

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

赵辉^{1,2}, 张茂新¹, 凌冰¹, 张世军¹, 丛斌², 梁广文¹

(1 华南农业大学昆虫生态研究室, 广东 广州510642; 2 沈阳农业大学植物保护学院, 辽宁 沈阳110161)

摘要:选取5种黄曲条跳甲(*Phyllotreta striolata* Fabricius)的非寄主植物: 薇甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.)、飞机草(*Chromolaena odorata* L.)、蟛蜞菊[*Wedelia chinensis* (Osbeck) Merr.]、马缨丹(*Lantana camara* L.)和番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)。应用四臂嗅觉仪测定了黄曲条跳甲成虫对各种挥发油的嗅觉反应。结果表明: 5种植物挥发油对黄曲条跳甲成虫都具有很强的驱避作用。室内选择性试验结果进一步证实了几种植物挥发油对黄曲条跳甲成虫取食和产卵行为具有干扰作用。

关键词:植物挥发油; 黄曲条跳甲; 四臂嗅觉仪; 行为
中图分类号: Q965 **文献标识码:** A

文章编号: 1001-411X(2003)02-0038-03

昆虫在对寄主定向及回避不适宜植物过程中, 植物释放的挥发性次生物质起了主导作用^[1]。植食性昆虫对寄主植物的选择依赖于灵敏的感觉作用, 对不同种类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。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^[2]。因此, 利用非寄主植物的挥发性物质来干扰、迷惑害虫对其寄主植物及产卵场所的选择, 可成为害虫控制的一种新手段。国外利用植物挥发性物质对害虫驱避作用的研究较多^[3~5], 国内相关报道主要集中于对害虫的引诱作用, 对驱避作用的报道较少。

本研究在昆虫与植物协同进化的理论基础上, 根据非寄主植物挥发性物质对昆虫具有一定的行为干扰作用, 首先应用四臂嗅觉仪测定了黄曲条跳甲(*Phyllotreta striolata* Fabricius)成虫对5种非寄主植物挥发油的嗅觉反应, 并进一步探讨了5种植物挥发油对其取食和产卵行为的影响, 在该害虫生态控制研究方面做了有益的尝试, 为其非化学防治寻找理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

黄曲条跳甲成虫, 采自华南农业大学昆虫生态室养虫室内。非寄主植物有薇甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.)、飞机草(*Chromolaena odorata* L.)、蟛蜞菊[*Wedelia chinensis* (Osbeck) Merr.]、马缨丹(*Lantana ca-*

maria L.)和番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)。

植物挥发油的提取: 将材料剪碎, 风干, 经水蒸汽蒸馏, 乙醚萃取, 无水硫酸钠干燥, 旋转蒸发浓缩除去溶剂, 得到挥发油。

1.2 方法

1.2.1 嗅觉反应测定 研究使用的四臂嗅觉仪是根据Vet et al^[6]设计的嗅觉反应测试仪。将其中1个选择区作为处理臂, 在气味源瓶内加入2 g植物挥发油, 其余3个选择区为对照区。植物挥发油测试流量为200 mL/min, 试虫30头, 每头试虫测定最长时间为5 min。结合DazzleMove Star(2000)软件, 在计算机上同步观察试虫在观测室内的行为。用OLFA软件记录试虫做出的第一选择, 在每个选择区内停留时间和选择次数。

1.2.2 挥发油生物活性测定 将采自田间正在交尾的试虫饥饿3 h后接入装有菜心(*Brassica campestris* L.)苗的养虫笼内。挥发油的用量设4个处理: 1、5、10、15 μ L, 每个处理重复10次, 同时分别设10个对照。将挥发油用微量移液器吸取, 滴于三角形滤纸片上, 插于菜心苗根际, 用蒸馏水作对照。每个处理用虫100头, 雌雄比为1:1。48 h后调查取食量和产卵量^[7]。

1.2.3 拒食率和产卵忌避率计算 拒食率 = $(S_{CK} - S_{TR}) / (S_{CK} + S_{TR}) \times 100\%$; 产卵忌避率 = $(E_{CK} - E_{TR}) / (E_{CK} + E_{TR}) \times 100\%$ 。式中, S_{CK} 为对照取食叶面积; S_{TR} 为处理取食叶面积; E_{CK} 为对照产卵量; E_{TR} 为处理产卵量。

