

# 3 种热带杂草挥发油干扰小菜蛾行为的研究

覃伟权<sup>1,2</sup>, 张茂新<sup>1</sup>, 凌冰<sup>1</sup>, 彭正强<sup>3</sup>

(1 华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642;

2 中国热带农业科学院 椰子研究所, 海南 文昌 571339;

3 中国热带农业科学院 环境与植物保护研究所, 海南 儋州 571737)

**摘要:** 利用嗅觉反应研究了 3 种热带杂草挥发油对小菜蛾 *Plutella xylostella* 行为的影响。结果表明, 3 种热带杂草挥发油对小菜蛾 *Plutella xylostella* 成虫有好的驱避作用, 且随挥发油量的增加驱避作用加强, 白花蒿 *Artemisia argyi* 和假蒟 *Piper betle* 2 种挥发油比飞机草 *Eupatorium odoratum* 挥发油对成虫的驱避作用更明显。在产卵驱避和拒食作用试验中, 3 种热带杂草挥发油对小菜蛾表现出一定的产卵驱避作用和拒食作用, 且随着施用浓度的增加产卵驱避和拒食作用加强, 随着时间的延长产卵驱避作用和拒食作用减弱。3 种挥发油的产卵驱避效果和拒食活性大小分别为: 假蒟挥发油 > 飞机草挥发油 > 白花蒿挥发油。

**关键词:** 热带杂草; 小菜蛾; 挥发油; 干扰; 行为

中图分类号: Q965

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2004)04-0039-04

## Influence of three volatiles from tropical rank grasses on behavior of *Plutella xylostella*

QIN Wei-quan<sup>1,2</sup>, ZHANG Mao-xin<sup>1</sup>, LING Bing<sup>1</sup>, PENG Zheng-qiang<sup>3</sup>

(1 Lab of Inset Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang 571339, China;

3 Environment and Plant Protection Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737, China)

**Abstract:** Influence of three volatiles from tropical rank grass on behavior of *Plutella xylostella* was studied in the test of olfactory response. Three volatiles of tropical rank grasses showed a good deterrent effect on the adult of the diamondback moth (DBM), and that the deterrent effects strengthened with the flow rate of volatiles enhancing. There was better deterrent effects on adults of DBM for the volatiles from *Artemisia argyi* and *Piper betle* than that from *Eupatorium odoratum*. In the test of oviposition deterrent and antifeedant of DBM, these volatiles extracted from tropical rank grasses showed a inhibitory effects. The order of oviposition deterrent and antifeedant of DBM effected by the volatiles is: *Piper betle* > *Eupatorium odoratum* > *Artemisia argyi*.

**Key words:** tropical rank grass; *Plutella xylostella*; volatile; influence; behavior

植物挥发性次生物质参与调控昆虫的取食、交配、产卵、聚集、示踪、报警等行为。植物挥发性次生物质影响昆虫的行为并作为植物防御组成部分日益引起人们的重视<sup>[1]</sup>。昆虫行为活动是以视觉、嗅觉等作为引导的, 在所感受的感觉刺激中, 只有植物所

散发的气味最能表达种类的特异性<sup>[4]</sup>。一种昆虫如对某种植物所形成的次生物质不能适应, 便不能以这种植物为食, 更不会产卵于这种植物上<sup>[3]</sup>。植物挥发油对许多昆虫有拒食、忌避作用, 利用植物挥发油来干扰害虫的行为, 可迷惑害虫对寄主植物的选择,

收稿日期: 2003-09-05

作者简介: 覃伟权(1969-), 男, 助理研究员, 硕士研究生。通讯作者: 张茂新(1957-), 男,

副教授, 博士。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39930120)

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

影响害虫的正常生长. 本文研究的假蒟、飞机草和白花蒿3种杂草均是热带地区的常见杂草. 国外研究表明, 飞机草挥发油对仓储谷物害虫有明显的驱避和毒杀作用<sup>[4-6]</sup>, 国内对飞机草挥发油干扰小菜蛾、黄曲条跳甲行为进行了初步研究<sup>[7,8]</sup>, 但假蒟、白花蒿挥发油对害虫行为的影响鲜见报道. 研究3种热带杂草挥发油对害虫行为的影响, 可为进一步探明植物挥发油的性质和作用机理提供依据, 也可为控制害虫提供新的防治策略.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 供试虫源 从田间采集小菜蛾 *Plutella xylostella* 的大龄幼虫, 在室内用菜心继代饲养、繁殖, 建立实验种群, 作为供试虫源.

1.1.2 供试虫源寄主植物 菜心 *Brassicæ parachinensis* 品种为“四九菜心”, 苗用塑料杯栽种, 每杯1株, 长至2~3片真叶期用于试验.

