

DOI: 10.5846/stxb201307261957

郭明程, 李保同, 汤丽梅, 李晓花, 梁同军. 爵床的甲醇提取物对小菜蛾的生物活性作用. 生态学报, 2015, 35(11): 3854-3861.

Guo M C, Li B T, Tang L M, Li X H, Liang T J. Bioactivity of methanol extracts from *Justicia procumbens* against *Plutella xylostella*. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(11): 3854-3861.

爵床的甲醇提取物对小菜蛾的生物活性作用

郭明程¹, 李保同^{1,*}, 汤丽梅¹, 李晓花², 梁同军²

¹ 江西农业大学农学院, 南昌 330045

² 江西庐山植物园, 庐山 332900

摘要:为探明爵床(*Justicia procumbens*)甲醇提取物对小菜蛾的生物活性,采用室内生测法测定了爵床甲醇提取物对小菜蛾的触杀、拒食、胃毒、生长发育抑制和产卵忌避作用。结果表明,爵床甲醇提取物对小菜蛾幼虫具有较强的触杀、拒食、胃毒和生长发育抑制活性,对小菜蛾成虫具有较强的产卵忌避活性。在触杀试验中,药后 1、2 d 和 3 d 爵床甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的致死中浓度(LC₅₀)分别为 5.17、4.05 和 3.06 mg/mL;在拒食试验中,药后 1 d 和 2 d 提取物对 3 龄幼虫的选择性拒食中浓度(AFC₅₀)分别为 2.64 和 3.13 mg/mL,药后 1 d 和 2 d 提取物对 3 龄幼虫的非选择性拒食中浓度(AFC₅₀)分别为 3.70、4.54 mg/mL;在胃毒试验中,药后 4、5、6 d 和 7 d 提取物对 3 龄幼虫的致死中浓度(LC₅₀)分别为 8.13、3.65、2.88、2.23 mg/mL;在生长发育抑制试验中,药后 1 d 和 2 d 提取物对 3 龄幼虫的抑制中浓度(IC₅₀)分别为 2.02、1.40 mg/mL;在产卵忌避试验中,药后 1、2 d 和 3 d 提取物对小菜蛾成虫的选择性产卵忌避中浓度(AOC₅₀)分别为 2.61、3.66、4.58 mg/mL,药后 1、2 和 3 d 提取物对小菜蛾成虫的非选择性产卵忌避中浓度(AOC₅₀)分别为 3.19、4.52、5.65 mg/mL。由此证实,爵床提取物对小菜蛾具有显著的毒杀活性,具有开发为新型高效、低毒植物源农药的潜在价值。

关键词:爵床; 甲醇提取物; 小菜蛾; 生物活性

Bioactivity of methanol extracts from *Justicia procumbens* against *Plutella xylostella*

GUO Mingcheng¹, LI Baotong^{1,*}, TANG Limei¹, LI Xiaohua², LIANG Tongjun²

¹ College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

² Jiangxi Lushan Arboretum, Lushan 332900, China

Abstract: Plants are a treasure trove of bioactive compounds and research into the bioactivity of naturally occurring botanical compounds is an effective way to develop new pesticides. Pesticides can have many effects upon target organisms, including stomach poisoning, contact poisoning, systemic poisoning, fumigant poisoning, antifeeding and repelling activity, and growth regulation. *Justicia procumbens* is a traditional Chinese herbal medicine, and studies have shown that extracts from *J. procumbens* have insecticidal and antimicrobial activity. *Plutella xylostella* is an important agricultural pest of cruciferous vegetables in south China that, as it causes damage throughout the year, is responsible for huge economic losses. We used greenhouse bioassays to test the contact poisoning, antifeeding, stomach poisoning, growth regulating and oviposition-repelling effects of methanol extracts from *J. procumbens* against *P. xylostella*. Results showed that methanol extracts from *J. procumbens* had strong contact toxicity to *P. xylostella*, and that this activity was positively correlated to the concentration of the extracts. The LC₅₀ values of methanol extracts against 3rd instar larvae of *P. xylostella* were 5.17, 4.05 and 3.06 mg/mL within 1, 2 and 3 d after treatment, respectively. Methanol extracts from *J. procumbens* had significant

