

# 不同植物材料对烟草甲成虫选择行为的影响

吕建华<sup>1</sup>, 袁良月<sup>1</sup>, 张会娜<sup>1</sup>, 马丹<sup>1</sup>, 苏新宏<sup>2</sup>, 杜阅光<sup>3</sup>

1 河南工业大学粮油食品学院, 郑州高新技术产业开发区莲花街 450001;

2 河南省烟草公司, 郑州市金水区政七街 7 号 450008;

3 天昌国际烟草有限公司, 河南省许昌市五一路北段 461000

**摘要:** 采用 Y 型嗅觉仪在实验室内研究了臭椿树皮、蛇床子、高良姜根茎、木香薷、苍耳子、桂皮、艾叶、烟叶和麦粒(全麦粉)等植物材料对烟草甲成虫选择行为的影响。结果表明: 烟叶、苍耳子、蛇床子、麦粒(全麦粉)对烟草甲成虫的引诱作用较强, 烟草甲成虫的选择系数均在 43.00% 以上, 其引诱的试虫数显著多于对照引诱的试虫数; 全麦粉与烟叶粉末的引诱作用相当。臭椿树皮和高良姜根茎(正常状态和粉末状态)对烟草甲成虫均表现出较强的忌避性, 烟草甲成虫对臭椿树皮和高良姜根茎的选择系数分别为 -56.25% 和 -62.50%, 二者气味源中的试虫数显著少于对照。

**关键词:** 烟草甲; 植物材料; 选择行为; 引诱作用; 驱避作用

doi:10.3969/j.issn.1004-5708.2014.05.016

中图分类号: S43 文献标志码: A 文章编号: 1004-5708 (2014) 05-0098-05

## Effects of different plant materials on selective behavior of adult *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae)

LV Jianhua<sup>1</sup>, YUAN Liangyue<sup>1</sup>, ZHANG Huina<sup>1</sup>, Ma Dan<sup>1</sup>, SU Xinhong<sup>2</sup>, DU Yueguang<sup>3</sup>

1 School of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou, 450001, China;

2 Henan Provincial Tobacco Company, Zhengzhou 450008, China;

3 Tianchang International Tobacco Co., Ltd., Xuchang 461000, Henan, China

**Abstract:** Plant materials as *Ailanthus altissima* Swingle bark, *Cnidium monnieri* (L.) fruit, *Aipinia officinarum* Hance rhizome, *Elsholtzia stauntonii* Benth fruit, *Xanthium sibiricum* Patr. fruit, *Cinnamomum cassia* Presl pericarp, *Folium artemisiae* Argyi plant, *Nicotiana glauca* L. leaf, and *Triticum aestivum* L. kernel (and whole flour) were used to study their effects on selective behavior of adult *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). Results showed that *N. glauca* leaf, *X. sibiricum* fruit, *C. monnieri* fruit and *T. aestivum* kernel (whole flour) showed strong attractiveness to *L. serricorne* adults, with selection coefficient over 43.00%. The number of *L. serricorne* adults attracted by these plant materials was significantly more than that attracted by control material. Whole wheat flour had nearly the same attractiveness as tobacco leaf powder. *A. altissima* bark and *A. officinarum* rhizome (natural state and powder) exhibited potent repellency to *L. serricorne* adults, with selection coefficient of -56.25% and -62.50% respectively. The number of *L. serricorne* adults distributed in these two plant materials was significantly less than that distributed in control.

**Keywords:** *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae); plant material; selective behavior; attractiveness; repellency

**基金项目:** 2010 年度河南省烟草专卖局(公司)科学研究与技术开发项目(201019)

**作者简介:** 吕建华(1971—), 博士, 副教授, 研究方向为储藏物害虫综合治理与安全储藏技术, Tel: 0371-67758022,

Email: jianhly@yahoo.com.cn

收稿日期: 2013-09-01

烟草甲 *Lasioderma serricorne* (Fabricius) 属鞘翅目窃蠹科, 又名烟草标本虫、苦丁茶蛀虫、烟草窃蠹, 严重危害储藏的烟草及其制品、粮食及其加工产品、干果、干菜和调味品、动植物标本等<sup>[1-2]</sup>, 尤其对烟草产业造成巨大的经济损失, 是全世界烟草储藏的头号害虫<sup>[3-4]</sup>。

