

# 板栗挥发物对桃蛀螟成虫寄主选择行为的影响<sup>\*</sup>

陈炳旭<sup>1\* 董易之<sup>1</sup> 梁广文<sup>2</sup> 陆 恒<sup>1</sup></sup>

(<sup>1</sup> 广东省农业科学院植物保护研究所, 广州 510640; <sup>2</sup> 华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

**摘 要** 通过田间调查及行为反应、EAG 反应和产卵选择性测定,研究了板栗挥发物对桃蛀螟(*Conogethes punctiferalis*)成虫寄主选择行为的影响。2004—2008 年的田间调查结果表明:桃蛀螟在农大 1 号板栗上的蛀果率为 16.1%~25.3%,而在河源油栗上的蛀果率均小于 5%。桃蛀螟对前者的危害明显较重。农大 1 号板栗的果实和叶片挥发物对桃蛀螟雌蛾均有显著吸引作用,其中果实比叶片挥发物的吸引作用更强,但上述挥发物对雄蛾没有明显吸引作用;河源油栗的果实和叶片挥发物则对雌、雄蛾均无吸引作用。触角电位反应试验表明,桃蛀螟雌蛾对农大 1 号板栗果实挥发物的反应比河源油栗果实强烈,但雄蛾没有明显差异;同一品种中,雌、雄蛾对果实的反应均比叶片强烈。桃蛀螟雌蛾在农大 1 号板栗果实上的产卵量明显高于叶片及河源油栗的果实和叶片,而三者之间差异不显著。

**关键词** 桃蛀螟 板栗 寄主选择 行为反应 触角电位

文章编号 1001-9332(2010)02-0464-06 中图分类号 Q948.12 文献标识码 A

**Effects of volatiles from chestnut on host preference of adult *Conogethes punctiferalis* (Lepidoptera: Pyralidae).** CHEN Bing-xu<sup>1</sup>, DONG Yi-zhi<sup>1</sup>, LIANG Guang-wen<sup>2</sup>, LU Heng<sup>1</sup>(<sup>1</sup>Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; <sup>2</sup>Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China). -Chin. J. Appl. Ecol. 2010 21( 2 ): 464-469.

**Abstract :** Through field survey and the tests of behavioral response, EAG response, and multiple-choice oviposition, this paper studied the effects of volatiles from Nongda No. 1 chestnut (NC) and Heyuan oil chestnut (HC) on the host-selection behavior of adult *Conogethes punctiferalis*. The field survey in 2004-2008 showed that the moth-eaten rate of NC fruits by adult *C. punctiferalis* was 16.1%-25.3%, while that of HC fruits was less than 5%. The volatiles from NC fruits and leaves were more attractive to female than to male moths, and the fruit volatiles were more attractive than leaf volatiles. However, the volatiles from HC fruits and leaves were not attractive to both female and male moths. The EAG response showed that female moths had significantly higher response to NC fruit volatiles than to HC's, but male moths had no significant difference in this response. For both NC and HC, the EAG responses of female and male moths to fruit volatiles were higher than those to leaf volatiles. The number of eggs laid by female moths was much greater on NC fruits than on NC leaves and on HC fruits and leaves, but had no significant differences on the latter three.

**Key words :** *Conogethes punctiferalis*; *Castanea mollissima*; host selection; behavioral response; EAG.

桃蛀螟 [*Conogethes punctiferalis*] 主要分布于东亚地区,寄主范围广,可危害番石榴、芒果、桃、板栗、向日葵、玉米和高粱等 40 多种作物<sup>[1-3]</sup>。该虫以幼虫蛀食寄主植物果实,是一种重要的蛀果害虫<sup>[4]</sup>。桃蛀螟是板栗(*Castanea mollissima*)的主要害虫之

一,常年蛀果率达 30%~60%,是制约板栗稳产高产的重要因素<sup>[5-6]</sup>。

板栗是广东省山区重要的经济林木<sup>[7]</sup>。广东省河源市东源县是广东省板栗的主要产区之一,农大 1 号和河源油栗是该产区的 2 个主栽品种,种植面积最大。据当地群众反映,桃蛀螟在上述 2 个品种上发生危害的程度差异明显,农大 1 号受害较重,而河源油栗的受害较轻。有研究指出,桃蛀螟对板栗不同

\* 广东省农业攻关项目(2005B20501007)、广东省农业科技推广项目(2130106)和国家科技支撑计划项目(2008BADA5B01)资助。  
\* 通讯作者。E-mail: Gzchenbx@163.com  
2009-04-09 收稿, 2009-11-20 接受。

