

文章编号: 1001-411X(2000)04-0026-04

# 非洲山毛豆对几种鳞翅目害虫的拒食作用

张业光, 徐汉虹, 黄继光, 赵善欢

(华南农业大学昆虫毒理研究室, 广东 广州 510642)

**摘要:** 报道了非洲山毛豆(*Tephrosia vogelii* Hook)丙酮提取物对菜青虫(*Pieris rapae* L.)、斜纹夜蛾(*Spodoptera litura* Fabricius)、粘虫(*Mythimna separata* Walker)、小菜蛾(*Plutella xylostella* L.)等害虫的拒食作用。选择性拒食作用中, 非洲山毛豆叶丙酮提取物以植物干粉 0.2 g/mL 处理时, 对 5 龄菜青虫的拒食率为 87.3%, 与 1 000 mg/L 川楝素达到同一水平。对 5 龄斜纹夜蛾和粘虫的拒食率分别为 65.8% 和 100%, 粘虫对提取物的反应更敏感, 以植物干粉 0.005 g/mL 处理时, 拒食率仍达到 60.5%。非选择性拒食作用中, 非洲山毛豆叶丙酮提取物植物干粉 0.01 g/mL 处理时, 对 5 龄菜青虫 48 h 的拒食率高达 94.2%; 植物干粉 0.1 g/mL 处理时, 对 4 龄小菜蛾的拒食率为 100%, 显示出强烈的拒食作用。

**关键词:** 非洲山毛豆; 丙酮提取物; 鳞翅目害虫; 拒食作用

中图分类号: S482.39

文献标识码: A

非洲山毛豆(*Tephrosia vogelii* Hook)是原产于热带非洲的一种杀虫植物, 主要分布于北纬 15°至南纬 20°之间的广大地区<sup>[1]</sup>。关于非洲山毛豆提取物对害虫的活性在国外已有不少报道。Tattersfield 等<sup>[2,3]</sup>发现该植物叶的乙醇提取物对酸模蚜(*Aphis rumicoides* L.)有高毒性, 喷雾处理与烟碱有相同的效果; 对鳞翅目幼虫也有很强的忌避作用。本文用非洲山毛豆叶的丙酮提取物, 在稀释一定的倍数后, 分别对菜青虫、斜纹夜蛾、粘虫、小菜蛾等鳞翅目害虫的选择性和非选择性拒食作用进行了初步的研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试昆虫

(1) 菜青虫: 从广州市郊十字花科蔬菜田中采集高龄菜青虫, 放到  $d=20\text{ cm}$ ,  $h=10\text{ cm}$  的圆柱形玻璃水槽中, 以新鲜甘蓝叶片饲喂。在恒温  $(25\pm 1)^{\circ}\text{C}$  室内饲养 24~72 h 后挑选出发育整齐、无病毒病和不被寄生的 5 龄幼虫供试。

(2) 小菜蛾: 供试小菜蛾采集于广州市郊, 经室内用十字花科菜苗子叶饲养 4~7 代的种群。成虫放养在  $0.7\text{ m}\times 0.5\text{ m}\times 0.5\text{ m}$  的网笼内。以  $w$  为 10% 蜂蜜水补充营养。产卵在子叶、菜苗上。幼虫孵化后取食子叶, 发育至 4 龄时, 挑选整齐一致 4 龄初期幼虫供试。

(3) 斜纹夜蛾和粘虫: 均采自广州市郊, 在室内用天然饲料(粘虫用玉米叶, 斜纹夜蛾用木薯叶)饲

养 3 代以上的种群, 选用发育整齐一致的 5 龄幼虫供试。

### 1.2 植物材料来源及提取方法

(1) 植物材料来源: 非洲山毛豆紫花品种和白花品种、短萼灰叶(*Tephrosia candida*)、灰叶(*Tephrosia purpurae*)、厚果鸡血藤(*Millatia pachycarpa*)、毛鱼藤(*Deris elliptica*) (即黄文江鱼藤), 均采自华南农业大学昆虫毒理研究室杀虫植物标本园内。随机抽样采集的样品包括生长盛期的复叶、茎皮、茎木、小枝、根、花和荚果。新鲜植物材料阴干至一定程度后, 放到恒温烘箱内加温到  $40\sim 45^{\circ}\text{C}$ , 鼓风吹干至材料发脆。用植物粉碎机将各植物样品分别捣碎(40 目), 装入尼龙薄膜袋中密封放入冰箱中保存待用。