植物挥发物是具有重要生态学功能的信息化合物, 对植食性昆虫的寄主选择、取食、聚集、交配、产卵等行为等方面起着非常重要的调控作用<sup>[5]</sup>。烟草甲成虫对烟叶的不同香气物质或不同烟叶的趋性不同, 在不同烟叶上产卵具有选择性<sup>[6-10]</sup>, 表明来源于烟叶的信息化合物对烟草甲的行为选择具有重要影响。

虽然利用人工合成性信息素作为诱芯诱捕烟草甲已经发展成为对烟草甲种群发生进行监测和防治的有力工具<sup>[11-12]</sup>。但这种方式的一个重要弱点是现有应用的烟草甲人工合成性信息素只对雄虫起引诱作用。由于烟草甲种群中雌雄虫的性比基本为 1: 1, 而且雄虫可以多次与雌虫交配, 导致在实践当中很难彻底防治<sup>[13-14]</sup>。植物挥发物可直接对昆虫的雌虫和雄虫行为产生影响, 并可作为昆虫性信息素的增效剂增强对雄虫的引诱作用<sup>[15-16]</sup>, 甚至可以直接作为引诱剂使用<sup>[17]</sup>。

因此, 作者在预备实验的基础上, 利用 Y 型嗅觉仪研究了臭椿树皮、蛇床子、高良姜根茎、木香薷、苍耳子、桂皮、艾叶、麦粒、全麦粉和烟叶等 10 种植物材料对烟草甲成虫选择行为的影响, 为利用行为调控技术有效控制烟草甲的危害提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试昆虫

供试烟草甲由中国烟草总公司郑州烟草研究院提供, 并已在河南工业大学害虫防治试验室养虫室内(温度为 27℃ ± 2℃, 相对湿度 75% ± 5%) 饲养 3 代以上。所用饲料为全麦粉 + 5% 酵母粉。挑选羽化后 3 ~ 5 d 健康的烟草甲成虫供试。

### 1.2 供试植物材料

供试植物分类地位、采集部位见表 1。

将供试植物材料带回实验室, 用清水洗净并晾干, 然后将一部分用粉碎机粉碎, 过 40 目筛, 最后将植物材料粉装入玻璃瓶中, 作为粉末状态气味源材料备用; 另一部分作为正常状态气味源材料备用。所有植物材料均用聚乙烯塑料袋密封、低温、避光保存。

表 1 供试植物种类

Tab. 1 Plant species tested in the experiment

分类地位	植物名称	采集部位
苦木科	臭椿	树皮
伞形科	蛇床子	果实
姜科	高良姜	根茎
唇形科	木香薷	果实
菊科	苍耳子	果实
樟科	桂皮	果皮
菊科	艾叶	植株
茄科	烟叶	叶片
禾本科	小麦	果实

### 1.3 烟草甲成虫选择行为生物测定

采用 Y 型嗅觉仪对烟草甲成虫选择行为进行生物测定。Y 型嗅觉仪的两臂及直管均长 10.0 cm, 内径 1.0 cm, 两臂夹角 75°。Y 型嗅觉仪上方接 2 只 30 W 白炽灯, 以控制光照, 平衡照明。Y 型嗅觉仪两臂分别通过 Teflon 管与两个味源瓶(即 A、B 气味源)相连。两味源瓶内盛不同植物材料(或者其中一个为空瓶, 不放入任何物质作为对照)。在气流进入味源瓶之前, 先经过一个活性炭过滤器(Φ1.8 cm × 10.0 cm) 和一个蒸馏水瓶, 以净化空气和增加空气湿度。每臂的气流流量采用气体流量计控制为 250 mL/min。试虫从 Y 型嗅觉仪放入直管后可自由地往返爬行并逐渐适应其内部的环境。