品种的危害程度与板栗果实刺束疏密、刺束硬度、刺束着生方向、刺长和总苞厚度等形态结构特征无关<sup>[8]</sup>。该虫对番石榴不同品种危害的程度与果实大小、软硬程度、可溶性固形物含量、维他命 C 含量、总糖含量和适口度无关<sup>[9]</sup>。在植物与昆虫的长期进化过程中,植物演化出一套抵御昆虫侵害的机制,干扰昆虫的寄主选择行为是其中的主要机制之一<sup>[10-11]</sup>。桃蛀螟以幼虫蛀果危害,其寄主选择是通过成虫对产卵场所的选择来实现的。在昆虫进行产卵选择的过程中,寄主植物的挥发物起重要作用,它向昆虫传递有关产卵的可行性信息<sup>[12-14]</sup>。笔者以前的研究表明桃蛀螟成虫对农大 1 号板栗果实挥发物的触角电位反应值显著高于河源油栗果实挥发物<sup>[15]</sup>,但未测定该虫对板栗挥发物的行为反应。有关板栗挥发物对桃蛀螟寄主选择行为影响的研究尚未见报道。本文通过田间调查、行为学和电生理学的测定,研究了板栗挥发物对桃蛀螟寄主选择行为的影响,探讨了桃蛀螟对上述 2 个板栗品种危害程度差异的原因,以期对板栗生产中桃蛀螟的生态控制提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 供试昆虫** 桃蛀螟幼虫采自广东省河源市东源县板栗园中的带虫果,在温度为 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、湿度为 75% 的养虫室中饲养至化蛹,再单管饲养。羽化后,选用一部分健康的雌、雄蛾备试,另一部分成虫放入  $9\text{ cm} \times 15\text{ cm}$  的圆柱形养虫笼中,喂以 10% 的蜂蜜水,使其充分交配,48 h 后选用交配后的健康雌、雄蛾备试。

**1.1.2 供试植物** 农大 1 号板栗和河源油栗的结果枝、果实和叶片采自东源县板栗园。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 桃蛀螟对板栗危害程度调查** 于 2004—2008 年在每年 9 月桃蛀螟发生高峰期进行调查。选择种植农大 1 号和河源油栗两个品种的板栗园各 3 个,栽植株行距为  $4\text{ m} \times 5\text{ m}$ ,树龄 11 年,树高 3 m 左右。采用 5 点法,将每个板栗园分为 5 个区,每区调查 5 株树,共调查 25 株。每株树按树冠的东、西、南、北和中部随机调查 100 个果,记录受蛀果数,计算桃蛀螟蛀果率。

**1.2.2 桃蛀螟成虫对板栗果实、叶片气味的行为反应** 用 Y 型嗅觉仪<sup>[16-17]</sup>进行测试,两臂分别用 Teflon 管依次连接味源植物瓶(10 L)、加湿瓶、过滤

(活性炭)装置和气泵。桃蛀螟处理为未交配雌、雄蛾和已交配雌、雄蛾。设置以下气味源组合:农大 1 号板栗或河源油栗结果枝与净化空气(对照);农大 1 号板栗与河源油栗结果枝;农大 1 号板栗或河源油栗果实与净化空气(对照);农大 1 号板栗与河源油栗果实;农大 1 号板栗或河源油栗叶片与净化空气(对照);农大 1 号板栗与河源油栗叶片。气味源均为新鲜植物材料(60 g)。测试在 18:00—22:00,  $25^\circ\text{C} \sim 27^\circ\text{C}$  下进行,两臂管内的气体流速均为  $250\text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ 。两侧臂的正前方各放置 25 W 日光灯,作为光源以吸引桃蛀螟进入 Y 型管。每次接入 1 头成虫,共测试 30 头,当成虫越过某臂 1/3 处视为选择,5 min 内不作选择则记为无反应,通过以下公式计算选择百分率:选择百分率 = 选择侧臂的虫数/测试虫数  $\times 100\%$ 。每测试 5 头调换 Y 型管两臂的方向,每测试 10 头即用 75% 的酒精清洗嗅觉仪,用电吹风吹干后再进行下一步试验<sup>[18]</sup>。

**1.2.3 桃蛀螟成虫对板栗果实、叶片挥发物的行为反应** 方法同 1.2.2。通过水蒸气蒸馏法提取果实和叶片的挥发物<sup>[19]</sup>。将挥发物用液体石蜡稀释 100 倍( $\phi$  为 1%(V/V))作为试液。测试时,取挥发物溶液  $20\text{ }\mu\text{l}$  滴于味源瓶(100 ml)内的滤纸上,以液体石蜡为对照。设置以下气味源组合:农大 1 号板栗或河源油栗果实挥发物与对照;农大 1 号板栗与河源油栗果实挥发物;农大 1 号板栗或河源油栗叶片挥发物与对照;农大 1 号板栗与河源油栗叶片挥发物。

