

植物精油对荔枝蒂蛀虫触角电位的生理活性*

李 建¹ 罗 诗² 曾鑫年^{1* * *} 潘达强¹

1. 华南农业大学资源与环境学院/农药与化学生物学教育部重点实验室, 广州 510642;

2. 广东省东莞市农业科学研究中心, 东莞 523086

摘要 利用触角电位仪测定了 22 种植物精油、19 种精油单成分及其 9 种混合精油对荔枝蒂蛀虫的触角电生理活性。对肉桂油和香茅醛触角电位的剂量反应测定结果表明, 在 0.000 1~5 μL 剂量范围内, 荔枝蒂蛀虫的触角电位反应相对电位值与剂量的增加呈直线相关, 而在高于 5 μL 的剂量下相对电位值增加不明显。在 5 μL 的剂量下, 肉桂油和香茅醛对成虫的触角电位反应最大, 相对电位值分别为 101.43 和 100.00。在精油单成分中, 香茅醛对成虫的触角电位反应最大, 相对电位值为 75.65。肉桂油与香茅醛以 1/1(V/V) 比例混合后, 混合物对成虫的相对电位值最大, 达 114.38。雌虫对大部分精油及其精油单成分的触角电位反应比雄虫大。

关键词 精油; 荔枝蒂蛀虫; 触角电位

中图分类号 Q 965; S 482.3⁺9 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2010)06-0692-04

荔枝蒂蛀虫(*Conopomorpha sinensis* Bradley) 亦称荔枝细蛾、爻纹细蛾, 属于鳞翅目细蛾科, 是荔枝和龙眼的常发性重要害虫^[1]。从 20 世纪 80 年代以来, 荔枝蒂蛀虫对荔枝和龙眼的危害越来越严重^[2], 目前对该虫的控制主要依靠化学防治。由于荔枝蒂蛀虫属钻蛀性害虫, 所以使用化学药剂防治的难度很大。

植物源驱避剂具有无残留、对环境安全、不易产生抗药性等优点^[3]。植物次生物质在植物的协同进化中起着主导作用, 可抵御植食性昆虫的危害^[4]。近年来, 有关植物次生物与植食性昆虫相互关系的研究较多, 并报道了植物提取物对一些害虫的驱避作用^[5-7]。

触角电位(electroantennogram, EAG) 技术是快速检测昆虫触角对气味反应活性和敏感性的重要测定方法, 是测定昆虫对植物次生挥发物嗅觉反应的常用实验技术^[8]。通过反应值的大小, 可以判断刺激物对昆虫的活性大小, 或者昆虫对刺激物产生反应的强弱。笔者选取具有较高驱避活性的多种植物精油及其精油单成分, 利用触角电位仪测定受这些物质刺激后荔枝蒂蛀虫的电生理活性, 旨在从电生理水平上了解其对荔枝蒂蛀虫的驱避作用机制, 筛选出驱避效果较好的驱避药剂。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

从广东省东莞市农业科学试验中心荔枝园收集已受虫害的落地荔枝果实, 带回实验室平铺于地面, 覆盖荔枝枝叶, 每天定时收集荔枝蒂蛀虫(*Conopomorpha sinensis* Bradley) 当天化的蛹, 待其羽化后用 10% 的蜜糖水饲养, 再取 4~5 日龄的成虫供试。

1.2 精油和精油单成分

精油来源植物: 冷杉 *Akjes fabri* Craib、薰衣草 *Lavandula pedunculata*、红桔 *Citrus reticulata*、肉豆蔻 *Myristica fragrans* Houtt、广藿香 *Pogostemon cablin* Benth、丁香 *Flos caryophyllata*、香叶 *Pelargonium geraniaceae*、艾蒿 *Artemisia argyi*、柏木 *Cupressus funebris*、肉桂 *Cinnamomum cassia* Presl、大蒜 *Allium sativum*、茴香 *Foeniculum vulgare*、香紫苏 *Salvia sclarea*、迷迭香 *Rosmarinus officinalis*、香茅 *Cymbopogon citrates*、洋紫荆 *Bauhinia blakeana*、橘子 *Citrus reticulata*、四季橘 *Citrus microcarpa* Bonge、甜橙 *Citrus sinensis* Osbeck、圆柚 *Citrus grandis* Osbeck、榴莲 *Durio zibethinus* Mur、印楝 *Azadirachta indica*。