试验时挑选健壮、触角及附肢完好的烟草甲成虫逐头引入 Y 型嗅觉仪直管内, 然后观察记录 10 min 内试虫的行为反应。选择性的标准为: 当某试虫爬至超过某臂的 8 cm 处, 并持续 1 min 以上者, 就记该试虫对该臂的气味源作出选择。如果试虫引入 10 min 后仍不作出选择, 则视为无反应, 并结束对该试虫的行为观察。整个测试过程在 27℃ ± 2℃ 的室内进行。为消除试虫相互之间的干扰和外界因子(如光照强度)的影响, 在测试时, 每个处理至少测定 32 头试虫, 8 头为一组, 重复 4 次。每测定一组, 调换嗅觉仪的两味源瓶位置, 每测定两组, 清洗并调换两味源瓶; 每测 4 头试虫后就用 95% 的乙醇擦拭嗅觉仪的内壁, 然后用蒸馏水冲洗, 并在 80℃ ~ 100℃ 的烘箱内烘干, 以清洗试虫在管壁内残留物, 同时调换两臂的方向。

选择反应率和选择系数计算公式:

$$\text{选择反应率}(\%) = A / (A+B) \times 100\%$$

$$\text{选择系数}(\%) = (A - B) / (A + B) \times 100\%$$

A: A 气味源引诱的虫数 B: B 气味源引诱的虫数

选择系数大于0, 表示试虫对待测植物有趋性(即引诱性), 数值越大, 表示趋性越强; 选择系数若小于0, 则表示试虫对待测植物有负趋性(即忌避性), 其绝对值越大, 表示忌避性越强。

#### 1.4 数据处理

本试验数据用 Microsoft Excel 和 DPS 数据分析处理软件进行单因素方差分析和卡方检验。

## 2 结果与分析

从表2可知, 烟叶、苍耳子、蛇床子、麦粒、木香薷、桂皮、艾叶均对烟草甲成虫具有引诱作用。其中烟叶、苍耳子、蛇床子、麦粒对烟草甲成虫的引诱作用较强, 烟草甲成虫的选择系数均在43.00%以上, 其引诱的试虫数与对照的差异有高度统计学意义; 木香薷、桂皮和艾叶对烟草甲成虫的引诱作用较小, 烟草甲成虫的选择系数均小于30.00%。臭椿树皮和高良姜根茎对烟草甲成虫表现出较强的忌避性, 烟草甲成虫对臭椿树皮和高良姜根茎的选择系数均为负数, 分别为-56.25%和-62.50%, 二者气味源中的试虫数与对照相比有高度统计学意义。

表2 烟草甲成虫对不同植物材料(正常状态)的选择反应率和选择系数

Tab. 2 The selection response rate and selection coefficient of *L. serricorne* adults to different plant materials at natural state

植物材料	选择反应率 / %	选择系数 / %	植物材料中虫数 / 头	对照中虫数 / 头	$\chi^2$ 值
烟叶	81.25	62.50	26	6	11.28**
苍耳子	78.13	56.25	25	7	9.03**
蛇床子	75.00	50.00	24	8	7.03**
麦粒	71.88	43.75	23	9	5.28*
木香薷	62.50	25.00	20	12	1.53ns
桂皮	56.25	15.63	18	13	0.50ns
艾叶	53.13	9.38	17	14	0.13ns
臭椿树皮	21.88	-56.25	7	25	9.03**
高良姜根茎	18.75	-62.50	6	26	11.28**

注: 标有\*\*者表示与对照相比有高度统计学意义( $P < 0.01$ ), 标有\*者表示与对照相比有统计学意义( $P < 0.05$ ), ns表示无统计学意义。下同。

从表3可知, 在烟叶、苍耳子、蛇床子、麦粒四种对烟草甲成虫引诱性较强的植物材料当中, 烟叶对烟草甲成虫引诱性显著强于苍耳子、蛇床子、麦粒的引诱性, 其引诱的试虫数显著多于苍耳子、蛇床子、麦粒引诱的试虫数。苍耳子、蛇床子、麦粒相互之间对烟草甲成虫的引诱性没有统计学意义。在臭椿树皮和高良姜根茎两种对烟草甲成虫忌避性较强的植物材料之间, 烟草甲成虫在两者气味源中分布的数量没有统计学意义。

表3 不同植物材料(正常状态)对烟草甲成虫选择行为的影响

Tab. 3 Effects of different plant materials at natural state on choice behavior of *L. serricorne* adults

