是一种具有广阔生物防治应用前景的寄生蜂<sup>[3]</sup>。目前,国内外广泛开展了白蜡吉丁啮小蜂的生物学、生态学及其大量繁殖和释放技术等研究,并被美国引进和应用,取得了良好的控制效果<sup>[4-10]</sup>。利用寄生蜂进行生物防治的效果在很大程度上依赖于其搜索、定位和识别寄主的能力<sup>[11]</sup>。探索白蜡吉丁啮小蜂主动搜索、定位和识别寄主植物和寄主昆虫的机理,对于提高生物防治的效率十分关键,同时对于深入了解白蜡吉丁啮小蜂的寄主定位机理,白蜡吉丁啮小蜂与白蜡窄吉丁、水曲柳(*Fraxinus mandshurica* Rupr.)之间的化学通信机制,开展白蜡吉丁啮小蜂行为调控和水曲柳资源的保护和利用等研究具有重要意义。白蜡吉丁啮小蜂触角上着生多种感觉器,雌蜂可能利

收稿日期:2014-03-13

基金项目:国家林业公益性行业科研专项(编号:201104069);黑龙江省森林工业总局科技计划项目(编号:sgjY2010016);黑龙江省财政厅科研基金项目。

作者简介:高 宇(1983—),男,吉林长春人,博士,讲师,主要从事昆虫化学生态学和害虫综合治理等研究和教学工作。Tel:(0451)82191512;E-mail:627492257@qq.com。

通信作者:王志英,博士,教授,博士生导师,主要从事森林有害生物防治等研究和教学工作。E-mail:zyw0451@sohu.com。

植物<sup>[11]</sup>。研究表明,菊芋能抵御多种植物疾病,极少虫害,含有抗虫抑菌活性物质,具有耐旱、耐寒、耐盐及抗病虫害等特点<sup>[12]</sup>。目前,国内外对菊芋用于治理沙漠和深加工方面的研究较多,有关菊芋叶片生物活性物质及其抑菌活性的研究较少。韩睿等已经开展菊芋叶片有效成分提取分离技术研究<sup>[13]</sup>。通过本试验,证明了菊芋提取液对辣椒疫霉菌具有很好的抑制作用,这对于充分利用菊芋资源、开发研制新型植物源杀菌剂、拓展菊芋的应用领域提供了一定的依据。在盆栽验证试验中,只设定了 1 个提取液浓度,不能更为客观地分析其防治效果,有必要在后续试验中设计更多的浓度梯度,进一步确定菊芋提取液对辣椒疫病的防治效果及最佳防治浓度。

## 参考文献:

- [1] 朱宗源,陆金萍,周新根,等. 上海郊区青椒疫病病原菌鉴定及其生物学特性[J]. 上海农业学报,1992,8(3):36-41.
- [2] 陈坚忠. 青海高海拔地区辣椒疫病的发生及防治措施[J]. 作物杂志,2008(4):83-84.
- [3] 程 沅,沈崇尧,段道怀. 青椒疫菌为北京地区青椒死秧的主要原因[J]. 植物病理学报,1988,18(1):9-14.