精油单成分(通过 GC-MS 分析, 测得四季橘精

收稿日期: 2010-04-23; 修回日期: 2010-07-06

* 国家公益性行业(农业)科研专项(3-43)和广东省农业产业技术体系建设专项(岭南水果)资助

* * 通讯作者. E-mail: zengxn@scau.edu.cn

李 建, 男, 1982 年生, 硕士研究生. 研究方向: 农业昆虫与害虫防治. E-mail: jian83582@163.com

油、香茅油、肉桂油、香紫苏油中所含的主要成分): α -蒎烯、蒎烯、芳樟醇、龙脑、 α -松油醇、月桂烯、香茅醇、 β -石竹烯、樟脑、 β -蒎烯、乙酸芳樟酯、天然柠檬醛、橙花醇、松油烯、乙酸香叶酯、桉叶素、双戊烯、乙酸香茅酯、香茅醛。

供试药品: 香茅油、肉豆蔻精油、冷杉油、茴香油、柏木油、广霍香油、艾蒿油、大蒜油、肉桂油、红桔油、丁香油、薰衣草油、香叶油、香紫苏油为广东日化化工有限公司产品; 洋紫荆精油、橘子精油、甜橙油、四季橘精油、圆柚油、迷迭香精油、天然柠檬醛、 β -蒎烯、 α -蒎烯、 α -松油醇、月桂烯、香茅醇、 β -石竹烯、乙酸香叶酯、芳樟醇、乙酸芳樟酯、 α -松油烯、龙脑、樟脑、蒎烯、肉桂醛为厦门琥珀香料有限公司产品; 香茅醛、桉叶素、乙酸香茅酯、双戊烯为广州大漠化工有限公司产品; 0.3%印楝素为海南利蒙特生物农药有限公司产品; 榴莲精油为上海绿洲源香料有限公司产品。

1.3 触角电位仪

供试微动操作仪(Syntech)、微电极交直流放大器(Syntech UN-06)、刺激放大器(Syntech CS-05)和计算机均为荷兰 Syntech 公司产品。

1.4 测定方法

试验于2009年在华南农业大学资源环境学院实验室进行,室内温度20~26℃,湿度50%~80%。具体操作步骤:取荔枝蒂蛀虫4~5日龄成虫,将虫右侧触角自基部切下,并切去触角端部,将切好的触角基部用导电硅胶粘在EAG probe套有红色皮圈的一侧,触角端部粘在另外一侧。

将滤纸剪成5.0 cm×0.5 cm的滤纸条作为植物精油的载体,置于巴斯德管中作气味源。对装有样品的巴斯德管进行编号,将巴斯德管连接到气体刺激控制装置,出口对准测试触角,距离1 cm。待示波器上显示的电位曲线趋近于直线时进行测试,按随机次序接入供试气味源进行刺激,每次刺激时间为0.5 s,间隔30 s,刺激气流为40 mL/min,连续气流为50 mL/min。每个样品重复刺激2次,其平均值为样品的触角电位绝对值,每个样品测试10根触角(5雌5雄)。

在整个测定过程中,由于荔枝蒂蛀虫触角活性降低速度快,为了减小触角活性不断降低的误差,每测1个样品后进行1次标样的测定(以5 μ L香茅油为标样)。

1)触角电位的剂量效应。共设9个不同剂量进

行测定。将肉桂油和香茅醛分别稀释10 000、1 000、100、10倍,各取1 μ L备用;另外分别取肉桂油和香茅醛1、5、10、15、20 μ L,均不稀释。

2)雌雄虫触角电位的差异。分别取5 μ L精油及其精油单成分刺激荔枝蒂蛀虫雌雄虫触角,测定触角电位值。

3)混合精油对触角电位的反应。将肉桂油+香茅油、肉桂油+香叶油、肉桂油+香茅醛、香茅油+香叶油、香茅油+香茅醛、香叶油+香茅醛、香叶油+松油醇、香茅油+松油醇、香茅醛+松油醇等9种混合精油分别按照1/1(V/V)混配,各取5 μ L刺激荔枝蒂蛀虫触角,测定触角电位值。