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31260437); 江西省教育厅资助项目(GJJ11395)

收稿日期:2013-07-26; **网络出版日期:**2014-06-12

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tonglm66@163.com

antifeedant activity against *P. xylostella*, whose antifeeding rate was positively correlated to the concentration of extracts. The effect of the extracts on selective antifeeding rates was stronger than on non-selective antifeeding rates, and the antifeedant effects were decreased noticeably over time; the AFC_{50} values were 2.64 and 3.13 mg/mL within 1 and 2 d after treatment under the selective conditions, and 3.70 and 4.54 mg/mL under the non-selective conditions. Methanol extracts from *J. procumbens* had strong stomach toxicity to *P. xylostella*, and the larval mortality was positively correlated with the concentration of the extracts and the time after treatment. In all treatments, no larvae died within 1 d after treatment. The mortality of larvae in the high concentration (32 mg/mL) treatment was 16.67% within 2 d after treatment and 46.67% within 3 d after treatment. The LC_{50} values of methanol extracts against the 3rd instar larvae of *P. xylostella* were 8.13, 3.65, 2.88 and 2.23 mg/mL within 4, 5, 6 and 7 d after treatment, respectively. Methanol extracts from *J. procumbens* had a significant dose-dependent inhibitory effect on the larval growth of *P. xylostella*. Larval body mass significantly decreased in all treatments of methanol extracts compared with control, and the magnitude of the decrease correlated with the extract concentration. The IC_{50} values of methanol extracts against the 3rd instar larvae of *P. xylostella* were 2.02 and 1.40 mg/mL within 1 and 2 d after treatment. Methanol extracts from *J. procumbens* had significant dose-dependent repelling effect on the adult oviposition of *P. xylostella*. There was a significant reduction in the number of eggs laid per female adult with an increasing concentration of extracts. At the same time, the oviposition repelling rate of extracts at all concentrations decreased with time, and the effect on selective repelling rates was stronger than on non-selective repelling rates. The AOC_{50} values were 2.61, 3.66 and 4.58 mg/mL within 1, 2 and 3 d after treatment under the selective conditions, respectively, and 3.19, 4.52 and 5.65 mg/mL under the non-selective conditions. The results suggested that methanol extracts from *J. procumbens* have significant insecticidal activity against *P. xylostella*, and have the potential to be developed into a new style of botanical pesticide with high efficacy and low non-target toxicity.

Key Words: *Justicia procumbens*; Methanol extracts; *Plutella xylostella*; Bioactivity

爵床 *Justicia procumbens* 为爵床科爵床属植物,别名小青草、六角英、赤眼老母草、节节寒等,在我国江西、广东、福建、台湾等南方各省均有分布,资源十分丰富^[1-2]。在医学上具有清热解毒、利尿消肿的功效,用于治疗感冒发热、咽痛、咳嗽、疟疾、肾盂肾炎等症,外用治疗痈疮疖肿、跌打损伤^[3],是一种传统的中药材。张爱莲等^[2-3]报道爵床乙醇提取物主要成分为黄酮、木脂素和三萜类化合物,具有抗肿瘤、抗病毒及抗血小板凝集的生物活性^[4-6]。因此,爵床提取物作为一种潜在的生物源杀虫杀菌剂,具有重要的研究价值。Grainge 等^[7]研究发现爵床可用于防治南方根结线虫和爪哇根结线虫,曾志红等^[8]报道爵床提取物对金黄色葡萄球菌、大肠埃希氏菌和沙门氏菌有良好的抑制效果。关于爵床的杀虫活性虽有一些报道,如平新亮等^[9-11]报道爵床提取物对白纹伊蚊、菜青虫和家蝇具有较强的杀虫活性,但不够深入和系统。为深入了解爵床提取物的杀虫活性,本研究以小菜蛾 *Plutella xylostella* 为试虫,在室内系统地测定了爵床甲醇提取物对昆虫取食、存活、生长发育和产卵忌避的影响,以期爵床的进一步开发利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试虫源