1.1.3 供试植物 假蒟 *Piper betle*、飞机草 *Eupatorium odoratum* 和白花蒿 *Artemisia argyi* 采自海南热带地区.

1.1.4 植物挥发油的提取 将植物材料剪碎, 风干, 经水蒸气蒸馏, 乙醚萃取, 无水硫酸钠干燥, 旋转减压蒸发除去溶剂, 得到挥发油, 冷藏备用.

### 1.2 方法

1.2.1 小菜蛾成虫嗅觉反应测定 研究使用的四臂嗅觉仪是根据 Vet 等<sup>[9]</sup>的设计, 由华南农业大学昆虫生态研究室制造. 将其中1个选择区作为处理臂, 在气味瓶内加入2g供试植物挥发油, 其余3个选择区为对照臂, 以清水为对照. 中间区为非选择区. 测试流量分别设定为60、100、140 mL/min, 每处理测试成虫30头(雌雄各15头), 每头测定最长时间为5 min. 结合 DazzleMove Star(2000)软件, 在计算机上同步观察各观测室内的试虫行为. 用 OLFA 软件记录试虫做出的第一选择、最后选择、选择区内滞留时间和选择次数.

1.2.2 不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾成虫产卵驱避作用 供试植物挥发油浓度的配制参照文献[10]的方法, 略加改动. 用微量注射器吸取20 mg植物挥发油, 用丙酮稀释成5种质量浓度: 2 000、1 500、1 000、500、100 mg/L, 以丙酮作对照. 选择长势相同的杯栽菜心苗(2~3片真叶), 用喉头喷雾器将供试药剂和对照均匀喷到菜心茎叶正反两面, 待丙酮挥发干后, 在同一养虫笼(40 cm×40 cm×40 cm)内放入10株处理菜心, 在另一相同规格的养虫笼内放入

10株对照菜心. 每笼接入10对前一天羽化并于试验当天配对的小菜蛾成虫, 用φ为5%的蜜糖水棉球作补充营养. 每隔12 h检查菜心苗上小菜蛾的卵量. 每处理设5个重复.

1.2.3 不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾幼虫拒食作用 供试浓度与1.2.2相同. 用打孔器( $d=1.7$  cm)制备好菜心叶圆片, 将其浸入供试浓度的挥发油丙酮稀释溶液中, 2 s后取出, 等待丙酮挥发干后, 放入垫有湿滤纸的培养皿( $d=9$  cm)中. 在一培养皿内放入4片处理叶, 而在另一培养皿内放入4片对照叶, 然后接入饥饿2 h的1~2龄幼虫10头, 每处理重复5次. 每隔12 h测定各叶片被取食面积.

### 1.3 计算方法

第一选择率=[处理第一选择次数/(对照第一选择次数+处理第一选择次数)]×100%;

最后选择率=[处理最后选择次数/(对照最后选择次数+处理最后选择次数)]×100%;

产卵驱避率=[(对照卵量-处理卵量)/对照卵量]×100%;

拒食率=[(对照取食面积-处理取食面积)/对照取食面积]×100%.

## 2 结果与分析

### 2.1 嗅觉反应测定

小菜蛾成虫对3种热带杂草挥发油的嗅觉反应结果见表1. 从试虫做出第一选择和最后选择结果表明, 试虫对飞机草挥发油在140 mL/min流量时还表现一定的选择率, 而对假蒟和白花蒿2种挥发油在100 mL/min流量时就不再选择. 从试虫在各选择区滞留时间和选择次数结果说明, 飞机草挥发油在60 mL/min流量时与对照差异不显著, 其余2个流量与对照差异显著; 假蒟和白花蒿2种挥发油供试的3个流量均与对照差异显著. 表1结果表明, 3种热带杂草挥发油对小菜蛾成虫有好的驱避作用, 且随着挥发油流量的增加对小菜蛾成虫的驱避作用增强; 而白花蒿和假蒟2种挥发油对小菜蛾成虫的嗅觉刺激更灵敏、驱避作用更明显, 在低流量时能表现强的驱避作用.

### 2.2 不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾成虫产卵驱避作用

不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾成虫产卵驱避作用结果见表2. 不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾成虫产卵驱避率的方差分析均达显著水平, 且随着浓度的增加其产卵驱避率增大, 随着时间的延长其产卵驱避率降低. 3种挥发油产卵驱避效果比较,

假蒟挥发油>飞机草挥发油>白花蒿挥发油。在产卵质量浓度 2 000 mg/L 时、处理 12 h 后,假蒟、飞机草、白花蒿 3 种挥发油对小菜蛾成虫的驱避率分别为 70.54%、68.86%、60.53%。

表 1 小菜蛾成虫对 3 种热带杂草挥发油的嗅觉反应

Tab. 1 The olfactory response of adult of the diamondback moth on the three kinds of tropical rank grass volatiles