1.5 数据处理

荔枝蒂蛀虫触角电位相对值的计算是以前后2次标样的EAG绝对值作为100,利用DPS数据处理系统中Duncan's多重分析法,分析比较精油及其精油单成或混合精油各样品之间对荔枝蒂蛀虫触角的电位反应差异。

$$\text{EAG 相对值} = \frac{\text{样品的 EAG 绝对值}}{\text{前后 2 次标样的平均 EAG 绝对值}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 触角电位反应的剂量效应

试验结果表明,荔枝蒂蛀虫的触角电位反应随着肉桂油和香茅醛剂量的增大而逐渐变大。在5 μ L时,荔枝蒂蛀虫对肉桂油和香茅醛的电生理反应较强,剂量再增加时,荔枝蒂蛀虫的触角电位相对值增加很小,且触角电位相对值也逐渐趋于平稳。测定结果显示,在5 μ L时,香茅醛和肉桂油对荔枝蒂蛀虫触角的刺激达到阈值。这表明用5 μ L肉桂油和香茅醛刺激荔枝蒂蛀虫触角后,其触角电位有较大反应。

2.2 雌雄虫触角电位反应的差异

试验结果表明:在22种植物精油中,荔枝蒂蛀虫对肉桂油和香茅油的触角电位反应最大,EAG相对值分别达到101.43和100.00(表1);在19种植物精油单成分中,荔枝蒂蛀虫对香茅醛的触角电位反应最大,雌虫79.02,雄虫72.23(表2)。

另外,荔枝蒂蛀虫雌虫对大部分精油及其精油单成分的触角电位反应明显比雄虫大,如雌虫对四季橘精油的EAG相对值为90.06,雄虫仅为48.21,但有小部分例外,如雄虫对香茅醇的EAG相对值为52.32,雌虫仅为38.98。

表 1 荔枝蒂蛀虫对植物精油的触角电位反应

Table 1 EAG responses of *C. sinensis* adult to plant essential oils

植物精油 Plant essential oils	雌虫触角电位 Female EAG	雄虫触角电位 Male EAG
香茅油 Citronella oil	100.00 a	100.00 a
肉豆蔻精油 Myristica oil	70.42±7.24 efg	56.20±6.26 de
冷杉油 Abies oil	53.76±8.17 hij	42.91±7.03 fgh
洋紫荆精油 Orchid oil	73.81±7.71 def	53.06±9.67 def
橘子精油 Orange oil	85.88±15.83 bc	71.61±9.23 c
茴香油 Anise oil	44.03±3.71 jk	39.31±6.06 hi
柏木油 Cypress oil	25.01±3.30 l	11.49±3.12 j
广藿香油 Patchouli herb oil	25.37±6.58 l	14.96±3.18 j
艾蒿油 Mugwort oil	64.53±5.50 fgh	42.93±3.91 fgh
甜橙油 Sweet orange oil	59.54±8.26 ghi	53.43±11.88 def
大蒜油 Garlic oil	68.61±10.28 efg	50.34±4.22 defg
榴莲精油 Durian oil	55.24±5.82 hi	39.44±4.24 hi
四季橘精油 Calamondin oil	90.06±5.37 b	48.21±8.05 efgh
肉桂油 Cinnamon oil	106.93±6.83 a	96.60±4.68 ab
红桔油 Tangerine oil	73.95±9.09 def	46.84±6.98 efgh
丁香油 Syringe oil	49.39±6.71 ij	31.89±5.70 i
薰衣草油 Lavender oil	59.49±5.07 ghi	71.77±6.18 c
香叶油 Geranium oil	82.80±7.13 bcd	87.56±3.97 b
圆柚油 Grapefruit oil	78.17±7.06 cde	77.15±7.37 c
迷迭香精油 Resemery oil	23.44±4.58 l	40.45±7.11 ghi
香紫苏油 Crary sage oil	61.44±5.15 gh	60.36±3.64 d
印楝素 Azadirachtin	37.76±1.15 k	44.89±7.80 fgh

1) 同列数据后字母相同者,表示差异不显著($P>0.05$,下表同)。

The data within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level (the same as following tables).