试验所用小菜蛾为敏感品系,由江西农业大学昆虫化学生态实验室提供。该敏感品系在温度(25±1)℃,相对湿度 60%—70%,光照 16:8(L:D)的人工气候箱内,连续饲养多年未接触任何药剂。

1.1.2 爵床提取物的制备

爵床(*J. procumbens*)2011年10月采自江西庐山植物园,全株经清洗、晾干、40℃干燥后,小型粉碎机粉碎,过80目筛。称取50.0g爵床粉碎物,用400mL甲醇超声波提取30min后,过滤,将滤渣再用200mL甲醇

提取 2 次,合并滤液,45 ℃ 浓缩至干,得到提取率为 4.0% 的膏状提取物。加入少量甲醇将膏状提取物溶解后,用 0.1% 吐温-80 水溶液配制成 32、16、8、4、2、1 mg/mL 浓度的药液。

1.2 生物活性测定

1.2.1 触杀作用

采用浸虫法^[12]。选取小菜蛾 3 龄幼虫放入圆桶状滤网中,置于药液内浸渍 5 s 后取出,用滤纸吸取试虫体表多余药液,转入装有新鲜甘蓝叶片并垫有保湿滤纸的培养皿($\varphi=9$ cm)中,置于上述培养箱内饲养,每处理 20 头,以含少许甲醇的 0.1% 吐温-80 水溶液作对照,重复 3 次。药后 1、2、3 d 分别调查试虫死亡情况,计算死亡率和校正死亡率。

$$\text{死亡率}(\%) = \text{死亡虫数} / \text{供试总虫数} \times 100$$

$$\text{校正死亡率}(\%) = (\text{处理组死亡率} - \text{对照组死亡率}) / (1 - \text{对照组死亡率}) \times 100$$

1.2.2 拒食作用

采用载毒叶片法^[13]。将新鲜甘蓝叶片用圆形打孔器($\varphi=1.4$ cm)打成叶碟,分别放入处理药液和对照溶液内浸渍 3 s 后,晾干,放入垫有湿润滤纸的培养皿中。选择性试验每皿等距离放入 4 个叶碟,即对照、处理叶碟各 2 个,十字交叉型排列;非选择性试验每皿放入 4 个处理叶碟或对照叶碟。每皿内接入已饥饿 3 h 的 3 龄幼虫 1 头,每处理重复 20 次,即总虫数 20 头($n=20$)。试验中根据幼虫取食情况及时添加经相同处理的叶碟。药后 1、2 d 分别测量被取食的叶面积,按下式计算拒食率。

$$\text{拒食率}(\%) = (\text{对照取食叶面积} - \text{处理取食叶面积}) / \text{对照取食叶面积} \times 100$$

1.2.3 胃毒作用

采用叶碟添加法^[14]。将甘蓝叶片在供试药液内浸渍 5 s 后,晾干,放入垫有湿润滤纸的培养皿中,每皿接入小菜蛾 3 龄幼虫 20 头,以含少许甲醇的 0.1% 吐温-80 水溶液处理作对照,重复 3 次。连续饲喂 7 d,每日观察试虫中毒死亡情况,计算死亡率和校正死亡率。

1.2.4 生长发育抑制作用

采用饲喂称重法^[15]。叶片处理同拒食作用,每皿 2 片叶碟,接入 1 头已饥饿 3 h 的 3 龄小菜蛾幼虫,每处理 20 头试虫,以含少许甲醇的 0.1% 吐温-80 水溶液处理作对照,重复 3 次。药前和药后 1、2 d 分别称量试虫体重,按下式计算生长抑制率:

$$\text{生长抑制率}(\%) = (\text{对照组体重增加量} - \text{处理组体重增加量}) / \text{对照组体重增加量} \times 100$$