**1.2.4 桃蛀螟成虫对板栗果实、叶片挥发物的触角电位反应** 将挥发物用液体石蜡稀释 100 倍( $\phi$  为 1%(V/V))作为试液,液体石蜡为对照,1%(V/V)正己醇为标准参照物。桃蛀螟处理为未交配雌、雄蛾和已交配雌、雄蛾。将触角尖端切下,并从基部将触角切下,两端分别与触角电位仪(荷兰 Syntech 公司 IDAC-232 型)的触角电位探头的参比电极和记录电极相连。触角电位仪的 Y-Ampl. 值为 0.5 mV,时基值为 2 s,刺激气流为  $40\text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ ,连续气流为  $50\text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ 。测试方法参照欧阳革成等<sup>[20]</sup>的方法,每次刺激间隔时间 30 s,各试液的测试量为  $20\text{ }\mu\text{l}$ ,每处理 20 个重复,室内温度为  $25^\circ\text{C} \sim 27^\circ\text{C}$ 。

**1.2.5 桃蛀螟对农大 1 号板栗和河源油栗的产卵选择性测定** 将当日采摘的农大 1 号板栗和河源油栗的结果枝插入装有水的锥形瓶(500 ml)中,每瓶插 1 条结果枝作为桃蛀螟的产卵介质,然后以随机排列的方式将其放入养虫笼( $50\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ )中,每个品种 3 瓶,再将 10 对已配对 48 h 的桃蛀螟

成虫接入养虫笼. 每 12 h 调查结果枝的果实和叶片上的着卵量,至成虫不再产卵为止(共调查 72 h). 每 48 h 更换锥形瓶中的水和结果枝. 设 3 个重复.

1.3 数据处理

采用 SAS 8.01 软件对数据进行分析处理,田间调查和行为反应测定数据用 *t* 检验进行统计分析, EAG 反应测定数据用邓肯氏多重比较( DMRT )进行统计分析. 产卵选择性测定数据用 *t* 检验和邓肯氏多重比较进行统计分析.

2 结果与分析

2.1 桃蛀螟对农大 1 号板栗和河源油栗危害程度的比较

桃蛀螟对农大 1 号和河源油栗两个板栗品种的危害程度明显不同. 2004—2008 年,桃蛀螟在农大 1 号板栗上的蛀果率为 16.1% ~ 25.3%,而在河源油栗上的蛀果率均低于 5.0%(图 1). 可见,桃蛀螟对农大 1 号板栗危害较重,对河源油栗危害较轻.

2.2 桃蛀螟成虫对农大 1 号板栗和河源油栗果实、叶片气味的行为反应

以结果枝作为气味源时,农大 1 号板栗对桃蛀螟已交配和未交配雌蛾的吸引作用均明显高于对照,而河源油栗与对照无明显差异. 在农大 1 号和河源油栗结果枝气味的比较中,已交配和未交配雌蛾对农大 1 号的选择性也较高. 但供试 2 个板栗品种结果枝气味对桃蛀螟已交配和未交配雄蛾均无吸引作用(图 2).

以果实或叶片作为气味源时,农大 1 号板栗对桃蛀螟已交配和未交配雌蛾的吸引作用均高于对照和河源油栗,其差异达到显著水平. 说明桃蛀螟雌蛾对农大 1 号板栗果实和叶片气味具有明显的趋性.

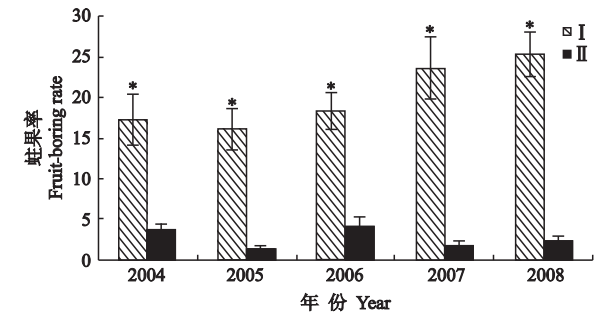


图 1 桃蛀螟对农大 1 号板栗和河源油栗危害程度的比较  
Fig. 1 Comparison of the damage made by *Conogethes punctiferalis* on Nongda No. 1 chestnut and Heyuan oil chestnut.  
I :农大 1 号板栗 Nongda No. 1 chestnut ;II :河源油栗 Heyuan oil chestnut. \* *P* < 0.05. 下同 The same below.

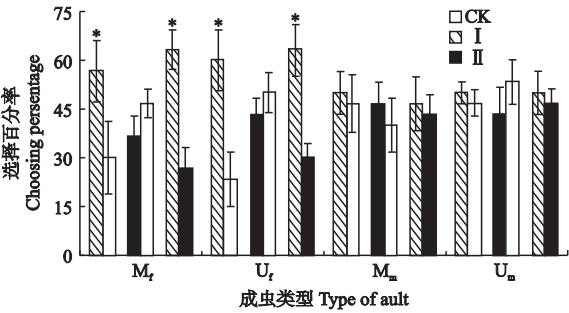


图 2 桃蛀螟成虫对农大 1 号板栗和河源油栗结果枝气味的行为反应  
Fig. 2 Behavioral response of adult *Conogethes punctiferalis* to odors from fruit branches of Nongda No. 1 chestnut and Heyuan oil chestnut.  
CK 对照 Control ; *M<sub>f</sub>* :已交配雌虫 Mated female ; *U<sub>f</sub>* :未交配雌虫 Unmated female ; *M<sub>m</sub>* :已交配雄虫 Mated male ; *U<sub>m</sub>* :未交配雄虫 Unmated male. 下同 The same below.