表 2 荔枝蒂蛀虫对精油单成分的触角电位反应

Table 2 EAG responses of *C. sinensis* adult to compositions of essential oil

精油单成分 Compositions of essential oil	雌虫触角电位 Female EAG	雄虫触角电位 Male EAG
柠檬醛 Citral	69.94±11.53 b	65.21±9.23 b
橙花醇 Nerol	49.08±5.25 cd	40.54±3.02 d
β -蒎烯 β -pinene	35.71±2.83 e	7.60±2.01 h
α -蒎烯 α -pinene	20.91±6.41 f	15.05±3.30 fgh
香茅醛 Citronellal	79.02±15.61 a	72.23±14.02 a
α -松油醇 α -terpineol	44.38±9.52 de	54.49±11.26 c
桉叶素 Cineole	35.27±4.28 e	12.76±4.13 gh
月桂烯 Myrcene	43.83±5.08 de	29.06±5.72 e
香茅醇 Citronellol	38.98±4.40 de	52.32±3.73 c
β -石竹烯 β -caryophyllene	40.80±3.78 de	29.70±6.60 e
乙酸香茅酯 Citronellyl acetate	56.77±3.62 c	47.73±5.97 cd
乙酸香叶酯 Geranyl acetate	43.25±5.31 de	30.81±9.05 e
双戊烯 Cinene	35.43±2.16 e	42.04±8.42 d
芳樟醇 Linalool	23.19±5.55 f	22.42±3.39 efg
乙酸芳樟酯 Linalyl acetate	16.16±3.10 f	10.51±2.05 h
松油烯 Terpinene	33.92±4.96 e	24.60±9.57 ef
龙脑 Borneol	19.87±4.59 f	12.84±3.65 gh
樟脑 Camphor	20.81±3.07 f	16.55±2.98 fgh
茨烯 Camphene	21.47±4.26 f	16.00±3.03 fgh

2.3 雌虫对混合精油的触角电位反应

测定结果表明,在 9 种混合精油中,对荔枝蒂蛀虫触角电位反应效果最佳为肉桂油+香茅醛,EAG 相对值为 114.38(表 3)。

表 3 荔枝蒂蛀虫对混合精油的触角电位反应

Table 3 EAG responses of *C. sinensis* adult to mixtures

混合精油 Mixtures	雌虫触角电位 Female EAG
肉桂油+香茅油 Cinnamon oil+citronella oil	109.53±5.20 ab
肉桂油+香叶油 Cinnamon oil+geranium oil	105.18±3.96 abcd
肉桂油+香茅醛 Cinnamon oil+citronellal	114.38±3.99 a
香茅油+香叶油 Citronella oil+geranium oil	95.58±2.14 d
香茅油+香茅醛 Citronella oil+citronellal	102.90±6.21 bcd
香叶油+香茅醛 Geranium oil+citronellal	108.94±7.50 abc
香叶油+ α -松油醇 Geranium oil+ α -terpineol	99.45±3.39 cd
香茅油+ α -松油醇 Citronella oil+ α -terpineol	99.10±5.99 cd
香茅醛+ α -松油醇 Citronellal+ α -terpineol	75.04±12.07 e

3 讨论

昆虫在一定距离内通过嗅觉感受器(主要是触角)感觉有驱避作用的挥发性次生化合物,并产生趋性反应。昆虫触角上有丰富多样的化学感器,特别是毛形感器和锥形感器,主要感受环境中的化学气味^[9]。当受到活性气味化合物刺激时,大量的感受细胞会产生相应的电生理反应,从而在触角基部和端部发生电位变化。根据电位变化的相对大小,可以推测相应气味感受器的多寡以及感受器对气味的敏感程度。这个电位的变化幅度与化合物的种类和浓度相关。因此,记录的触角电位(EAG)值可作为评价昆虫嗅觉反应能力的标准方法。本研究表明,精油及其精油单成分与荔枝蒂蛀虫 EAG 值有剂量效应,当在一定剂量范围内,EAG 值随着剂量的增大而变大,当达到某个剂量后,EAG 值变化很小。

肉桂油和香茅油对荔枝蒂蛀虫有较好的产卵驱避作用^[10],本试验为这一结果提供了电生理方面的理论依据。此前的大部分相关研究,仅针对植物乙醇提取物和微乳剂等^[11-12],而本试验的材料选取了多种精油及其精油单成分,测定荔枝蒂蛀虫对它们的电生理反应,从而反映精油及其精油单成分对荔枝蒂蛀虫成虫触角的活性大小,从深层面探讨植物次生物对荔枝蒂蛀虫的作用,对荔枝蒂蛀虫驱避或引诱剂的研究有一定的指导意义。但是,目前笔者只测定了荔枝蒂蛀虫成虫对多种精油及其精油单成