1.2.5 产卵忌避作用

参照周琼^[16]的方法,将新鲜甘蓝叶片用圆形打孔器($\varphi=1.0$ cm)打成叶碟,分别放入处理药液和对照溶液内浸渍 3 s 后,晾干。选择性产卵忌避试验将 2 个药液处理叶碟和 2 个对照叶碟交叉排列放入垫有湿润滤纸的 500 mL 广口瓶中,药液处理叶碟和对照叶碟均为 1 个正面朝上,1 个背面朝上;非选择性产卵忌避试验广口瓶内放置 4 个处理叶碟或对照叶碟,处理叶碟和对照叶碟均为 2 个正面朝上,2 个背面朝上。然后接入 2 对羽化 1 d 并于实验当天配对的小菜蛾成虫,用纱布封住瓶口,纱布上放置蘸有 10% 蜜糖水的脱脂棉球。以含少许甲醇的 0.1% 吐温-80 水溶液作对照,重复 3 次。药后 1、2、3 d 检查各叶片上的产卵量,按下式计算忌避率:

$$\text{忌避率}(\%) = (\text{对照卵量} - \text{处理卵量}) / \text{对照卵量} \times 100$$

1.3 统计方法

试验结果采用 Microsoft Excel 软件进行数据整理,经 DPS 统计软件邓肯氏新复极差法进行多元统计分析,采用提取物浓度的对数-校正死亡率(或拒食率、生长抑制率、忌避率)几率值法计算求得致死中浓度(LC₅₀)或拒食中浓度(AFC₅₀)、抑制中浓度(IC₅₀)、忌避中浓度(AOC₅₀)及毒力回归方程。

2 结果与分析

2.1 对小菜蛾的触杀作用

爵床提取物对小菜蛾具有较强的触杀作用,其活性与提取物的浓度呈正相关,药后 1、2、3 d 致死中浓度 (LC₅₀) 分别为 5.17、4.05、3.06 mg/mL(表 1)。

表 1 爵床提取物对小菜蛾的触杀作用
Table 1 Contacting toxicity of extracts from *Justicia procumbens* against *Plutella xylostella*

浓度/(mg/mL) Concentration	供试虫数/头 Insect number	1 d		2 d		3 d	
		死虫数/头 Dead insect number	校正死亡率/% Correct mortality rate	死虫数/头 Dead insect number	校正死亡率/% Correct mortality rate	死虫数/头 Dead insect number	校正死亡率/% Correct mortality rate
32	20	16.67	83.33 a	16.67	83.33 a	18.00	90.00 a
16	20	14.67	73.33 b	15.33	76.67 b	16.00	80.00 b
8	20	12.67	63.33 c	14.00	70.00 c	14.67	73.33 c
4	20	9.33	46.67 d	10.67	53.33 d	12.00	60.00 d
2	20	5.33	26.67 e	6.00	30.00 e	7.33	36.67 e
CK	20	0		0		0	
回归方程 Regression equation		$Y=4.0789+1.2911x$, $R^2=0.9921$		$Y=4.2674+1.2051x$, $R^2=0.9731$		$Y=4.3820+1.2732x$, $R^2=0.9879$	
致死中浓度 Median lethal concentration LC ₅₀ /(mg/mL)		5.17(4.43—6.03)		4.05(2.95—5.58)		3.06(2.40—3.90)	

表中同列数据后不同小写字母表示在 5%水平差异显著

2.2 对小菜蛾的拒食作用

爵床提取物对小菜蛾具有显著的拒食作用,其拒食率与提取物的浓度呈正相关。选择性拒食作用大于非选择性拒食作用,药后 1 d 的拒食活性明显高于药后 2 d。在选择性条件下,药后 1、2 d 拒食中浓度 (AFC₅₀) 分别为 2.64、3.13 mg/mL(表 2)。在非选择性条件下,药后 1、2 d 的拒食中浓度 (AFC₅₀) 分别为 3.70、4.54 mg/mL(表 3)。

表 2 爵床提取物对小菜蛾的选择性拒食作用
Table 2 Antifeeding effects of extracts from *Justicia procumbens* against *Plutella xylostella* in choice test

