

# 辽细辛精油对小菜蛾幼虫生物活性研究

崔明俊<sup>1</sup>, 王桂清<sup>2</sup>, 李凡海<sup>2</sup>, 张秀省<sup>2</sup>

(1. 聊城市农作物新品种推广中心, 山东 聊城 252059; 2. 聊城大学 农学院, 山东 聊城 252059)

**摘要:**以辽细辛精油为研究对象, 以小菜蛾为靶标害虫, 采用叶碟法、试管药膜法、改良的熏蒸盒法、改进的夹毒叶片法等研究了辽细辛精油对小菜蛾 3 龄幼虫的杀虫活性的影响。结果表明: 辽细辛精油对小菜蛾的综合毒杀效果最好,  $LC_{50}$  为 1 407.7 mg/L; 其次为触杀作用 > 熏蒸作用 > 胃毒作用 > 麻醉作用; 从拒食作用可以看出, 辽细辛精油对小菜蛾幼虫的选择性拒食作用强于非选择性拒食作用。说明辽细辛精油对小菜蛾具有较好的杀虫活性, 且作用方式多样, 可以通过毒杀、触杀、熏蒸、麻醉、拒食等途径作用于害虫, 该研究可为小菜蛾的防治和植物源农药的开发提供参考依据。

**关键词:**辽细辛精油; 小菜蛾; 生物活性; 作用方式

**中图分类号:**S 482.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)24-0112-04

小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.) 属鳞翅目 (Lepidoptera) 菜蛾科 (Plutellidae), 是十字花科蔬菜上的一种重要害虫。由于其发生世代数多, 适应环境能力强且世代重叠, 防治十分困难。长期以来单一使用化学杀虫剂, 使其产生了不同程度的抗性<sup>[1-2]</sup>。利用植物源农药是控制小菜蛾抗性问题的方法之一, 但对于细辛精油对小菜蛾的作用尚鲜见报道。

辽细辛 (*Asarum heterotropoides* Fr. Schmidt var. *mandshuricum* (Maxim) Kitag.) 属马兜铃科多年生草本植物, 又名北细辛、万病草等, 属于重要的中草药, 一直供应全国及出口, 在国际市场上享有盛名, 其主要的有效成分为精油。近年来, 其在农业生产上的价值也逐步显现。辽细辛精油对淡色库蚊幼虫有较强的毒杀作用, 对其成虫有较好的熏蒸作用<sup>[3]</sup>, 对栖北散白蚁具有较好的驱避作用、熏蒸活性和触杀效果<sup>[4]</sup>, 对二斑叶螨具有一定的熏蒸毒性<sup>[5]</sup>, 对媒介硬蜱有较好的驱避效果<sup>[6]</sup>。现以辽细辛精油为研究对象, 以小菜蛾为靶标害虫, 探讨辽细辛精油对小菜蛾的杀虫活性及作用方式, 以期小菜蛾的防治和植物源农药的开发提供理论依据。

**第一作者简介:**崔明俊 (1974-), 女, 山东聊城人, 本科, 农艺师, 现主要从事植物保护等研究工作。E-mail: 1085844175@qq.com.

**责任作者:**王桂清 (1968-), 女, 河北泊头人, 博士, 教授, 现主要从事植物保护的教学与科研工作。

**基金项目:**山东省自然科学基金联合专项资助项目 (ZR2012CL17); 辽宁省科技计划资助项目 (2012214001); 聊城大学重点建设资助项目 (13KZ0801)。

**收稿日期:**2014-09-02

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试植物样品辽细辛根购买于同仁堂药房。将其进一步阴干, 粉碎, 过 380  $\mu$ m 孔径筛。采用超临界  $CO_2$  法提取其精油。将细辛精油用少许乙醇或丙酮 (不超过终体积的 2%) 充分溶解, 用无菌水配制成 4 000 mg/L 的母液, 备用。