(图 3A、B). 当农大 1 号板栗果实和叶片同时作为气味源进行测定时,果实气味对已交配和未交配雌蛾的吸引作用均明显高于叶片(图 3C).

2.3 桃蛀螟成虫对农大 1 号板栗和河源油栗果实、叶片挥发物的行为反应

农大 1 号板栗果实和叶片挥发物对桃蛀螟已交配和未交配雌蛾的吸引作用均高于对照和河源油栗,其差异达到显著水平,但该挥发物对已交配和未交配雄蛾的吸引作用不明显. 河源油栗果实和叶片挥发物对桃蛀螟已交配和未交配雌、雄蛾均无明显吸引作用. 桃蛀螟雌蛾对农大 1 号板栗果实和叶片挥发物具有明显的趋性(图 4A、B). 当农大 1 号板栗果实和叶片挥发物同时作为气味源进行测定时,果实挥发物对已交配和未交配雌蛾的吸引作用均显著高于叶片挥发物(图 4C).

2.4 桃蛀螟成虫对农大 1 号板栗和河源油栗果实、叶片挥发物的触角电位反应

从表 1 可以看出,已交配和未交配雌、雄蛾对果实挥发物产生的触角电位( EAG )反应均比同品种的叶片挥发物强烈,前者的反应值显著高于后者. 就果实挥发物而言,已交配和未交配雌蛾对农大 1 号的 EAG 反应值均明显高于河源油栗,而已交配和未交配雄蛾对农大 1 号的 EAG 反应值均与河源油栗差异不显著. 就叶片挥发物而言,已交配和未交配雌、雄蛾对农大 1 号的 EAG 反应值均与河源油栗差异不显著.

2.5 桃蛀螟对农大 1 号板栗和河源油栗的产卵选择

农大 1 号板栗结果枝上桃蛀螟的落卵量较多,

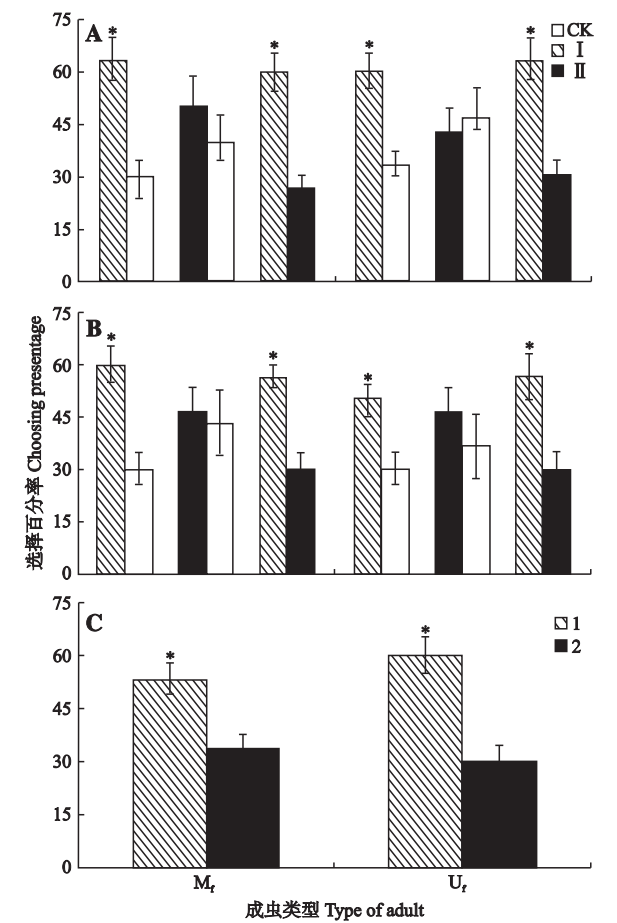


图3 桃蛀螟雌蛾对农大1号板栗和河源油栗果实和叶片气味的行为反应

Fig. 3 Behavioral response of *Conogethes punctiferalis* female moths to odors from fruits and leaves of Nongda No. 1 chestnut and Heyuan oil chestnut.

A 桃蛀螟雌蛾对果实气味的行为反应 Behavioral response of *C. punctiferalis* female moths to odors from fruits ;B 桃蛀螟雌蛾对叶片气味的行为反应 Behavioral response of *C. punctiferalis* female moths to odors from leaves ;C 桃蛀螟雌蛾对农大1号板栗果实和叶片气味的行为反应 Behavioral response of *C. punctiferalis* female moths to odors from fruits and leaves of Nongda No. 1 chestnut. 1 )果实 Fruit 2 )叶片 Leaf. 下同 The same below.