浓度/(mg/mL) Concentration	1 d 取食面积 1 d feeding area/mm ²		1 d 拒食率/% 1 d antifeedant rate	2 d 取食面积 2 d feeding area/mm ²		2 d 拒食率/% 2 d antifeedant rate
	处理 Treatment	对照 Contrast		处理 Treatment	对照 Contrast	
32	1.30	38.30	96.55 a	3.50	50.03	92.99 a
16	4.30	37.17	88.45 b	7.20	49.40	85.39 b
8	9.10	36.69	74.92 c	14.33	48.93	70.72 c
4	14.74	35.72	58.68 d	22.42	48.46	53.63 d
2	18.94	35.57	46.65 e	28.04	47.75	41.26 e
回归方程 Regression equation	Y= 4.3297+1.5890x ,R ² = 0.9922			Y= 4.2826+1.4464x ,R ² = 0.9972		
拒食中浓度/(mg/mL) Median antifeedant concentration AFC ₅₀	2.64 (2.14—3.26)			3.13 (2.79—3.51)		

2.3 对小菜蛾的胃毒作用

爵床提取物对小菜蛾具有较强的胃毒作用,死亡率随提取物浓度的增加而升高。各处理药后 1 d 均未出现试虫死亡,32 mg/mL 处理药后 2 d 死亡率仅为 16.67%,药后 3 d 死亡率为 46.67%,药后 4、5、6、7 d 致死中浓度 (LC₅₀) 分别为 8.13、3.65、2.88、2.23 mg/mL(表 4)。

表 3 爵床提取物对小菜蛾的非选择性拒食作用

Table 3 Antifeeding effects of extracts from <i>Justicia procumbens</i> against <i>Plutella xylostella</i> in non-choice test				
浓度/(mg/mL) Concentration	1 d 取食面积/mm ² 1 d feeding area	1 d 拒食率/% 1 d antifeedant rate	2 d 取食面积/mm ² 2 d feeding area	2 d 拒食率/% 2 d antifeedant rate
32	3.20	92.28 a	6.20	88.83 a
16	7.00	83.12 b	11.30	79.65 b
8	13.94	66.37 c	20.94	62.28 c
4	20.90	49.59 d	30.82	44.49 d
2	25.93	37.46 e	37.57	32.32 e
CK	41.46		55.52	
回归方程 Regression equation	$Y=4.1581+1.4806x, R^2=0.9959$		$Y=4.0563+1.4352x, R^2=0.9974$	
拒食中浓度/(mg/mL) Median antifeedant concentrationAFC ₅₀	3.70(3.26—4.21)		4.54(4.14—4.99)	

表 4 爵床提取物对小菜蛾的胃毒作用

Table 4 Stomach poisoning of extracts from <i>Justicia procumbens</i> against <i>Plutella xylostella</i>						
浓度/(mg/mL) Concentration	校正死亡率/% Correct mortality rate					
	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
32	16.67 a	46.67 a	72.41 a	89.66 a	100.00 a	100.00 a
16	6.67 b	33.33 b	58.62 b	72.41 b	89.29 ab	96.43 a
8	0 b	23.33 bc	48.28b c	62.07 bc	78.57 bc	89.29 a
4	0 b	16.67 cd	37.93 cd	51.72 cd	67.86 cd	78.57 b
2	0 b	10.00 de	31.03 d	41.38 d	57.14 d	67.86 c
CK	0 b	0 e	3.33 e	3.33 e	6.67 e	6.67 d
回归方程 Regression equation			$Y=4.1819+0.8987x$ $R^2=0.9927$	$Y=4.3443+1.1668x$ $R^2=0.9744$	$Y=3.4100+3.4609x$ $R^2=0.8334$	$Y=3.8350+3.3497x$ $R^2=0.8732$
致死中浓度 Median lethal concentration LC ₅₀ /(mg/mL)	8.13(7.11—9.31) 3.65(2.63—5.06) 2.88(1.00—8.33) 2.23(0.81—6.16)					