(2) 提取制备: 抽样称取植物材料干粉放到具塞磨口三角瓶内, 加入 20 倍( $V/m$ , mL/g)分析纯丙酮, 放到避光暗处浸提 48 h。将浸提液滤出后, 残渣加入 10 倍量丙酮继续浸提 24 h, 最后再用 3 倍量丙酮冲洗残渣 1 次。滤液合并置于通风橱内让丙酮自然挥发浓缩。最后定容为每克干植物材料得提取物 1 mL, 密封贮存于冰箱内待测。

### 1.3 其他供试药物

川楝素(纯品): 纯度 98% 以上。由中国人民解放军北京微生物流行病学研究所舒国欣研究员提供; 印楝种子提取物(AZT-VR-K 20% EC, 含印楝素 2.45%)由联邦德国吉森大学 H. Schmutterer 教授提供。

1.4 试验方法

用叶碟法进行选择性和非选择性拒食作用测定.

(1) 菜青虫的拒食作用测定: 在  $d=9\text{ cm}$  的玻璃培养皿中垫 1 张定性滤纸, 加少量蒸馏水保湿. 将干净的新鲜甘蓝叶片用圆形打孔器打成  $d=2\text{ cm}$  的叶碟, 放到供试样品的丙酮稀释液中浸 1 s, 或将样品液定量涂布叶面 (对照组浸渍或涂布纯丙酮). 让丙酮挥发干, 然后摆入培养皿中. 选择性拒食试验的每皿摆放处理和对照的叶碟各 2 片相间排列; 非选择性拒食试验的每皿摆放 4 片处理叶碟, 另设对照组. 每皿放入 1 头饥饿了 2 h 的 5 龄菜青虫. 待其取食 24 h 后, 用 LI-3000 型面积测定仪测定剩余叶面积, 据此计算出每虫取食面积和拒食率.

拒食率(%) =  $\frac{\text{对照组取食面积} - \text{处理组取食面积}}{\text{对照组取食面积}} \times 100$

(2) 小菜蛾的拒食作用测定: 将甘蓝叶片制成  $d=5.8\text{ cm}$  的叶碟, 用 1 mL 的注射器 (配不锈钢针头) 将供试样品丙酮稀释液定量涂布 (每叶碟 0.3

mL) 到叶碟的表面. 每个培养皿 ( $d=9\text{ cm}$ ) 放入 1 叶碟, 接入 4 龄小菜蛾 10 头. 待其取食 24 和 48 h 后, 用方格坐标纸度量取食面积, 据此计算出非选择性拒食效果 (计算公式同菜青虫).

(3) 斜纹夜蛾和粘虫的拒食作用测定: 分别用木薯叶和玉米叶做叶碟法试验, 测定方法与菜青虫类同.

2 结果与分析

用 5 种豆科杀虫植物叶的丙酮提取物对 5 龄菜青虫进行叶碟法选择性拒食作用的室内生物测定结果表明, 唯有非洲山毛豆叶具有较高的活性 (表 1). 其丙酮提取物 5 倍稀释液处理时, 拒食率为 87.3%, 与 1 000 mg/L 川楝素达到同一水平.

除菜青虫外, 非洲山毛豆叶丙酮提取物对斜纹夜蛾和粘虫幼虫的选择性拒食作用也较显著 (表 2). 尤其粘虫的反应更为敏感, 在稀释到 200 倍处理时, 拒食率仍达到 60.5%.

表 1 几种豆科植物叶丙酮提取物对 5 龄菜青虫选择性拒食作用  
Tab. 1 Antifeedant activity of acetone extracts from leaves of several plants of Legume against 5th instar *Pieris rapae* in choice tests

| 植物<br>plants               | $\rho^{1)}/(\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$ | 重复数<br>rep. | 每虫取食面积 eating area each/ $\text{cm}^2$ |       | 拒食率 <sup>2)</sup><br>antifeeding rate/ % |
|----------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------|------------------------------------------|
|                            |                                           |             | 处理 treatment                           | 对照 CK |                                          |
| 非洲山毛豆 <i>T. vogelii</i>    | 0.200                                     | 7           | 0.10                                   | 0.78  | 87.30a                                   |
| 灰叶 <i>T. purpureae</i>     | 0.200                                     | 10          | 0.72                                   | 0.87  | 17.24b                                   |
| 短萼灰叶 <i>T. candida</i>     | 0.200                                     | 10          | 0.85                                   | 0.76  | 0.00c                                    |
| 黄文江鱼藤 <i>D. elliptica</i>  | 0.200                                     | 7           | 0.97                                   | 0.61  | 0.00c                                    |
| 厚果鸡血藤 <i>M. pachycarpa</i> | 0.200                                     | 7           | 1.28                                   | 1.32  | 3.03bc                                   |
| 川楝素 (纯品) Toosendanin       | 0.001                                     | 10          | 0.11                                   | 0.99  | 88.89a                                   |