- [4] 王志田,史载诚,赵林忠,等. 哈密地区辣椒疫霉菌的鉴定及部分生物学测定[J]. 新疆农业科学,1990(2):69-71.
- [5] 王燕华,杨顺宝. 上海地区甜椒疫病菌的鉴定[J]. 上海农业科技,1982(1):20-21.
- [6] 常彩涛,巩振辉,王 鸣. 陕西辣椒疫病菌种的鉴定[J]. 西北农业学报,1993,2(1):87-90.
- [7] 杨学辉,袁 洁,谢海呈. 贵州省辣椒主栽品种抗疫病性鉴定[J]. 西南农业学报,2005,18(6):791-793.
- [8] 彭化贤,刘波微,李 薇. 四川辣椒疫霉菌生物学特性和辣椒抗霉疫病性鉴定方法初探[J]. 云南农业大学学报,2005,20(1):140-144.
- [9] 易图永,谢丙炎,张宝玺,等. 辣椒疫病防治研究进展[J]. 中国蔬菜,2002(5):52-55.
- [10] 吴光旭,何庭玉,刘爱媛,等. 植物中抗病原真菌的活性物质[J]. 植物学通报,2004,21(3):367-375.
- [11] 李云寿,邹华英,唐绍宗,等. 14 种菊科植物提取物对菜青虫的杀虫活性[J]. 华东昆虫学报,2000,9(2):99-101.
- [12] Stanley J K, Nottingham S F. Biology and chemistry of *Jerusalem artichoke*[M]. New York: CRC Press, 2008.
- [13] 韩 睿,王丽慧,钟启文,等. 菊芋叶片提取物抑菌活性研究[J]. 现代农业科技,2010(5):120-123.

用某些感觉器定位水曲柳和白蜡窄吉丁幼虫<sup>[12]</sup>。但有关白蜡吉丁啮小蜂对寄主挥发物的电生理和行为学研究尚未见报道。本研究采用昆虫触角电位和行为生测技术测试白蜡吉丁啮小蜂雌蜂对寄主植物和寄主昆虫挥发物的触角电位和行为反应,以期对白蜡吉丁啮小蜂、白蜡窄吉丁和水曲柳之间的化学通信机制提供佐证。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试植物和昆虫

在东北林业大学实验林场采集水曲柳枝干、白蜡窄吉丁 3~4 龄幼虫及其排泄物。在净月潭森林公园采集白蜡吉丁啮小蜂老熟幼虫,带回实验室饲养,待成蜂羽化后用 20% 蜂蜜水饲喂,选取 1~2 日龄雌蜂供试。

### 1.2 触角电位反应

采用荷兰 Syntech 公司的昆虫触角电位仪测试白蜡吉丁啮小蜂对寄主挥发物的电生理反应,参照孙凡等的测试方法<sup>[13]</sup>。设置 5 个味源处理:健康树叶、健康树皮、受害树皮、白蜡窄吉丁幼虫和白蜡窄吉丁幼虫排泄物,对照为干净空气,每处理测试 5 头雌蜂。

### 1.3 行为反应

采用自制 Y 形嗅觉仪测试雌蜂的行为反应,装置结构参照高宇的方法<sup>[14]</sup>。设置 21 种味源处理:(1)以干净空气为对照,设置健康树皮、受害树皮、健康叶片、白蜡窄吉丁幼虫、白蜡窄吉丁幼虫排泄物、混合物 1(受害树皮+白蜡窄吉丁幼虫排泄物)、混合物 2(受害树皮+白蜡窄吉丁幼虫)、混合物 3(受害树皮+白蜡窄吉丁幼虫+白蜡窄吉丁幼虫排泄物)共 8 种味源;(2)以健康树皮为对照,设置受害树皮、白蜡窄吉丁幼虫、白蜡窄吉丁幼虫排泄物、混合物 1 共 4 种味源;(3)以健康叶片为对照,设置受害树皮、白蜡窄吉丁幼虫、白蜡窄吉丁幼虫排泄物、混合物 1 共 4 种味源;(4)以受害树皮为对照,设置白蜡窄吉丁幼虫、白蜡窄吉丁幼虫排泄物、混合物 1、混合物 3 共 4 种味源;(5)以白蜡窄吉丁幼虫为对照,设置白蜡窄吉丁幼虫排泄物共 1 种味源。白蜡吉丁啮小蜂在白天活动力较强,于 08:00—15:00 进行试验,室内温度保持(25±2)℃、湿度(65±5)%。将雌蜂导入引虫管后,连接到 Y 形嗅觉仪下风端,两侧臂流速为 500 mL/min。当雌蜂越过侧臂选择线并停留超过 30 s,记为雌蜂对这种气味源有趋向反应,若 10 min 内未作出选择的则记为无反应。每头雌蜂只测试 1 次,观察时间为 30 min,每味源处理至少测试 30 头。