材料1 / 材料2	材料1中虫数 / 头	材料2中虫数 / 头	$\chi^2$ 值
烟叶 / 苍耳子	23	9	5.28*
烟叶 / 蛇床子	24	8	7.03**
烟叶 / 麦粒	26	6	10.03**
苍耳子 / 蛇床子	16	16	0.03ns
苍耳子 / 麦粒	18	14	0.28ns
蛇床子 / 麦粒	17	15	0.03ns
臭椿树皮 / 高良姜根茎	14	18	0.28ns

从表 4 可知, 所测试的 9 种植物材料的粉末状态与在正常状态相比, 对烟草甲成虫的选择行为表现出相同影响。烟叶、苍耳子、蛇床子、全麦粉、木香薷、桂皮、艾叶的粉末均对烟草甲成虫具有引诱作用, 其中烟叶、全麦粉、苍耳子、蛇床子的粉末对烟草甲成虫引诱作用较强, 烟草甲成

虫的选择系数分别达到 62.50%、56.25%、50.00% 和 43.75%。臭椿树皮和高良姜根茎的粉末对烟草甲成虫表现出较强的忌避性, 烟草甲成虫对臭椿树皮和高良姜根茎粉末的选择系数均为负数, 分别为 -62.50% 和 -56.25%, 二者气味源中的试虫数与对照相比有高度统计学意义。

表 4 烟草甲成虫对不同植物材料(粉末状态)的选择反应率和选择系数

Tab. 4 The selection response rate and selection coefficient of *L. serricornis* adults to different plant material powders

植物材料	选择反应率 / %	选择系数 / %	植物材料中虫数 / 头	对照中虫数 / 头	$\chi^2$ 值
烟叶	81.25	62.50	26	6	11.28**
全麦粉	78.13	56.25	25	7	9.03**
苍耳子	75.00	50.00	24	8	7.03**
蛇床子	71.88	43.75	23	9	5.28*
木香薷	65.63	34.38	21	10	3.13ns
桂皮	59.38	21.88	19	12	1.13ns
艾叶	53.13	6.25	17	15	0.03ns
臭椿树皮	18.75	-62.50	6	26	11.28**
高良姜根茎	21.88	-56.25	7	25	9.03**

从表 5 可知, 在烟叶、苍耳子、蛇床子、全麦粉四种对烟草甲成虫引诱性较强的植物粉末材料当中, 烟叶粉末和全麦粉对烟草甲成虫的引诱性显著强于苍耳子粉末和蛇床子粉末的引诱性, 其引诱的试虫数均显著多于苍耳子粉末和蛇床子粉末引诱的试虫数; 在

烟叶粉末和全麦粉之间、苍耳子粉末和蛇床子粉末之间, 二者对烟草甲成虫的引诱性没有统计学意义。在臭椿树皮粉末和高良姜根茎粉末两种对烟草甲成虫忌避性较强的植物粉末材料之间, 烟草甲在两者气味源中分布的数量没有统计学意义。

表 5 不同植物材料(粉末状态)对烟草甲成虫选择行为的影响

Tab. 5 Effects of different plant material powders on choice behavior of *L. serricornis* adults

材料 1 / 材料 2	材料 1 中虫数 / 头	材料 2 中虫数 / 头	$\chi^2$ 值
烟叶 / 全麦粉	21	11	2.53ns
烟叶 / 苍耳子	23	9	5.28*
烟叶 / 蛇床子	26	6	10.03**
全麦粉 / 苍耳子	23	9	5.28*
全麦粉 / 蛇床子	24	8	7.03**
苍耳子 / 蛇床子	17	15	0.03ns
臭椿 / 高良姜	18	14	0.28ns