挥发油 volatile	流量 flow-rate / (mL·min <sup>-1</sup> )	第一选择率 rate of the first choice / %	最后选择率 rate of the last choice / %	滞留时间 time spent / min		选择次数 No. of choice	
				处理	对照	处理	对照
				treatment	control	treatment	control
飞机草	60	13.30	25.90	0.97±0.09	1.24±0.16	0.87±0.12	1.13±0.04
<i>Eupatorium odoratum</i>	100	10.30	7.10	0.38±0.15*	1.36±0.06	0.20±0.02*	0.69±0.09
	140	0.00	3.40	0.16±0.08*	1.59±0.06	0.03±0.03*	0.74±0.24
假蒟 <i>Piper betle</i>	60	6.7	7.2	0.50±0.11*	1.26±0.13	0.27±0.07*	0.95±0.14
	100	0.00	0.00	0.02±0.02*	1.51±0.10	0.03±0.03*	0.62±0.04
	140	0.00	0.00	0.00±0.00*	1.65±0.01	0.03±0.03*	0.57±0.09
白花蒿	60	6.70	3.40	0.12±0.07*	1.47±0.06	0.17±0.11*	0.82±0.11
<i>Artemisia argyi</i>	100	0.00	0.00	0.01±0.01*	1.38±0.10	0.03±0.03*	0.84±0.19
	140	0.00	0.00	0.00±0.00*	1.57±0.06	0.00±0.00*	0.34±0.02

表 2 不同质量浓度热带杂草挥发油对小菜蛾成虫产卵驱避作用

Tab. 2 Oviposition deterrent effects of the tropical rank grass volatile in different concentration on adult of the diamondback moth

挥发油 volatile	时间 t / h	产卵驱避率 oviposition deterrent rate <sup>1)</sup> / %				
		2 000 mg/L	1 500 mg/L	1 000 mg/L	500 mg/L	100 mg/L
假蒟 <i>Piper betle</i>	12	70.54±2.10a	57.72±1.21b	52.19±1.92c	30.37±0.74d	20.82±1.24e
	24	45.33±1.34a	39.69±0.36b	33.92±1.29c	23.94±0.67d	16.88±1.29e
	36	36.73±0.99a	33.51±0.92b	26.25±1.05c	20.73±0.99d	13.43±0.98e
飞机草	12	68.86±1.91a	54.26±1.91b	49.94±1.11c	32.34±0.72d	18.97±0.99e
<i>Eupatorium odoratum</i>	24	38.45±0.69a	33.52±0.63b	26.14±1.09c	23.20±1.20d	16.91±0.77e
	36	24.00±0.60a	21.62±0.53b	18.85±0.62c	14.99±0.77d	11.96±0.88e
白花蒿	12	60.53±0.90a	54.20±0.43b	48.43±1.96c	30.43±0.95d	20.04±2.29e
<i>Artemisia argyi</i>	24	36.60±0.89a	33.73±0.72b	30.30±0.82c	27.05±0.69d	17.09±1.09e
	36	30.45±0.49a	27.41±0.95b	23.15±0.98c	20.64±0.64d	11.90±0.98e

1) 表中数据方差分析前进行反正弦平方根转换,同行数据后字母不同表示经 Duncan's 新复极差检验在 0.05 水平差异显著

2.3 不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾幼虫拒食作用结果

不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾幼虫拒食作用结果见表 3。不同浓度热带杂草挥发油对小菜蛾幼虫拒食率的方差分析均达显著水平,且随着浓度

的增加其拒食率增大,随着时间的延长其拒食率降低。3 种挥发油拒食效果比较,假蒟挥发油>飞机草挥发油>白花蒿挥发油。在浓度 2 000 mg/L 时、处理 12 h 后,假蒟、飞机草、白花蒿 3 种挥发油对小菜蛾幼虫拒食率分别为 60.96%、52.84%、35.15%。

表 3 不同质量浓度热带杂草挥发油对小菜蛾幼虫拒食作用

Tab. 3 Antifeedant effects of the tropical rank grass volatile of in different concentration on larvae of the diamondback moth