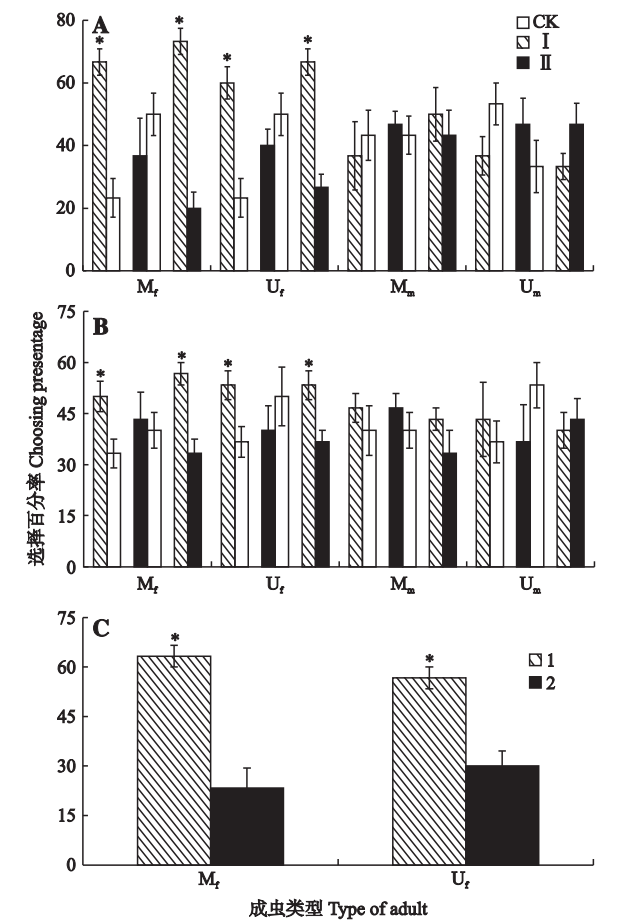


图4 桃蛀螟成虫对农大1号板栗和河源油栗果实和叶片挥发物的行为反应

Fig. 4 Behavioral response of adult *Conogethes punctiferalis* to fruit and leaf volatiles of Nongda No. 1 chestnut and Heyuan oil chestnut.

A 桃蛀螟成虫对果实挥发物的行为反应 Behavioral response of adult *C. punctiferalis* to fruit volatiles ;B 桃蛀螟成虫对叶片挥发物的行为反应 Behavioral response of adult *C. punctiferalis* to leaf volatiles ;C 桃蛀螟成虫对农大1号板栗果实和叶片挥发物的行为反应 Behavioral response of adult *C. punctiferalis* to fruit and leaf volatiles of Nongda No. 1 chestnut.

表1 桃蛀螟成虫对农大1号板栗和河源油栗果实和叶片挥发物的触角电位反应

Tab. 1 EAG response of adult *Conogethes punctiferalis* to fruit and leaf volatiles of Nongda No. 1 chestnut and Heyuan oil chestnut

品种 Variety	部位 Position	触角电位值 EAG value ( mV )			
		雌蛾 Female		雄蛾 Male	
		已交配 Mated	未交配 Unmated	已交配 Mated	未交配 Unmated
农大1号板栗	果实 Fruit	3. 320 ± 0. 153a	1. 593 ± 0. 119a	1. 703 ± 0. 148a	1. 193 ± 0. 057a
Nongda No. 1 chestnut	叶片 Leaf	2. 138 ± 0. 175c	0. 804 ± 0. 075c	1. 145 ± 0. 116b	0. 984 ± 0. 053b
河源油栗	果实 Fruit	2. 666 ± 0. 065b	1. 086 ± 0. 085b	1. 744 ± 0. 169a	1. 180 ± 0. 062a
Heyuan oil chestnut	叶片 Leaf	2. 083 ± 0. 116c	0. 701 ± 0. 091c	1. 147 ± 0. 102b	0. 965 ± 0. 045b

同列数据后不同字母表示差异显著(  $P < 0.05$  ) Data followed by different letters in the same column meant significant difference at 0.05 level by DM-RT. 下同 The same below.

表 2 农大 1 号板栗和河源油栗结果枝上的桃蛀螟着卵量  
Tab.2 Number of eggs laid on fruit branches of Nongda No. 1 chestnut and Heyuan oil chestnut by *Conogethes punctiferalis*

时间 Time ( h )	着卵量 Number of eggs laid on fruit branches ( egg · branch <sup>-1</sup> )	
	农大 1 号板栗 Nongda No. 1 chestnut	河源油栗 Heyuan oil chestnut
12	5. 9 ± 0. 9	0. 9 ± 0. 3 *
24	6. 9 ± 0. 4	1. 8 ± 0. 1 *
36	8. 8 ± 0. 6	2. 6 ± 0. 3 *
48	9. 8 ± 0. 2	3. 2 ± 0. 3 *
60	10. 4 ± 0. 4	3. 2 ± 0. 3 *
72	10. 8 ± 0. 6	3. 3 ± 0. 3 *

\* 表示同一行差异显著(  $P < 0. 05$   $t$  检验 ) Meant significant difference in the same row at 0. 05 level by  $t$ -test.