供试昆虫为小菜蛾 (*Plutella xylostella* (Linnaeus)) 敏感品系 3 龄幼虫, 由沈阳化工研究院新药生测实验室提供。养虫室内温度 ( $25 \pm 1$ )  $^{\circ}C$ , 相对湿度 50%~70%, 光照 L/D=16 h/8h, 以甘蓝叶饲养。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 综合毒杀作用的测定** 参考朱九生等<sup>[7]</sup>的方法。将长势良好、无药的甘蓝嫩叶用打孔器打成直径 2 cm 的叶碟, 喷药液浓度分别为 1 000、1 500、2 000、2 500、3 000 mg/L, 正反面喷均匀, 用药量约 0.5 mL, 自然晾干, 放入培养皿中, 1 皿 1 个叶碟, 然后接入供试小菜蛾 3 龄幼虫各 10 头, 3 次重复, 于 24 h 调查试虫的死亡率, 用机率值分析法求出毒力回归方程, 并求出致死中浓度  $LC_{50}$ 。以喷含吐温-80 的蒸馏水为对照。

**1.2.2 触杀活性的测定** 采用试管药膜法。取直径 2.5 cm、高 7.5 cm 的指形管, 用移液枪注入 200  $\mu$ L 2 000、2 500、3 000、3 500、4 000 mg/L (丙酮溶解) 供试药液, 慢慢旋转, 形成试管药膜系列 (浓度分别为 0.0062500、0.0078125、0.0093750、0.0109376、0.0125000 mg/cm<sup>2</sup>)。待丙酮挥发后, 每管接入 15 头小菜蛾 3 龄幼虫, 用湿纱布盖好管口保湿, 置于室温下饲养, 每隔 2 h 检查幼虫死亡情况, 直至 24 h, 求出  $LC_{50}$ 。每处理 3 次重复, 以丙酮

处理为对照。

1.2.3 拒食活性的测定 采用叶碟法。药液浓度为 50、100、200、400、800 mg/L。每片叶碟用药量 0.5 mL, 正反面均匀喷雾, 自然晾干。选择拒食活性测定: 将 2 张处理叶碟和 2 张对照叶碟交错放入 1 个 9 cm 的培养皿(皿底铺有滤纸, 加水保湿)。在培养皿中央放进 10 头饥饿 6 h 的 3 龄小菜蛾幼虫。24 h 后将残存叶片取出, 测量对照和处理取食面积, 并按下式计算拒食率, 根据回归方程计算拒食中浓度(AFC<sub>50</sub>)。选择拒食率(%)=(对照组取食面积-处理组取食面积)/(对照组取食面积+处理组取食面积)×100。非选择拒食活性测定: 将处理叶碟放在 1 个培养皿中, 而将对照叶碟放在另 1 个培养皿中。其余步骤同选择拒食活性测定。非选择拒食率(%)=(对照组取食面积-处理组取食面积)/(对照组取食面积)×100<sup>[8]</sup>。

1.2.4 麻醉活性的测定 按改进的夹毒叶片法。将 0.5 mL 供试药液(浓度为 2 000、2 500、3 000、3 500、4 000 mg/L)均匀涂在直径 2 cm 的叶碟上(一片涂正面, 一片涂背面), 用淀粉糊涂制成夹毒叶片, 放入用滤纸保湿的培养皿内。将小菜蛾 3 龄幼虫饥饿 4 h, 每皿接虫 10 头, 3 次重复。于(25±1)℃饲养。10 h 后将未吃完夹毒叶片取出, 换无毒叶片, 再经 2 h 检查试虫是否麻醉, 计算麻醉中量 ND<sub>50</sub>。虫体平直、瘫痪、镊子尖刺其尾部无反应者为麻醉。

1.2.5 胃毒活性的测定 采用改进的夹毒叶片法。将小菜蛾 3 龄幼虫饥饿 4 h, 每皿接虫 10 头, 3 次重复, 于(25±1)℃饲养。48 h 后检查试虫死亡情况, 计算 LC<sub>50</sub>。