挥发油 volatile	时间 t / h	拒食率 antifeedant rate <sup>1)</sup> / %				
		2 000 mg/L	1 500 mg/L	1 000 mg/L	500 mg/L	100 mg/L
假蒟 <i>Piper betle</i>	12	60.96±0.53a	55.25±0.75b	42.94±1.06c	26.86±0.76d	21.48±0.58e
	24	55.78±0.43a	46.44±1.09b	38.19±4.03c	24.06±0.88d	19.43±1.40e
	36	41.23±0.70a	29.65±1.20b	26.22±0.89c	20.78±0.58d	18.21±0.50e
飞机草	12	52.84±1.79a	48.20±1.53a	40.58±1.16b	25.25±2.04c	18.84±0.60d
<i>Eupatorium odoratum</i>	24	43.58±2.22a	40.62±1.32a	30.19±1.26b	23.80±1.11c	16.77±0.88d
	36	31.01±0.48a	29.61±1.01a	24.43±1.66b	19.85±0.84c	14.55±1.40d
白花蒿	12	35.15±1.68a	31.69±0.86b	27.73±1.50c	23.93±1.31d	17.54±1.46e
<i>Artemisia argyi</i>	24	32.77±0.81a	28.25±1.36b	25.41±0.74c	21.47±1.09d	16.83±0.59e
	36	27.92±1.59a	24.51±1.52b	21.78±1.19c	17.78±1.34d	14.27±0.77e

1) 表中数据方差分析前进行反正弦平方根转换,同行数据后字母不同表示经 Duncan's 新复极差检验在 0.05 水平差异显著

### 3 讨论与结论

植食性昆虫对寄主植物的选择依赖于灵敏的感觉作用,对不同类型植物所含的次生代谢产物能准确识别,并借助这种信号刺激来完成其对寄主的选择.植物对昆虫的化学防御主要是产生引起昆虫忌避、抑制昆虫取食,使昆虫避开、离去;或产生某些物质使昆虫中毒死亡,或延长生长发育<sup>[2-11]</sup>.室内试验表明,3种热带杂草挥发油对小菜蛾成虫的嗅觉刺激较灵敏,有好的驱避作用;对成虫、幼虫有明显的产卵驱避作用和拒食作用,证实了这3种热带杂草挥发油中含有引起害虫忌避、抑制昆虫取食等行为的次生物质的存在.不同植物挥发油对小菜蛾行为的影响是有差异的.在试验中,白花蒿和假蒟挥发油比飞机草挥发油具有灵敏的嗅觉反应较好的成虫驱避作用,但假蒟和飞机草挥发油对成虫的产卵驱避作用和对幼虫的拒食作用却比白花蒿挥发油好,这可能是植物挥发油中所含的次生物质不同造成的.植物挥发油对害虫的活性成分还需进一步探讨.

参考文献:

- [1] 杜永均,严福顺.植物挥发性次生物质在植食性昆虫、寄主植物和昆虫天敌关系中的作用机理[J].昆虫学报,1994,37(2):233-245.
- [2] 钦俊德.昆虫与植物的关系[M].北京:科学出版社,1987.38-61.
- [3] 钦俊德,王琛柱.论昆虫与植物的相互作用和进化关系[J].昆虫学报,2001,44(3):360-365.

- [4] BAMBA D, BESSIER J M, MARION C, et al. Essential oil of *Eupatorium odoratum* [J]. *Planta Medica*, 1993, 59(2): 184-185.
- [5] BOUDA H, TAPONDJOU L A, FONTEM D A, et al. Effect of essential oil from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae) [J]. *J Stor Prod Res*, 2001, 37: 109-109.
- [6] GBOLADE A A, ADEBAYO T A. Fumigant effects of some volatile oil on fecundity and adult emergence of *Callosobruchus maculatus* F [J]. *Insect Sci Appl*, 1993, 14(5-6): 631-633.
- [7] 赵辉,张茂新,凌冰,等.非寄主植物挥发油对黄曲条跳甲成虫嗅觉、取食及产卵行为的影响[J].华南农业大学学报(自然科学版),2003,24(2):38-40.
- [8] 凌冰,张茂新,孔垂华,等.飞机草挥发油的化学组成及其对植物、真菌和昆虫生长的影响[J].应用生态学报,2003,14(5):744-746.
- [9] VET W P, van LENTEREN J C, HEYMANS M, et al. An airflow olfactometer for measuring olfactive responses of hymenopterous parasitoids and other small insects [J]. *Physiological Entomology*, 1983, 8: 97-106.
- [10] KHAN L R, SAXENA R C. Effect of steam distillate extracts of resistant and susceptible rice cultivars on behavior of *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1986, 79(4): 928-935.
- [11] 张瑛,严福顺.虫害诱导的植物挥发性次生物质及其在植物防御中的作用[J].昆虫学报,1998,41(2):204-213.

【责任编辑 周志红】

#### 喜 讯

华南农业大学学报在“2004年全国高校优秀科技期刊”评比活动中荣获A类期刊一等奖.受教育部科技司委托,中国高等学校自然科学学报研究会于2004年3~6月负责举办了“2004年全国高校优秀科技期刊”评比活动,本次评比采取统一评分、分类授奖的办法,按A(全国重点院校主办的和教育部主管的科技期刊)、B、C、D四类期刊进行评比,经专家评审,共评出各类优秀科技期刊180种,其中,获A类期刊一等奖的有24种.

华南农业大学学报编辑部