1)  $\rho$  为有效成分浓度; 2) 数据后随相同字母者, 示 5% 水平上差异不显著 (DMRT)

表 2 非洲山毛豆叶丙酮提取物对几种鳞翅目幼虫选择性拒食效果<sup>1)</sup>  
Tab. 2 Antifeedant activity of acetone extracts from leaves of *Tephrosia vogelii* against several kinds of Lepidoptera larvae

| 供试昆虫 tested insects                      | $\rho^{2)}/(\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$ | 每虫取食面积 <sup>3)</sup> eating area each/ $\text{cm}^2$ |              | 拒食率<br>antifeedant rate / % |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|
|                                          |                                           | 对照 CK                                                | 处理 treatment |                             |
| 菜青虫 (5 龄) 5th-instar <i>Pieris raee</i>  | 0.200                                     | 0.776                                                | 0.099        | 87.3 b                      |
| 斜纹夜蛾 (5 龄) 5th- <i>Spodoptera litura</i> | 0.200                                     | 0.910                                                | 0.310        | 65.8c                       |
| 粘虫 (5 龄) 5th- <i>Mythimna separata</i>   | 0.200                                     | 0.869                                                | 0.000        | 100.0a                      |
|                                          | 0.020                                     | 1.654                                                | 10.600       | 93.6b                       |
|                                          | 0.005                                     | 2.151                                                | 0.854        | 60.5c                       |

1) 数据后随相同字母者, 示 5% 水平上差异不显著 (DMRT); 2)  $\rho$  为有效成分浓度; 3) 该数据是 7 个重复的平均值

在强迫取食的非选择性叶碟法拒食作用测定中, 非洲山毛豆叶丙酮提取物的活性显得比选择性条件下更为强烈. 稀释 50~200 倍浓度范围内的处理, 12、24 和 48 h 内拒食率均达 90% 以上 (表 3).

表 3 几种灰叶属植物叶丙酮提取物对 5 龄菜青虫非选择性拒食作用<sup>1)</sup>

Tab. 3 Antifeedant activity of acetone extracts from several plant leaves of *Tephrosia* spp. against 5th *Pieris rapae* in no-choice tests

| 供试植物<br>tested plants   | $\rho^{2)}/(\text{g}^{\circ}\text{mL}^{-1})$ | 12 h                               |                        | 24 h                               |                        | 48 h                               |                        |
|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|
|                         |                                              | 取食量                                | 拒食率                    | 取食量                                | 拒食率                    | 取食量                                | 拒食率                    |
|                         |                                              | eating quantity<br>/ $\text{cm}^2$ | antifeedant<br>rate/ % | eating quantity<br>/ $\text{cm}^2$ | antifeedant<br>rate/ % | eating quantity<br>/ $\text{cm}^2$ | antifeedant<br>rate/ % |
| 非洲山毛豆 <i>T. vogelii</i> | 0.020                                        | 0.405                              | 94.5a                  | 0.573                              | 95.50a                 |                                    |                        |
|                         | 0.010                                        | 0.381                              | 94.9a                  | 0.623                              | 95.10a                 | 1.473                              | 94.20a                 |
|                         | 0.005                                        | 0.335                              | 95.2a                  | 0.713                              | 94.30a                 | 1.983                              | 92.20a                 |
| 灰叶 <i>T. pururae</i>    | 0.200                                        | 7.320                              | 1.5b                   | 11.331                             | 10.11b                 | 24.167                             | 4.52b                  |
| 短萼灰叶 <i>T. candida</i>  | 0.200                                        | 7.510                              | 0.0b                   | 12.600                             | 0.05c                  | 25.413                             | 0.00b                  |
| 川楝素 Toosendanin         | 0.004                                        | 0.413                              | 94.4a                  | 0.562                              | 95.54a                 | 1.439                              | 94.31a                 |
| 对照 CK                   |                                              | 7.430                              |                        | 12.606                             |                        | 25.312                             |                        |