1.2.6 熏蒸活性的测定 改进熏蒸盒法。用 100 mL

烧杯代替熏蒸盒, 以锡箔纸封闭瓶口。用移液枪分别吸取 2 000、2 500、3 000、3 500、4 000 mg/L 的供试药液 140 μL, 点滴在悬挂于锡箔纸上的 1 cm×7 cm 滤纸片上, 迅速封闭好杯口, 对照杯的滤纸上只加 140 μL 无菌水。每杯装入小菜蛾 3 龄幼虫各 20 头, 每处理 3 次重复, 在温度(25±1)℃、相对湿度 60%~70%、自然光照条件下观察 48 h, 检查结果。计算死亡率, 求出 LC<sub>50</sub>。

### 1.3 数据分析

试验数据的线性回归采用 SPSS 13 和 DPS v7.01 进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 杀虫活性及作用方式

辽细辛精油对小菜蛾 3 龄幼虫表现出较好的效果, 而且作用方式多样。由表 1 可以看出, 辽细辛精油对小菜蛾 3 龄幼虫的综合毒杀作用最好, 当精油浓度为 2 000 mg/L 时, 幼虫死亡率为 84.45%; 浓度为 3 000 mg/L 时, 死亡率达到 100%。毒杀作用测定的是综合效应, 在该作用中既包括胃毒作用, 也包括熏蒸、触杀和麻醉作用, 所以分别测定触杀作用、胃毒作用、熏蒸作用和麻醉作用。比较之下, 熏蒸效果较好, 如当浓度为 4 000 mg/L 时, 熏蒸死亡率为 93.49%, 而触杀作用和胃毒作用的死亡率分别为 82.50% 和 75.00%, 麻醉作用的效果为 45.83%。比较拒食作用可以看出, 选择性拒食的效果比非选择性拒食的效果好, 在 200 mg/L 浓度下, 选择性拒食作用的拒食率为 56.92%, 而非选择性拒食作用的拒食率仅为 29.17%, 前者为后者的 1.95 倍。

表 1

辽细辛精油对小菜蛾的杀虫活性

Table 1 The biological activity of *Asarum* essential oils on *Plutella xylostella*

作用方式 Mode of action	校正死亡率 Correction mortality rate/%				
毒杀作用 Insecticidal action	1 000 mg/L	1 500 mg/L	2 000 mg/L	2 500 mg/L	3 000 mg/L
	20.00±0.37	45.00±3.12	84.45±1.56	90.00±2.14	100.00±0.00
触杀作用 Contact action	2 000 mg/L	2 500 mg/L	3 000 mg/L	3 500 mg/L	4 000 mg/L
	35.00±4.082	49.68±1.43	65.00±2.35	75.33±1.93	82.50±2.04
熏蒸作用 Fumigation action	40.55±0.45	52.73±2.69	68.55±2.95	79.09±3.40	93.49±2.13
胃毒作用 Stomach toxicity	22.92±1.51	51.43±2.83	58.57±1.17	61.25±1.02	75.00±4.08
麻醉作用 Narcosis action	麻醉率 Narcosis rate/%				
	0.00±0.00	0.00±0.00	12.50±1.93	25.00±0.78	45.83±2.04
选择性拒食作用 Antifeedant effect	拒食率 Antifeedant rate/%				
	50 mg/L	100 mg/L	200 mg/L	400 mg/L	800 mg/L
非选择性拒食作用 Noantifeedant effect	35.67±3.31	52.45±2.12	56.92±1.14	62.60±2.32	81.54±1.12
	-4.17±2.50	4.17±2.46	29.17±7.75	43.75±5.13	62.50±1.35

### 2.2 杀虫效果

将死亡率(或拒食率)转换成机率值, 浓度转换成对数, 进行机率值分析, 求出了辽细辛精油对小菜蛾幼虫不同作用效果的致死中浓度、麻醉中量、拒食中浓度。由表 2 可以看出, 辽细辛精油对小菜蛾的综合毒杀效果好, LC<sub>50</sub> 为 1 407.7 mg/L; 比较触杀作用、

胃毒作用、熏蒸作用和麻醉作用的效果, LC<sub>50</sub> 分别为 2 340.5、2 766.8、2 465.9、3 912.2 mg/L, 杀虫效果依次为触杀作用>熏蒸作用>胃毒作用>麻醉作用; 从拒食作用可以看出, 辽细辛精油对小菜蛾幼虫的选择性拒食作用(LC<sub>50</sub> 为 116.5 mg/L)强于非选择性拒食作用(LC<sub>50</sub> 为 495.8 mg/L)。