2.4 对小菜蛾生长发育的抑制作用

爵床提取物对小菜蛾生长发育具有显著的抑制作用,其抑制率与提取物的浓度呈正相关。幼虫的体重随提取物浓度的增加而减小,药液处理组与对照组间幼虫体重的差异显著。药后 1、2 d 的抑制中浓度(IC₅₀)分别为 2.02、1.40 mg/mL(表 5)。

表 5 爵床提取物对小菜蛾生长发育的抑制作用

Table 5 Inhibitory growth of extracts from <i>Justicia procumbens</i> against <i>xylostella</i>					
浓度/(mg/mL) Concentration	幼虫体重 Larval body weight/(mg/头)			生长抑制率/% Inhibitory growth rate	
	0 d	1 d	2 d	1 d	2 d
32	1.39 a	1.59 f	1.61 f	92.26 a	94.48 a
16	1.44 a	1.85 e	1.95 e	84.13 b	87.12 b
8	1.35 a	2.05 d	2.19 d	73.03 c	79.01 c
4	1.49 a	2.44 c	2.70 c	63.10 d	69.73 d
2	1.44 a	2.69 b	3.10 b	51.48 e	58.28 e
CK	1.50 a	4.08 a	5.49 a		
回归方程 Regression equation	$Y=4.6506+1.1416x,$ $R^2=0.9958$			$Y=4.8352+1.1261x,$ $R^2=0.9952$	
抑制中浓度/(mg/mL) Median inhibitory concentration IC ₅₀	2.02(1.70—2.41)			1.40(1.12—1.75)	

2.5 对小菜蛾的产卵忌避作用

爵床提取物对小菜蛾成虫产卵具有显著的忌避作用,其产卵忌避率与提取物的浓度呈正相关。成虫在处理叶碟上的产卵量随提取物浓度的增加而减小,且各处理间差异显著。同时,各药液处理产卵忌避率随处理时间的延长而降低。选择性产卵忌避作用大于非选择性产卵忌避作用,在选择性条件下药后 1、2、3 d 忌避中浓度(AOC₅₀)分别为 2.61、3.66、4.58 mg/mL(表 6),在非选择性条件下药后 1、2、3 d 的忌避中浓度(AOC₅₀)分别为 3.19、4.52、5.65 mg/mL(表 7)。

表 6 爵床提取物对小菜蛾的选择性产卵忌避作用
Table 6 Oviposition deterrent of extracts from *Justicia procumbens* against *xylostella* in choice test

浓度/(mg/mL) Concentration	1 d 卵量/粒 1 d number of eggs		卵忌避率/% Oviposition deterrent rates	2 d 卵量/粒 2 d number of eggs		产卵忌避率/% Oviposition deterrent rates	3 d 卵量/粒 3 d number of eggs		产卵忌避率/% Oviposition deterrent rates
	处理	对照		处理	对照		处理	对照	
	Treatment	Contrast		Treatment	Contrast		Treatment	Contrast	
16	2.00	20.67	90.29a	7.33	42.67	82.82a	16.00	69.33	76.89a
8	5.00	20.33	75.32b	13.00	41.67	68.82b	25.00	68.67	63.58b
4	7.33	19.33	61.93c	18.67	41.33	54.82c	34.33	68.33	49.73c
2	11.00	18.67	41.03d	27.67	41.00	32.51d	48.67	68.00	28.43d
1	13.33	18.33	27.10e	32.00	40.33	20.65e	55.33	67.33	17.82e
回归方程 Regression equation	$Y=4.3445+1.5704x,$ $R^2=0.9968$			$Y=4.1622+1.4868x,$ $R^2=0.9978$			$Y=4.0702+1.4059x,$ $R^2=0.9970$		
产卵忌避中浓度 Median anti-oviposition concentration AOC ₅₀ /(mg/mL)	2.61 (2.37—2.88)			3.66 (3.40—3.94)			4.58 (4.20—5.00)		

表 7 爵床提取物对小菜蛾的非选择性产卵忌避作用
Table 7 Oviposition deterrent of extracts from *Justicia procumbens* against *xylostella* in non-choice test