表 3 农大 1 号板栗和河源油栗果实和叶片上的桃蛀螟着卵量  
Tab.3 Number of eggs laid on fruits or leaves of Nongda No. 1 chestnut and Heyuan oil chestnut by *Conogethes punctiferalis*

时间 Time ( h )	着卵量 Number of eggs laid on fruits or leaves ( egg · branch <sup>-1</sup> )			
	农大 1 号板栗 Nongda No. 1 chestnut		河源油栗 Heyuan oil chestnut	
	果实 Fruit	叶片 Leaf	果实 Fruit	叶片 Leaf
12	4. 9 ± 0. 4a	1. 1 ± 0. 1b	0c	0. 9 ± 0. 3b
24	5. 7 ± 0. 5a	1. 2 ± 0. 1b	0. 3 ± 0. 3b	1. 5 ± 0. 4b
36	7. 3 ± 0. 8a	1. 5 ± 0. 2b	0. 9 ± 0. 2b	1. 7 ± 0. 5b
48	8. 2 ± 0. 3a	1. 6 ± 0. 1b	1. 4 ± 0. 3b	1. 8 ± 0. 5b
60	8. 9 ± 0. 5a	1. 6 ± 0. 1b	1. 4 ± 0. 3b	1. 8 ± 0. 5b
72	9. 2 ± 0. 7a	1. 6 ± 0. 1b	1. 5 ± 0. 2b	1. 8 ± 0. 5b

同行数据后不同字母表示差异显著(  $P < 0. 05$  , Duncan 's ) Data followed by different letters in the same row meant significant difference at 0. 05 level by Duncan 's.

显著高于河源油栗结果枝. 与河源油栗相比, 桃蛀螟雌蛾更偏好于选择农大 1 号产卵( 表 2 ). 对果实和叶片上的落卵量进行比较, 农大 1 号板栗果实上的落卵量最多, 其他依次是农大 1 号板栗叶片、河源油栗果实和叶片, 后三者之间差异不显著( 表 3 ).

3 讨 论

桃蛀螟对农大 1 号板栗的危害较重, 对河源油栗的危害较轻. 成虫在农大 1 号板栗上产卵较多, 在河源油栗上产卵较少. 桃蛀螟对农大 1 号具有明显的产卵选择性. 根据桃蛀螟危害板栗的特点, 成虫对产卵场所的选择决定了幼虫对食料的选择, 成虫偏好选择农大 1 号产卵是桃蛀螟对该板栗品种危害较重的原因之一.

昆虫对产卵场所的选择由一系列行为反应组成, 包括对寄主植物的定向和对产卵部位的识别, 在该过程中植物挥发物起着重要作用<sup>[10-12]</sup>. 农大 1 号

板栗结果枝、果实和叶片挥发物均对桃蛀螟雌蛾有吸引作用, 但河源油栗挥发物的吸引作用不明显. 雌蛾对农大 1 号板栗果实挥发物的 EAG 反应也明显比河源油栗果实强烈. 可见, 在雌蛾的定向过程中, 农大 1 号板栗果实和叶片挥发物均起到一定的行为导向作用, 而河源油栗果实和叶片挥发物的导向作用不明显, 这与桃蛀螟的产卵选择性相一致. 农大 1 号板栗挥发物对雌蛾具有较强的吸引作用是桃蛀螟偏好该板栗品种为其产卵场所的重要原因.

农大 1 号板栗果实和叶片上的桃蛀螟落卵量具有明显的差异, 成虫在果实上产卵较多, 显然雌蛾对果实做出了产卵部位的识别. 在该品种果实和叶片挥发物同时存在时, 雌蛾对果实挥发物具有明显的趋性. 由此看来, 在接近农大 1 号板栗植株时, 雌蛾很可能根据果实挥发物而做出产卵部位的识别. 雌蛾对农大 1 号果实挥发物的 EAG 反应较该品种叶片强烈, 也说明了这一点.

植物受到危害的程度常与其挥发物对害虫成虫吸引作用的强弱顺序相吻合, 吸引作用强的, 受到的危害较重, 吸引作用弱的, 受到的危害较轻, 如小菜蛾<sup>[21]</sup>、B 型烟粉虱<sup>[22]</sup>、黄曲条跳甲<sup>[23]</sup>、棉铃虫<sup>[24]</sup>、荔枝蒂蛀虫<sup>[25]</sup>和光肩星天牛<sup>[26]</sup>等. 本文的研究结果与此相一致, 农大 1 号板栗挥发物对成虫吸引作用较强, 桃蛀螟对该品种危害较重, 河源油栗挥发物对成虫吸引作用较弱, 桃蛀螟对该品种危害较轻. 植物挥发物中的化学指纹在昆虫寄主识别过程中至关重要. 农大 1 号板栗和河源油栗 2 个品种挥发物中的化学成分及其活性如何, 还有待进一步研究.