表 2

辽细辛精油对小菜蛾的作用效果

Table 2

The insecticidal effect of *Asarum* essential oils on *Plutella xylostella*

作用方式 Mode of action	直线回归方程 Line regression equation	相关系数/r	LC <sub>50</sub> /ND <sub>50</sub> /AFC <sub>50</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )
毒杀作用 Insecticidal action	Y=9.9994 X-26.48	0.8712	1 407.7
熏蒸作用 Fumigation action	Y=4.4470 X-10.08	0.9992	2 465.9
触杀作用 Contact action	Y=5.5407 X-13.67	0.9682	2 340.5
胃毒作用 Stomach toxicity	Y=4.1922 X-9.43	0.9548	2 766.8
麻醉作用 Narcosis action	Y=17.9200 X-59.37	0.9307	3 912.2
选择性拒食作用 Antifeedant effect	Y=0.9268 X+3.09	0.9616	116.5
非选择性拒食作用 Noantifeedant effect	Y=2.1732 X-0.86	0.9639	495.8

### 3 讨论与结论

小菜蛾对化学杀虫剂产生了不同程度的抗性,而植物源农药来源于自然,害虫对其难以产生抗体,具有低毒、低残留的特点,因此研究开发植物源农药势必成为解决小菜蛾抗性问题的方法之一。学者们对植物精油的杀小菜蛾活性进行了较广泛研究,结果表明,植物精油对小菜蛾具有一定的杀虫活性,杀虫方式多样,熏蒸作用:假臭草精油对小菜蛾幼虫的熏蒸活性较好,48 h 的 LC<sub>50</sub> 为  $14.0413 \times 10^4$  mg/L<sup>[9]</sup>;辣蓼、龙柏、砂地柏、八角茴香果实、柠檬果实、细叶桉叶、留兰香叶、野西瓜苗等精油对小菜蛾幼虫或成虫均具有一定的熏蒸作用<sup>[10-15]</sup>;忌避作用:苦槛蓝挥发油对小菜蛾成虫具有强烈的驱避作用,产卵驱避率(OCR)、干扰作用控制指数(IIPC)分别为 94.48%、0.0552<sup>[16]</sup>;拒食作用:柠檬桉精油对小菜蛾幼虫具有很强的拒食活性,浓度为 20 mg/mL 时,拒食率达到 91.11%<sup>[17]</sup>;假臭草精油对小菜蛾幼虫有明显的拒食作用,12 h 拒食中浓度(AFC<sub>50</sub>)为  $2.6863 \times 10^4$  mg/L,在处理浓度达  $10 \times 10^4$  mg/L,拒食率可达 100%,不同处理时间的 AFC<sub>50</sub> 无明显差异<sup>[9]</sup>;龙柏精油、广藿香全草精油和八角茴香果实精油对小菜蛾幼虫有较强烈的拒食作用<sup>[11,14,18]</sup>;触杀作用:龙柏精油和肾叶天胡荽精油对小菜蛾 2 龄幼虫具有一定的触杀活性<sup>[11,19]</sup>;毒杀作用:广藿香全草精油对小菜蛾幼虫有较强烈的毒杀作用<sup>[18]</sup>。该研究也表明,辽细辛精油对小菜蛾幼虫的杀虫活性较好,综合毒杀效果的 LC<sub>50</sub> 为 1 407.7 mg/L,且作用方式多样,可以通过毒杀、触杀、熏蒸、麻醉、拒食等途径作用于害虫。因此若将辽细辛精油开发成植物源农药,或从中提取出具有生物活性的先导化合物并创制出新农药,以期小菜蛾的防治、提高蔬菜产量和质量做出贡献。

#### 参考文献

[1] 王旭,高希武,郑炳宗.小菜蛾抗药性的研究[J].世界农业,1997

(11):27-29.

[2] Tabashnik B E,Finson N,Johnson M W. et al. Cross resistance to *Bacillus thuringiensis* Toxin CryII in the diamondback Moth. (*Plutella xylostella*) [J]. Applied Environment Microbiology,1994,60(12):27-46.