1)表中数据是30个重复的平均值,数据后随字母相同者,示5%水平上差异不显著(DMRT);2) $\rho$ 为有效成分浓度

非洲山毛豆的茎皮、茎木、小枝和豆荚等部位的丙酮提取物均有不同程度的拒食作用。不同浓度处理的结果表明,拒食率与处理浓度呈正相关,并达到极显著水平(表4)。根据回归计算求出50%拒食率浓度值( $AFC_{50}$ )和95%拒食率浓度值( $AFC_{95}$ ),各提取物的拒食活性次序为:叶>茎皮>小枝>豆荚>

茎木。其中,叶提取物的  $AFC_{50}$  为 0.03%、 $AFC_{95}$  为 0.725%。

非洲山毛豆叶丙酮提取物对小菜蛾幼虫也有强烈的拒食作用。稀释 10、20 倍涂布叶片处理可分别达 100.0%、93.3%的拒食效果。比印楝提取物(AZT-VR-K20%EC)的拒食作用更为强烈(表5)。

表 4 非洲山毛豆不同部位的丙酮提取物对 5 龄菜青虫非选择性拒食作用的毒力回归方程<sup>1)</sup>

Tab. 4 Toxicity regress equation of antifeedant activity of acetone extracts from different parts of *T. vogelii* against 5th *Pieris rapae* in no-choice tests

| 植物部位<br>part   | 回归方程<br>toxicity regress equation | 相关系数<br>coefficient correlation ( <i>r</i> ) | $AFC_{50}$<br>/ % | $AFC_{50}$<br>/ ( $\mu\text{g}^{\circ}\text{cm}^{-2}$ ) | $AFC_{95}$<br>/ % | $AFC_{95}$<br>/ ( $\mu\text{g}^{\circ}\text{cm}^{-2}$ ) |
|----------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| 叶片 leaves      | $y=4.7176+1.1883x$                | 0.9924**                                     | 0.030             | 1.73                                                    | 0.725             | 41.87                                                   |
| 茎皮 stem skin   | $y=3.9960+1.5487x$                | 0.9918**                                     | 0.077             | 4.45                                                    | 0.889             | 51.33                                                   |
| 小枝 twig        | $y=3.6536+1.2941x$                | 0.9896**                                     | 0.219             | 10.99                                                   |                   |                                                         |
| 豆荚 pod         | $y=3.0731+1.3996x$                | 0.9814**                                     | 0.412             | 23.81                                                   |                   |                                                         |
| 茎木 stem timber | $y=1.3309+1.8562x$                | 0.9877**                                     | 1.640             | 94.77                                                   |                   |                                                         |

1)“\*\*”示相关关系达到极显著水平

表 5 2 种植物提取物对小菜蛾 4 龄幼虫非选择性拒食作用<sup>1)</sup>

Tab. 5 Antifeedant activity of two extracts against 4th *Plutella xylostella* in no-choice test

| 供试样品<br>tested sample                                         | $\rho^{2)}/(\text{g}^{\circ}\text{mL}^{-1})$ | 处理剂量<br>dosage/ ( $\mu\text{L}^{\circ}\text{cm}^{-2}$ ) | 每虫取食面积<br>eating area each/ $\text{mm}^2$ | 拒食率<br>antifeedant rate/ % |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|
| 非洲山毛豆叶丙酮提取物<br>acetone extracts from <i>T. vogelii</i> leaves | 0.10                                         | 1.140                                                   | 0.00                                      | 100.00a                    |
|                                                               | 0.05                                         | 0.570                                                   | 6.00                                      | 93.33b                     |
|                                                               | 0.01                                         | 0.114                                                   | 31.44                                     | 65.18d                     |
| 印楝提取物 extracts from neem<br>(AZT-VR-K, 20%EC)                 | 0.10                                         | 1.140                                                   | 13.52                                     | 85.03c                     |
|                                                               | 0.05                                         | 0.570                                                   | 14.10                                     | 84.39c                     |
|                                                               | 0.01                                         | 0.114                                                   | 26.44                                     | 70.72d                     |
| 丙酮(对照) acetone(CK)                                            |                                              |                                                         | 90.30                                     |                            |