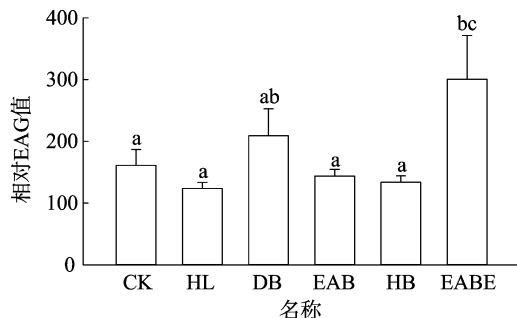
## 2 结果与分析

### 2.1 触角电位反应

与对照相比,雌蜂对白蜡窄吉丁幼虫排泄物的触角电位反应有显著差异( $F=3.389, P<0.05$ ),而对健康树叶、健康树皮、受害树皮、白蜡窄吉丁幼虫的触角电位反应无显著差异,雌蜂对白蜡窄吉丁幼虫排泄物的触角电位反应最强烈,受害树皮次之,二者之间无显著差异,均高于其他寄主挥发物(图 1)。

### 2.2 白蜡吉丁啮小蜂的行为反应

雌蜂进入嗅觉仪后,将头部略抬起,伸向前方,时左时右地逆气流方向前进,有时作短暂停留,并以两前足跗节擦拭触



CK: 对照; HL: 健康树叶; HB: 健康树皮; EAB: 白蜡窄吉丁幼虫; DB: 受害树皮; EABE: 白蜡窄吉丁幼虫排泄物

图1 白蜡吉丁啮小蜂对不同寄主挥发物的触角电位反应

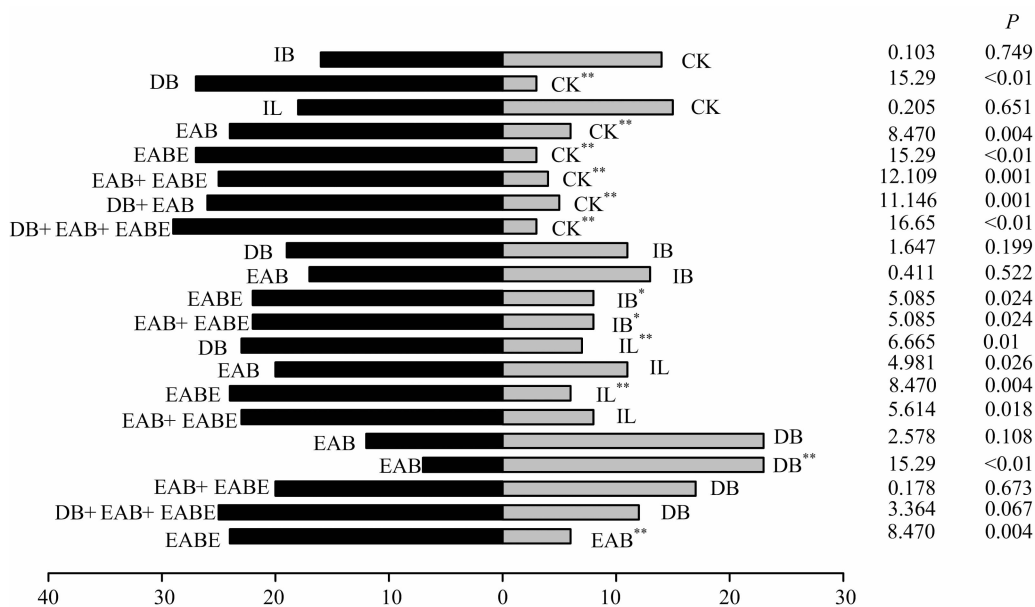
角,在抵达两侧臂交叉处时常稍作停顿,随后进入其中一侧。雌蜂对不同寄主挥发物的行为反应结果如下:(1)以干净空气为对照,雌蜂对寄主挥发物的正趋向性从高到低依次为:混合物 3 > 混合物 1、白蜡窄吉丁幼虫+白蜡窄吉丁幼虫排泄物、白蜡窄吉丁幼虫排泄物、受害树皮 > 白蜡窄吉丁幼虫 > 健康叶片、健康树皮 > 对照;(2)以健康树皮为对照,雌蜂对寄主挥发物的正趋向性从高到低依次为:白蜡窄吉丁幼虫+白蜡窄吉丁幼虫排泄物、白蜡窄吉丁幼虫排泄物 > 白蜡窄吉丁幼虫、受害树皮;(3)以健康叶片为对照,雌蜂对寄主挥发物的正趋向性从高到低依次为:白蜡窄吉丁幼虫排泄物、受害树皮 > 白蜡窄吉丁幼虫、白蜡窄吉丁幼虫+白蜡窄吉丁幼虫排泄物;(4)以受害树皮为对照,雌蜂对寄主挥发物的正趋向性从高到低依次为:混合物 3 > 白蜡窄吉丁幼虫+白蜡窄吉丁幼虫排泄物 > 白蜡窄吉丁幼虫、白蜡窄吉丁幼虫排泄物;(5)与白蜡窄吉丁幼虫味源相比,雌蜂显著趋向白蜡窄吉丁幼虫排泄物味源(图 2)。