[3] 王桂清,姬兰柱,张弘.辽细辛精油对淡色库蚊的杀伤作用[J].中国生物防治,2008(2):112-115.

[4] 刘树民,罗明媚,杜心懿,等.细辛挥发油对栖北散白蚁毒效作用[J].中药材,2006,29(6):539-541.

[5] 韩俊艳,王军,韩雪,等.北细辛挥发油对二斑叶螨的毒性及其酶的影响[J].天然产物研究与开发,2012(24):525-528.

[6] 杨银书,刘增加,张继军,等.8种植物精油对媒介硬蜱的驱避效果研究[J].医学动物防制,2002,18(5):234-235.

[7] 朱九生,乔雄梧,王静,等.10种中草药对4种主要害虫的生物活性研究[J].华北农学报,2004,19(2):95-99.

[8] 吴文君.昆虫拒食剂的生物测定方法[J].昆虫知识,1998(6):365-367.

[9] 郭达伟.假臭草精油对小菜蛾的生物活性及其作用机理研究[D].北京:中国农业科学院,2008.

[10] 李强,吴莉宇,苍涛.辣蓼挥发油对小菜蛾的熏蒸及忌避活性测定[J].安徽农业科学,2006,34(21):5596-5598.

[11] 赵晓燕,侯有明.龙柏精油对小菜蛾的生物活性[J].昆虫知识,2006,43(1):57-60.

[12] 高聪芬,张兴.砂地柏精油的熏蒸杀虫活性初探[J].南京农业大学学报,1997,20(3):50-53.

[13] 侯华民,冯俊涛,陈安良,等.植物精油对几种害虫的毒杀活性[J].天然产物研究与开发,2002,14(6):27-30.

[14] 侯华民,张兴.植物精油对三种鳞翅目害虫的杀虫活性[J].植物保护学报,2002,29(3):223-228.

[15] 殷丽娜,王丽婷,杨敏丽.野西瓜苗挥发油对小菜蛾的活性作用方式[J].农药,2009,48(8):617-619.

[16] 何衍彪,何庭玉,谷文祥,等.苦槛蓝挥发油对小菜蛾的生物活性[J].应用生态学报,2004,15(1):149-152.

[17] 唐为芳,苏丽,李兰青,等.柠檬桉精油对小菜蛾幼虫生物活性的研究[J].中国园艺文摘,2010(4):175-176.

[18] 曾庆钱,蔡岳文,严振,等.广藿香精油的杀虫作用及其活性成分分析[J].植物资源与环境学报,2006,15(3):21-25.

[19] 胡艳莲,叶舟,陈伟,等.肾叶天胡荽精油的超临界 CO<sub>2</sub> 萃取、成分分析及杀虫活性初探[J].植物资源与环境学报,2008,17(4):27-30.

## Study on the Biological Activity of *Asarum* Essential Oils Against *Plutella xylostella*

CUI Ming-jun<sup>1</sup>, WANG Gui-qing<sup>2</sup>, LI Fan-hai<sup>2</sup>, ZHANG Xiu-sheng<sup>2</sup>

(1. Promotion Center of Liaocheng New Agricultural Varieties, Liaocheng, Shandong 252059; 2. College of Agronomy, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059)

# 海南反季节大棚哈密瓜实蝇害虫种群动态及综合防治研究

林明光<sup>1</sup>, 蔡波<sup>1</sup>, 周慧<sup>1,2</sup>, 汪兴鉴<sup>1,3</sup>, 黎奋<sup>4</sup>, 石晶<sup>4</sup>

(1. 海南出入境检验检疫局, 海南 海口 570311; 2. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 海口 570228;

3. 中国科学院 动物研究所, 北京 100101; 4. 海南泰谷绿色食品研究所, 海南 海口 570206)