1)表中数据是5个重复的平均值,数据后随字母相同者示5%水平差异不显著(DMRT);2) $\rho$ 为有效成分浓度

### 3 讨论

非洲山毛豆叶丙酮提取物 5 倍稀释液处理时, 拒食率达到 87.3%, 菜青虫对这样高浓度处理并没有完全避而不食, 与对川楝素的反应相似。尽管黄文江鱼藤和厚果鸡血藤的根已被证实活性很强, 其叶丙酮提取物却均没有这种作用活性。与非洲山毛豆同属的近缘种灰叶和短萼灰叶的叶片提取物对菜青虫亦无拒食活性。另外, 非洲山毛豆的不同部位对菜青虫的拒食活性也各不相同。其中, 叶片的活性最高。可见不同种类和不同植株部位提取物对害虫生物活性的差异很大。并且, 在菜青虫、斜纹夜蛾和粘虫中, 粘虫对非洲山毛豆叶丙酮提取物的反应最为敏感, 50 倍稀释处理时, 拒食率仍高达 93.6%。不同种类害虫对该植物性物质反应敏感的显著差异, 说明对其他重要农业害虫进行测定是有必要的。

试验中观察到, 试验前饥饿了 2 h 的菜青虫对该提取物处理的叶片没有明显的忌避反应, 并很快开始取食。但取食少量后即停止取食, 而且表现持续很长时间的厌食和活动减少, 甚至饥饿致死也不取食, 该现象与川楝素对菜青虫的拒食作用很相似。本试验中川楝素对该虫的非选择性拒食活性比选择性拒食活性更强烈。由此可推测, 该植物提取物的拒食作用机理可能与川楝素有相似之处。从试验结果可观察到, 小菜蛾对非洲山毛豆的反应没有菜青

虫敏感。达到相同拒食率时, 4 龄小菜蛾需要剂量(浓度)比菜青虫高 5 倍以上。鉴于在我国南方许多菜区菜青虫与小菜蛾同时发生, 生产杀虫剂时应考虑提高制剂对小菜蛾的药效。

非洲山毛豆的主要有效成分是鱼藤酮及其类似物。在拒食作用方面, 国内外对非洲山毛豆和鱼藤酮类似物的研究很少。室内生物测定结果表明, 该植物物质对小菜蛾、粘虫和斜纹夜蛾等害虫都有一定的拒食活性, 说明其活性有一定的广谱性。非洲山毛豆的拒食作用机制和其他作用方式还有待于进一步的研究。

#### 参考文献:

- [1] MANSON A. The action of certain assamese plant as larvicides [J]. J of the Malaria Institute of India, 1939, 2(1): 85—93.
- [2] TATTERSFIELD F, GIMINGHAM C T, MORRIS H M. Studies on contact insecticides, Part I. Introduction and methods, Part II. A quantatives examination of the toxicity of *Tephrosia vogelii* Hook. to *Aphis rumicis* L (the bean aphis) [J]. Ann App Biol, 1925, 12(1): 61—67.
- [3] TATTERSFIELD F, GIMINGHAM C T, MORRIS H M. Studies on contact insecticides, Part IV. A quantitative examination of the toxicity of certain plant and plant products to *Aphis rumicis* L. (the bean aphis) [J]. Ann App Biol, 1926, 13 (3): 424—425.

## The Antifeeding Activity of *Tephrosia vogelii* (Hook) Against Species of Lepidoptera

ZHANG Ye-guang, XU Han-hong, HUANG Ji-guang, CHIU Shin-foon

(Lab. of Insect Toxicology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642 China)

**Abstract:** The antifeeding activity of the acetone extracts from *Tephrosia vogelii* Hook against four species of Lepidoptera: *Pieris rapae* L., *Spodoptera litura* Fabricius, *Mythimna separata* Walker, *Plutella xylostella* L. was evaluated in both choice and no-choice bioassays. In choice bioassays the 5 times dilution of the extracts caused feeding reduction of 87.3% against the fifth-instar larvae of *Pieris rapae* L., reaching the same antifeeding levels as toosendanin (1 000 mg/L). This dilution had an antifeeding rate 65.8% and 100.0% against the fifth-instar larvae of *Spodoptera litura* F. and *Mythimna separata* W. respectively, and it still caused feeding reduction of 60.5% when diluted 200 times. In no-choice bioassays the 100 times dilution of the extracts had a high antifeeding rate up to 94.2% against the fifth-instar larvae of *Pieris rapae* L. within 48 hours. The 10 times dilution showed strong antifeeding activity against the fourth-instar larvae of *Plutella xylostella* L., inducing feeding reduction of 100%.

**Key words:** *Tephrosia vogelii* (Hook); the acetone extracts; species of Lepidoptera; antifeedant rate