分的触角电生理活性,通过 EAG 值大小反应荔枝蒂蛀虫对气味的敏感性。若要确定植物精油及其精油单成分对荔枝蒂蛀虫有驱避或是引诱活性时,还必须结合行为风洞试验和田间行为测定等手段进行验证。

致谢 盛唐化工有限公司朱君林同志在试虫采集和饲养等方面给予了大力支持与帮助,谨致谢意!

参 考 文 献

- [1] 姚振威,刘秀琼. 为害荔枝和龙眼的两种细蛾科昆虫[J]. 昆虫学报,1990,33(2):207-212.
- [2] 尹炯,江军,赵冬香,等. 荔枝蒂蛀虫综合防治研究进展[J]. 中国南方果树,2009,38(5):74-77.
- [3] 庞雄飞. 植物保护剂与植物免害工程——异源次生化合物在害虫防治中的应用[J]. 世界科技研究与发展,1999,21(2):24-28.
- [4] 覃伟权,彭正强,刘济宁. 植物次生物质研究进展[J]. 热带农业科学,2002,22(6):60-68.
- [5] 杨长龙,江世宏,徐汉虹. 植物源驱避剂研究进展[J]. 植物保护,2006,32(6):4-9.
- [6] SOLIMAN, MAHMOUD M M, SALLAM, et al. Repellent, antifeedent and toxic effects of certain plant extracts on cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* Boisid[J]. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica,2009,44(2):327-336.
- [7] SOARES S F, BORGES L M F, BRAGA R D, et al. Repellent activity of plant-derived compounds against *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) nymphs[J]. Veterinary Parasitology,2010,167(1):67-73.
- [8] 赵新成,阎云花,王睿,等. 昆虫神经生物学研究技术:触角电位图记录[J]. 昆虫知识,2004,41(3):270-274.
- [9] 马瑞燕,杜家纬. 昆虫的触角感器[J]. 昆虫知识,2000,37(3):179-183.
- [10] 黎卓维,曾鑫年,罗诗. 植物精油对荔枝蒂蛀虫的产卵驱避效果[J]. 昆虫天敌,2007,29(3):97-102.
- [11] 沈继东,詹根祥,梁广文,等. 植物乙醇提取物对荔枝蒂蛀虫的防治研究[J]. 热带作物学报,2001,22(3):45-50.
- [12] 杨长龙,江世宏,徐汉虹. 12种植物次生物质对荔枝蒂蛀虫产卵的驱避作用[J]. 华中农业大学学报,2007,26(3):316-318.

Electroantennogram Evaluation of the Response of *Conopomorpha sinensis* Bradley to Plant Essential Oils

LI Jian¹ LUO Shi² ZENG Xin-nian¹ PAN Da-qiang¹

1. College of Resources and Environment, South China Agricultural University/Key Laboratory of Natural Pesticide and Chemical Biology Ministry of Education, Guangzhou 510642, China;
2. Dongguan Research Center of Agricultural Sciences, Guangdong Province, Dongguan 523086, China

Abstract The electroantennogram (EAG) was used to investigate the response of *Conopomorpha sinensis* Bradley to 22 kinds of plant essential oils, 19 kinds of compositions of essential oil and 9 mixtures. The EAG relative value was correlated with the doses range from 0.000 1—5 μL , but increased insignificantly at the doses over 5 μL in the dose-response test of cinnamon oil and citronella oil. At the dose of 5 μL , the maximum EAG relative values tested with cinnamon oil and citronella oil were 101.43 and 100.00 respectively. The EAG relative value tested with citronellal was 75.65, which was the highest in all of the compositions of essential oil. The EAG relative value tested with a mixture of cinnamon and citronellal(1/1, V/V) reached 114.38. Female responded stronger to most of the essential oils and the compositions of essential oils than the male.

Key words essential oil; *Conopomorpha sinensis* Bradley; electroantennogram(EAG)

(责任编辑:陈红叶)