### 3 结论和讨论

前人研究表明, 寄主植物挥发物对烟草甲行为选择偏好性起着重要的调节作用<sup>[2]</sup>。不同种类的植物材料因其具有各自不同的挥发物而对烟草甲的选择行为产生重要影响<sup>[13-14]</sup>。烟草甲所处的环境是一个非常异质的化学环境, 它通过识别周围植物气味的化学指纹图谱的细微变化来完成寄主定位, 进而决定烟草甲对不同寄主(植物材料)的危害程度。本文通过Y型嗅觉仪研究表明, 所测试的植物材料在正常状态和粉末状态下, 高良姜根茎和臭椿树皮均对烟草甲成虫表现出强烈的负引诱作用, 即较强的忌避性; 烟叶、苍耳子、蛇床子和麦粒(全麦粉)均对烟草甲成虫表现出较强的引诱活性。因此, 可进一步根据不同植物材料对烟草甲成虫所表现的生物活性程度, 收集、分离、鉴定其挥发物成分, 测试不同挥发物成分或其不同成分组合对烟草甲的生物活性, 研究开发新型的植物源引诱剂或驱避剂, 为烟草甲的生物防治提供新的手段, 实现烟草及其制品的安全储藏。

#### 参考文献:

- [1] 吕建华, 李磊, 程龙, 等. 臭椿树皮提取物对烟草甲成虫的生物活性研究[J]. 烟草科技, 2007(6): 16-18.
- [2] Hori M, Miwa M, Iizawa H. Host suitability of various stored food products for the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) [J]. Applied Entomology and Zoology, 2011, 46:463-469.
- [3] 罗梅浩, 马淑健, 殷花娥, 等. 烟草甲 *Lasioderma serricorne* Fabricius 对储存烟叶危害损失的初步研究[J]. 河南农业大学学报, 2003, 37(3): 249-252.
- [4] Akinkulere R O, 张宏宇, 饶琼, 等. 烟草甲在三种寄主上存活、发育的研究[J]. 粮食储藏, 2006, 35(5): 8-10, 14.
- [5] 吕建华, 李月红, 刘树生. 植食性昆虫学习行为与害虫治理的关系[J]. 昆虫知识, 2008, 45(4): 663-667.
- [6] 孟国玲, 陈茂华, 龚信文. 贮存烟叶化学成分对烟草甲产卵、取食选择性的影响[J]. 湖北农学院学报, 2000, 20(1):16-18.
- [7] 孟国玲, 陈茂华, 余文畅, 等. 烟草甲产卵选择性的初步研究[J]. 湖北植保, 2002(3): 3-4.
- [8] 薛宝燕, 程新胜, 魏重生, 等. 烟草甲研究进展[J]. 烟草科技, 2005(2): 44-48.
- [9] 陈茂华, 孟国玲, 龚信文. 烟草甲对贮存烟叶选择危害的系统聚类分析[J]. 湖北农业科学, 2002(1): 41-42.
- [10] Howlader A J, Ambadkar P M. Oviposition deterring influence of female body wash in tobacco beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera :Anobiidae) [J]. Journal of Stored Product Research, 1995, 31:91-95.
- [11] 吴江, 匡小帆. 烟草甲性信息素的合成[J]. 四川大学学报, 1999, 36(6): 1100-1105.
- [12] Eberhardt H J. Alternative forms of storage protection: biological insecticides for the control of the cigarette beetle (*Lasioderma serricorne*) and the tobacco moth (*Ephestia elutella*) [J]. Beitrage Zur Tabakforschung International, 1997, 17(2): 31-47.
- [13] Howe R W. A laboratory study of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Col., Anobiidae) with a critical review of the literature on its biology [J]. Bulletin of Entomological Research, 1957, 48: 119-135.
- [14] Mahroof R M, Phillips T W. Orientation of the Cigarette Beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera:Anobiidae) to Plant-Derived Volatiles[J]. Journal of Insect Behavior, 2007, 20(1): 99-115.
- [15] Phillips T W, Jiang X L, Burkholder W E, et al. Behavioral responses to food volatiles by two species of stored-product Coleoptera, *Sitophilus oryzae* (Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) [J]. Journal of Chemical Ecology, 1993, 19: 723-733.
- [16] Landolt P J, Phillips T W. Host plant influences on sex pheromones behavior of phytophagous insects [J]. Annual Review of Entomology, 1997, 42: 371-391.
- [17] Chambers J. Overview on stored-product insect pheromones and food attractants [J]. Journal of Kansas Entomological Society, 1991, 63: 490-499.