这说明水曲柳受害树皮、白蜡窄吉丁幼虫和白蜡窄吉丁幼虫排泄物的混合物、受害树皮和白蜡窄吉丁幼虫排泄物的混合物对雌蜂的吸引作用最强,其中,白蜡窄吉丁幼虫排泄物的挥发物是寄主挥发物中主要的活性组分,受害树皮、白蜡窄吉丁幼虫对雌蜂也有较强的吸引作用。

## 3 结论与讨论

寄主挥发物包含寄主植物和寄主昆虫的挥发物。白蜡窄吉丁幼虫危害水曲柳树皮部,受害部位的树皮轻微隆起和开裂,这些挥发物为雌蜂提供比较可靠的信息,雌蜂可能利用这些挥发物来完成栖境选择和寄主定位等行为<sup>[14]</sup>。本研究通过测试雌蜂对不同寄主挥发物的触角电位和行为反应,发现白蜡窄吉丁幼虫排泄物、水曲柳受害树皮和 3 种混合物等多种寄主挥发物能引起雌蜂较强的触角电位反应并具有显著的引诱作用,白蜡窄吉丁幼虫排泄物是寄主挥发物中主要的活性组分,在雌蜂寄主搜索、定位和识别过程中起着重要的作用。

很多隐蔽性害虫的寄生蜂与白蜡吉丁啮小蜂的行为类似,粪便是最有可能存在吸引其寄生性天敌的寄主挥发物,例如,咖啡小蠹姬小蜂(*Phymastichus coffea* LaSalle)是咖啡果小蠹(*Hypothenemus hampei* Ferrari)成虫的寄生性天敌,该蜂对机械损伤并带有咖啡果小蠹的咖啡浆果有正趋性,但对不带有咖啡果小蠹的咖啡果无趋性,而且被寄主留在咖啡果上的



IB: 健康树皮; IL: 健康叶片; DB: 受害树皮; EAB: 白蜡吉丁啮小蜂幼虫; EABE: 白蜡吉丁啮小蜂排泄物; DB+EAB: 混合物1; DB+EAB: 混合物2; DB+EAB+EABE: 混合物3; CK: 干净空气