致谢 华南农业大学吴伟坚教授、张茂新教授和张振飞博士为本研究提供了帮助, 特此感谢!

参考文献

[ 1 ] Singh YP , Singh Gk , Suresh K. Occurrence of *Dichrocis punctiferalis* Guen. ( Lepidoptera : Pyralidae ) on mango in Western U. P. *Progressive Horticulture* , 2002 , **34** : 130  
[ 2 ] Wang Z-Y ( 王振营 ) , He K-L ( 何康来 ) , Shi J ( 石洁 ) , et al. Analysis of the heavily occurrence trend of the yellow peach borer in corn and its management strategy. *Plant Protection* ( 植物保护 ) , 2006 , **32**( 2 ) : 67 -69 ( in Chinese )  
[ 3 ] Haseeb M. Current status of insect pest problems in guava. *Acta Horticulturae* , 2007 , **735** : 453-467  
[ 4 ] Yang X-Y ( 杨秀元 ) . Peach pyralid moth// Editorial Board of China Agricultural Encyclopedia Insect Volume ( 中国农业百科全书昆虫卷编辑委员会 ) , ed. China Agricultural Encyclopedia Insect Volume. Beijing : China Agricultural Press , 1990 : 388 ( in Chinese )

- [ 5 ] Kang CH , Lee KC , Park CG , *et al.* Seasonal occurrence pattern of peach pyralid moth , *Dichocrosis punctiferalis* , in Fuyu persimmon orchards and fruit damage at harvesting time. *Korean Journal of Applied Entomology* , 2002 , **41** : 107-112
- [ 6 ] Xu J ( 徐 军 ) , Han F-S ( 韩方胜 ) , Liu Q ( 刘强 ) , *et al.* Study on occurrence of *Dichocrocis punctiferalis* on chestnut and its control. *Jiangsu Agricultural Sciences* ( 江苏农业科学 ) , 2001( 1 ) : 42-43 ( in Chinese )
- [ 7 ] Huang H-J ( 黄汉杰 ) , Chen B-X ( 陈炳旭 ) , Sun S-R ( 孙姒纫 ) , *et al.* The major pests on chestnut and its key control technology. *Guangdong Agricultural Sciences* ( 广东农业科学 ) , 2000( 1 ) : 39-41 ( in Chinese )
- [ 8 ] Tang X-W ( 唐旭蔚 ) , Yang J ( 杨 剑 ) , Xie P-Q ( 谢普清 ) , *et al.* Preliminary report on *Dichocrocis punctiferalis* resistance as shown by different cultivars of Chinese chestnut. *Economic Forest Researches* ( 经济林研究 ) , 2003 , **21** ( 2 ) : 42-43 ( in Chinese )
- [ 9 ] Sharma DR , Bal JC , Chahill BS. Assessment of reaction of guava germplasm against fruit fly and castor capsule borer. *Indian Journal of Horticulture* , 2008 , **65** : 145-151
- [ 10 ] Qin J-D ( 钦俊德 ) , Wang C-Z ( 王琛柱 ) . The relation of interaction between insects and plants to evolution. *Acta Entomologica Sinica* ( 昆虫学报 ) , 2001 , **44** ( 3 ) : 360-365 ( in Chinese )
- [ 11 ] Ehrlich PR , Ravev PH. Butterflies and plants : A study in co-evolution. *Evolution* , 1964 , **18** : 586-608
- [ 12 ] Hao D-J ( 郝德君 ) , Ma F-L ( 马凤林 ) , Wang Y ( 王 焱 ) , *et al.* Electroantennogram and behavioral responses of *Monochamus alternatus* to the volatiles from *Pinus thunbergii* with different physiological status. *Chinese Journal of Applied Ecology* ( 应用生态学报 ) , 2006 , **17** ( 6 ) : 1070-1074 ( in Chinese )
- [ 13 ] Light DM , Knight AL. Specificity of codling moth ( Lepidoptera : Tortricidae ) for the host plant kairomone , ethyl ( 2E , 4Z )- 2 , 4- decadienoate : Field bioassays with pome fruit volatiles , analogue and isomeric compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* , 2005 , **53** : 4046-4053
- [ 14 ] Uechi K , Matsuyama S , Suzuki T. Oviposition attractants for *Plodia interpunctella* ( Hübner ) ( Lepidoptera : Pyralidae ) in the volatiles of whole wheat flour. *Journal of Stored Products Research* , 2007 , **43** : 193-201