2 结果与分析

2.1 嗅觉反应测定结果

试虫做出的第一选择结果(表 1)说明: 薇甘菊、飞机草和螞蟥菊挥发油处理中的第一选择率很低, 而马缨丹和番茄相对较高, 表明黄曲条跳甲成虫对 5 种非寄主植物挥发油的喜好程度不同, 即 5 种植物挥发油对黄曲条跳甲成虫都有一定的驱避作用, 以薇甘菊、飞机草和螞蟥菊挥发油效果最明显。

从不同挥发油处理臂中滞留时间的比较可以看

出, 5 种植物挥发油处理分别与对照差异显著, 同时 5 种挥发油之间也表现出差异。从进入各选择区次数来看, 薇甘菊、飞机草、螞蟥菊和马缨丹挥发油处理与对照有显著差异, 番茄与对照之间的差异不显著。两方面结果说明, 5 种植物挥发油均对黄曲条跳甲成虫有驱避作用, 其中黄曲条跳甲成虫在薇甘菊、飞机草、螞蟥菊 3 种挥发油处理区内滞留时间较短, 选择次数也较少, 表明这 3 种植物挥发油对该虫的驱避作用较强, 且效果要好于马缨丹和番茄挥发油。

表 1 黄曲条跳甲成虫对非寄主植物挥发油的嗅觉反应¹⁾

Tab. 1 The olfactory response of *Phyllotreta striolata* (F.) on non-host plant volatiles

挥发油 volatile	第一选择率 percentage of first choice / %	滞留时间 time spent / min		选择次数 no. of choice	
		处理 treatment	对照 control	处理 treatment	对照 control
薇甘菊 <i>Mikania micrantha</i> H. B. K.	3.33	0.01±0.00c	1.12±0.06 *	0.07±0.05	2.20±0.42 *
飞机草 <i>Chromolaena odorata</i> L.	6.67	0.06±0.02c	1.12±0.06 *	0.27±0.10	1.11±0.14 *
螞蟥菊 <i>Wedelia chinensis</i> (Osb.) Merr.	3.33	0.05±0.03c	1.15±0.09 *	0.13±0.06	1.25±0.19 *
马缨丹 <i>Lantana camara</i> L.	30.00	0.24±0.11b	1.02±0.11 *	0.57±0.14	1.51±0.27 *
番茄 <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	23.33	0.59±0.16a	1.74±0.08 *	1.07±0.23	1.27±0.18

1) 同列数据后具相同字母表示在 0.05 水平上差异不显著 (DMRT 法)

2.2 挥发油生测结果

室内选择性取食试验结果(图 1)表明: 5 种植物挥发油对黄曲条跳甲成虫都有一定的拒食作用。其中薇甘菊、飞机草、螞蟥菊和番茄挥发油的效果较好, 随用量的增加拒食率呈上升趋势, 以螞蟥菊挥发油在 15 μL 用量时拒食率最高, 达到 44%。马缨丹挥发油的拒食率基本维持在一定的水平上。

产卵忌避试验结果(图 2)显示: 5 种植物挥发油对黄曲条跳甲成虫产卵的忌避率随挥发量的增加有不同程度地升高, 飞机草和番茄挥发油在高挥发量时的产卵忌避率趋于平稳。马缨丹挥发油在低挥发量时的产卵忌避率较低, 高用量时与螞蟥菊挥发油同时达到 80%。

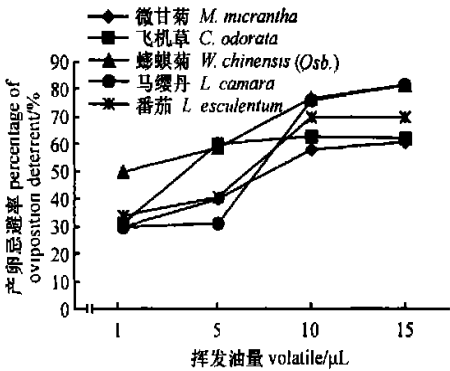


图 2 植物挥发油对黄曲条跳甲成虫产卵的忌避作用

Fig. 2 The oviposition deterrent effect of plant volatiles on *Phyllotreta striolata* (F.)