图2 白蜡吉丁啮小蜂雌蜂对不同寄主挥发物的趋向行为

虫粪所吸引,但对取食人工饲料的寄主产生的虫粪和来自非寄主平额啮小蠹 [*Hypothenemus crudiae* (Panzer)] 的虫粪则无反应<sup>[15]</sup>。由于试验在室内进行,可能受到诸多因素的限制,与林间自然条件有一定的差异,今后还需进一步鉴定和分析寄主植物和寄主昆虫挥发物的指纹图谱以及白蜡吉丁啮小蜂对这些挥发物的行为反应,以进一步明确白蜡吉丁啮小蜂的寄主定位机制。

#### 参考文献:

- [1] Yang Z Q, Strazanac J S, Yao Y X, et al. A new species of emerald ash borer parasitoid from China belonging to the genus *Tetrastichus* Haliday (Hymenoptera: Eulophidae) [J]. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 2006, 108 (3): 550 - 558.
- [2] Liu H P, Bauer L S, Gao R T, et al. Exploratory survey for the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae), and its natural enemies in China [J]. Great Lakes Entomologist, 2003, 36 (3/4): 191 - 204.
- [3] 高宇, 王志英, 熊忠平, 等. 白蜡吉丁啮小蜂生物学特性研究 [J]. 防护林科技, 2009 (3): 38 - 41.
- [4] Duan J J, Oppel C B, Ulyshen M D, et al. Biology and life history of *Tetrastichus planipennisi* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval endoparasitoid of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) [J]. Florida Entomologist, 2011, 94 (4): 933 - 940.
- [5] 高宇, 王志英, 熊忠平, 等. 白蜡吉丁啮小蜂蛹期发育起点温度和有效积温的研究 [J]. 林业科技, 2009, 34 (1): 30 - 32.
- [6] 刘振凯, 赵瑞兴, 栾庆书, 等. 白蜡吉丁啮小蜂生物学特性及其对寄主自然控制作用的影响 [J]. 中国森林病虫, 2011, 30 (3): 20 - 24.
- [7] Duan J J, Ulyshen M D, Bauer L S, et al. Measuring the impact of

- biotic factors on populations of immature emerald ash borers (Coleoptera: Buprestidae) [J]. Environmental Entomology, 2010, 39 (5): 1513 - 1522.
- [8] Duan J J, Bauer L S, Abell K J, et al. Population responses of hymenopterous parasitoids to the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) in recently invaded areas in north central United States [J]. Biological Control, 2012, 57 (2): 199 - 209.
- [9] Ulyshen M D, Mankin R W, Chen Y G, et al. Role of emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) larval vibrations in host - quality assessment by *Tetrastichus planipennisi* (Hymenoptera: Eulophidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2011, 104 (1): 81 - 86.
- [10] Ulyshen M D, Duan J J, Bauer L S. Interactions between *Spathius agrili* (Hymenoptera: Braconidae) and *Tetrastichus planipennisi* (Hymenoptera: Eulophidae), larval parasitoids of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) [J]. Biological Control, 2010, 52 (2): 188 - 193.
- [11] Santolamazza - Carbone S, Rodríguez - Illamola A, Rivera A C. Host finding and host discrimination ability in *Anaphes nitens* Girault, an egg parasitoid of the Eucalyptus snout - beetle *Goniapterus scutellatus* Gyllenhal [J]. Biological Control, 2004, 29 (1): 24 - 33.
- [12] 高宇, 王志英, 赵红盈, 等. 白蜡吉丁啮小蜂触角感觉器的扫描电镜观察 [J]. 中国农业科学, 2013, 46 (9): 1956 - 1964.
- [13] 孙凡, 何万存, 王广利, 等. 东北大黑鳃金龟对绿叶气味的触角电位及行为反应 [J]. 东北林业大学学报, 2006, 34 (5): 7 - 9.
- [14] 高宇. 白蜡吉丁啮小蜂生物学特性及寄主定位研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2009.
- [15] Rojas J C, Castillo A, Virgen A. Chemical cues used in host location by *Phymastichus coffea*, a parasitoid of coffee berry borer adults, *Hypothenemus hampei* [J]. Biological Control, 2006, 37 (2): 141 - 147.