- [ 15 ] Chen B-X ( 陈炳旭 ) , Xu Q-Y ( 徐齐云 ) , Huang H-J ( 黄汉杰 ) . EAG response of *Dichocrocis punctiferalis* to volatile from chestnut. *South China Fruits* ( 中国南方果树 ) , 2008 , **37** ( 3 ) : 78-79 ( in Chinese )
- [ 16 ] Deng S-D ( 邓曙东 ) , Yun G-L ( 贡桂玲 ) , Zhang Q-W ( 张青文 ) , *et al.* Effect of false flax ( *Gmelina Sativa* ) on larval feeding and adult behavioral response of the diamondback moth ( *Plutella xylostella* ). *Acta Entomologica Sinica* ( 昆虫学报 ) , 2004 , **47** ( 4 ) : 474-478 ( in Chinese )
- [ 17 ] Dai H-G ( 戴华国 ) , Sun L-J ( 孙丽娟 ) , Wang Q ( 王 琴 ) . Comparing study on oviposition preference and host-selecting behavior of larvae of rice and water-oat population of rice stem borer , *Chilo suppressalis*. *Chinese Journal of Applied Ecology* ( 应用生态学报 ) , 2003 , **14** ( 5 ) : 741-743 ( in Chinese )
- [ 18 ] Zhang Z-C ( 张志春 ) , Wang M-Q ( 王满园 ) , Wang N ( 王 楠 ) , *et al.* Olfactory responses of *Plutella xylostella* to polyamines. *Acta Entomologica Sinica* ( 昆虫学报 ) , 2006 , **49** ( 1 ) : 142-145 ( in Chinese )
- [ 19 ] Zhang M-X ( 张茂新 ) , Ling B ( 凌 冰 ) , Kong C-H ( 孔垂华 ) , *et al.* Allelopathic potential of volatile oil from *Mikania micrantha*. *Chinese Journal of Applied Ecology* ( 应用生态学报 ) , 2002 , **13** ( 10 ) : 1300-1302 ( in Chinese )
- [ 20 ] Ouyang G-C ( 欧阳革成 ) , Yang Y-P ( 杨悦屏 ) , Zhong G-L ( 钟桂林 ) , *et al.* Oviposition repellency and EAG responses of the Oriental fruit fly , *Bactrocera dorsalis* ( Hendel ) to mineral spray oils. *Acta Entomologica Sinica* ( 昆虫学报 ) , 2008 , **51** ( 4 ) : 390-394 ( in Chinese )
- [ 21 ] Pivnick KA , Jarvis BJ , Slater GP. Attraction of the diamondback moth ( Lepidoptera : Plutellidae ) to volatiles of oriental mustard : The influence of age , sex , and prior exposure to mates and host plants. *Environmental Entomology* , 1990 , **19** : 704-709
- [ 22 ] Cao F-Q ( 曹凤勤 ) , Liu W-X ( 刘万学 ) , Fan Z-N ( 范中南 ) , *et al.* Behavioural responses of *Bemisia tabaci* B-biotype to three host plants and their volatiles. *Acta Entomologica Sinica* ( 昆虫学报 ) , 2008 , **51** ( 8 ) : 830-838 ( in Chinese )
- [ 23 ] Gao Z-Z ( 高泽正 ) , Wu W-J ( 吴伟坚 ) , Cui Z-X ( 崔志新 ) . Effect of glucosinolates of host vegetables on preference of striped flea beetle. *Journal of South China Agricultural University* ( 华南农业大学学报 ) , 2001 , **22** ( 4 ) : 39-42 ( in Chinese )
- [ 24 ] Fu X-W ( 付晓伟 ) , Guo X-R ( 郭线茹 ) , Luo M-H ( 罗梅浩 ) , *et al.* Electrophysiological and behavioral responses of *Helicoverpa assulta* ( Guenée ) and *H. armigera* ( Hübner ) ( Lepidoptera : Noctuidae ) to tobacco volatile compounds of high concentration. *Acta Entomologica Sinica* ( 昆虫学报 ) , 2008 , **51** ( 9 ) : 902-909 ( in Chinese )
- [ 25 ] Peng H-H ( 彭海辉 ) , Lu Y-Y ( 陆永跃 ) , Liang G-W ( 梁广文 ) , *et al.* Oviposition attraction effect of host plants to litchi fruit borer *Conopomorpha sinensis*. *Chinese Bulletin of Entomology* ( 昆虫知识 ) , 2007 , **44** ( 3 ) : 361-363 ( in Chinese )
- [ 26 ] Zhang F-J ( 张凤娟 ) , Jin Y-J ( 金幼菊 ) , Chen H-J ( 陈华君 ) , *et al.* The selectivity mechanism of *Anoplophora glabripennis* on four different species of maples. *Acta Ecologica Sinica* ( 生态学报 ) , 2006 , **26** ( 3 ) : 870-877 ( in Chinese )

作者简介 陈炳旭 ,男 ,1962 年生 ,博士 ,研究员 . 主要从事果树害虫防治研究 ,发表论文 50 余篇 . E-mail :Gzchenbx@163.com

责任编辑 张凤丽