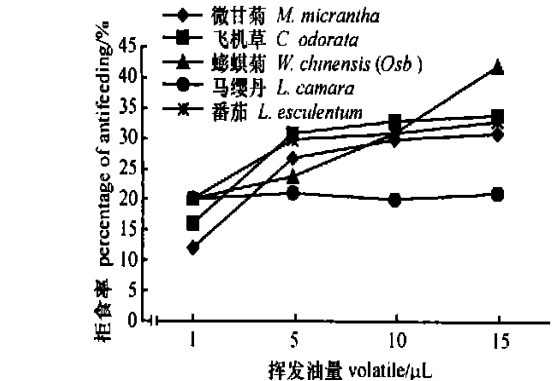


图 1 植物挥发油对黄曲条跳甲成虫的拒食作用

Fig. 1 The antifeeding effect of plant volatiles on *Phyllotreta striolata* (F.)

3 讨论

通过嗅觉反应测定, 发现 5 种植物挥发油对黄曲条跳甲成虫都表现出一定的驱避作用, 这种驱避作用对害虫寻找寄主植物及选择合适的产卵场所可产生干扰, 影响其正常的取食和产卵行为^[8]。室内选择试验测得各种挥发油对该虫的拒食率和产卵忌避率证实了这种驱避作用的存在。

不同植物挥发油对黄曲条跳甲成虫的驱避作用有明显差异, 这种差异可能是由植物挥发油中所含的次生代谢产物不同造成。并且, 每种植物挥发油中含有的拒食性物质及对产卵有忌避作用的活性物质

也有差异, 至使一种挥发油虽具有较好的产卵忌避效果, 但不一定有较好的拒食效果, 如马缨丹挥发油.

驱避效果与挥发油中含有的具有驱避作用的活性成分有关, 目前对这几种植物挥发油的活性成分还在进一步研究中.

参考文献:

[1] 张庆贺, 姬兰柱. 植食性昆虫产卵的化学生态学[J]. 生态学杂志, 1994, 13(6): 39—43.
[2] 钦俊德, 王深柱. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系[J]. 昆虫学报, 2001, 44(3): 360—365.
[3] PETERSON J K, HORVAT R J , ELSEY K D. Squash leaf glandular trichome volatile: identification and influence on behavior of female pickleworm moth *Diaphania nitidalis*[J]. J

Chem Ecology, 1994, 20: 2 099—2 109.
[4] WATSON E, BARON G. A laboratory assasement of behavioral responses of three strain of *Oryzaephilus surinamensis* to three insecticides and the insecticides and the insect repellent N, N-diethyl-m-toluamide[J]. J Stored Prop Res, 1995, 32: 59—67.
[5] PAUL W P, JAMES H T. Plant volatiles as a defense against insect herbivores[J]. Plant Physiology, 1999, 121: 325—331.
[6] VET L E M, 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.
[7] 张茂新, 梁广文. 黄曲条跳甲卵分离器的设计 and 应用[J]. 昆虫知识, 2000, 37(3): 173—174.
[8] 杜家纬. 植物—昆虫间的化学通讯及其行为控制[J]. 植物生理学报, 2001, 27(3): 193—200.

The Influence of Non-Host Plant Volatiles on Olfactory, Feeding and Oviposition Behavior of *Phyllotreta striolata* Fabricius

ZHAO Hui^{1,2}, ZHANG Mao-xin¹, LING Bing¹,
ZHANG Shi-jun¹, CONG Bin², LIANG Guang-wen¹

(1 Laboratory of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;
2 Plant Protection College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: Five non-host plant volatiles of *Phyllotreta striolata* Fabricius were used, and they were *Mikania micrantha* H. B.K., *Chromolaena odorata* L., *Wedelia chinensis* (Osb.) Merr., *Lantana camara* L. and *Lycopersicon esculentum* Mill. . The olfactory response of *Phyllotreta striolata* (F.) was tested in four-armed olfactometer. The result suggested that five kinds of volatile showed strong effect of repellent on adult of *P. smolata*. The result in laboratory experiment made a further confirm that these plant volatiles presented significant deterrent effects on feeding and oviposition of adult.

Key words: plant volatile; *Phyllotreta striolata* Fabricius; four-armed olfactometer; behavior

【责任编辑 周志红】