**摘要:**以哈密瓜为试材, 采用甲基丁香酚(ME)、诱蝇酮(CUE)诱杀雄性成虫和蛋白饵剂假丝酵母丸(TY)、铵盐类合成饵剂醋酸铵(AA)诱杀雄、雌两性成虫的方法, 开展了海南反季节大棚哈密瓜园实蝇害虫种群动态与综合防治初步研究。结果表明: 哈密瓜园实蝇种类主要有 5 种, 即瓜实蝇 *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)、南亚果实蝇 *B. tau* (Walker)、橘小实蝇 *B. dorsalis* (Hendel)、辣椒果实蝇 *B. latifrons* (Hendel) 和普通果实蝇 *B. caudata* (Fabricius); 其中, 瓜实蝇和南亚果实蝇是哈密瓜园的主要害虫, 其优势度指数(*D*)分别为 0.6675 与 0.2884; 冬春茬害虫的种群发生高峰大致出现在 5 月中下旬。试验表明, 铵盐类合成饵剂醋酸铵对瓜实蝇雌虫和南亚果实蝇雌雄虫具有明显的诱捕能力, 采用大量诱捕大棚内雌雄两性成虫的诱杀技术与及时处理被害瓜等农业措施相结合方法, 综合防治冬春茬哈密瓜实蝇害虫效果显著, 在不套袋的情况下被害瓜率与对照瓜园相比下降了 22.28 百分点。

**关键词:**实蝇害虫; 大棚哈密瓜园; 种群动态; 综合防治; 海南

**中图分类号:**S 652.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)24-0115-04

哈密瓜(*Cucumis melo* L.) 属葫芦科甜瓜属一年生蔓性植物, 自 1995 年在三亚引种试验成功及经济型设施栽培技术的发展与大力推广以来, 海南哈密瓜的种植业

发展迅速, 至 2008 年岛内甜瓜设施栽培的面积已超过 2 700 hm<sup>2</sup>[1-3], 除三亚、乐东和陵水等主产区外, 万宁、定安、文昌和儋州等市县也有零星种植。海南大棚哈密瓜一年可栽培两茬, 即 10 月至翌年 1 月的秋冬茬和 1—5 月的冬春茬。由于反季节哈密瓜市场销售和效益较好, 已经成为海南瓜农致富的重要途径。

冬春茬结果期为 3—5 月, 此时岛内的瓜实蝇(*B. cucurbitae* (Coquillett))、南亚果实蝇(*B. tau* (Walker)) 和橘小实蝇(*B. dorsalis* (Hendel)) 随气温升高对各产区大棚哈密瓜为害也开始日趋严重, 而有关哈密瓜实蝇害虫的种群动态和防治至今尚鲜见报道。为此, 课题组于 2013 年采用诱蝇酮和甲基丁香酚灭雄、蛋白饵剂和铵盐类饵剂诱杀两性成虫的方法, 开展了海南反季节大棚哈

**第一作者简介:**林明光(1962-), 男, 博士, 研究员, 现主要从事植物检疫和农业昆虫与害虫防治等研究工作。E-mail: linmingguang@yahoo.com.

**责任作者:**汪兴鉴(1944-), 男, 硕士, 研究员, 博士生导师, 现主要从事实蝇科分类鉴定和检疫及防控措施等研究工作。E-mail: wangxj66888@126.com.

**基金项目:**海南省重点科技计划资助项目(090146, ZDXM20110058); 国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(200903047)。

**收稿日期:**2014-09-22

**Abstract:** Taking *Asarum* essential oils as research object and *P. xylostella* as a target pest in the study, the leaf disk method, tube drug film method, fumigation box testing method and leaf with poison method were used to study the biological activity of *Asarum* essential oils on *P. xylostella* 3-instar larva. The results showed that the LC<sub>50</sub> of *Asarum* essential oils on *P. xylostella* larvae was 1 407.7 mg/L, which had the highest comprehensive poison effect. The next was contact action, fumigation action, stomach toxicity and narcosis action in turn. The selective antifeedant effect of *Asarum* essential oils on *P. xylostella* larvae was better than the non selective antifeedant effect. Indicate that, the *Asarum* essential oils had higher biological activity on *P. xylostella* larvae, and its modes of action were diverse. The results would provide a theory basis for new botanic insecticide and prevention and cure of *P. xylostella*.

**Keywords:** *Asarum* essential oils; *Plutella xylostella*; biological activity; mode of action