浓度/(mg/mL) Concentration	1 d 卵量/粒 1 d number of eggs	产卵忌避率/% Oviposition deterrent rates	2 d 卵量/粒 2 d number of eggs	产卵忌避率/% Oviposition deterrent rates	3 d 卵量/粒 3 d number of eggs	产卵忌避率/% Oviposition deterrent rates
16	3.33	88.24 a	10.67	79.35 a	20.33	73.59 a
8	7.67	72.94 b	17.67	65.81 b	30.67	60.17 b
4	12.00	57.65 c	26.00	49.68 c	42.67	44.59 c
2	18.33	35.29 d	37.33	27.74 d	58.67	23.81 d
1	22.33	21.18 e	44.00	14.84 e	68.00	11.69 e
CK	28.33		51.67		77.00	
回归方程 Regression equation	$Y=4.1701+1.6487x,$ $R^2=0.9986$		$Y=3.9724+1.5685x,$ $R^2=0.9979$		$Y=3.8473+1.5324x,$ $R^2=0.9964$	
产卵忌避中浓度 Median anti-oviposition concentration AOC ₅₀ / (mg/mL)	3.19 (3.00—3.39)		4.52 (4.21—4.86)		5.65 (5.12—6.24)	

3 讨论

Kamaraj 等^[17]报道爵床甲醇、乙酸乙酯和正己烷提取物对白雪库蚊和致倦库蚊的成虫、幼虫均有较强的触杀活性,且对两种库蚊的成虫还有明显的驱避作用;平新亮等^[9-11,18]研究发现爵床甲醇提取物对白纹伊蚊、家蝇、菜青虫和亚洲玉米螟具有较强的触杀活性。本研究结果发现,爵床甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫具有触杀、拒食、抑制生长和胃毒作用。试虫在溶液中浸渍后,其死亡率随爵床提取物浓度的增加而上升,药后 1、2 d 触杀 LC₅₀分别为 5.17 和 3.06 mg/mL,可见爵床提取物对小菜虫幼虫具有较强的触杀活性。在非选择性取

食条件下,试虫的取食量随爵床提取物浓度的增加而逐渐减少;在选择性取食条件下,试虫在处理叶碟上的取食量随浓度的增加而逐渐减少,拒食率逐渐增加,总取食量随之减少。其原因可能是由于试虫在取食了少量的爵床提取物后,引起食欲减退所致。由此表明提取物中存在某种或几种化学物质,使试虫对食物的食欲降低,或消化食物的速度减缓,或引起生理上的不适,但具体原因还需通过行为学的直接观察和生理学的实验才能进一步确定。非选择性取食试验中的 AFC_{50} 大于选择性取食试验中 AFC_{50} (表 2, 表 3), 这一结果与蔡霞等测定水葫芦乙醇提取物、雷公藤乙醇提取物、银杏叶粗提物对小菜蛾幼虫的拒食作用结果相似^[19-21]。其原因可能是由于小菜蛾因极度饥饿而取食提取物处理过叶碟的缘故,也有可能是由于小菜蛾幼虫持续地暴露于提取物的环境后,感受器对提取物的敏感性下降所致。昆虫能很快地适应拒食剂,表现对拒食剂不敏感,这也是拒食剂应用中所存在的问题之一。

爵床提取物对小菜蛾幼虫有生长抑制和胃毒作用。用提取物处理的叶碟饲喂后,幼虫的体重增加缓慢;在较高浓度下,提取物还可使小菜蛾的幼虫死亡;小菜蛾取食提取物后,即使喂以新鲜未处理的叶碟,幼虫死亡率仍比对照明显增加,且随着时间延长而升高,导致最终完成幼虫期发育的百分率下降。其原因可能是试虫取食后引起体内代谢失调而使生长发育受到抑制所致。爵床提取物对小菜蛾成虫产卵有忌避作用。成虫在处理叶碟上的产卵量随提取物浓度的增加而减小,各药液处理产卵忌避率随处理时间的延长而降低,其中选择性产卵忌避作用大于非选择性产卵忌避作用,这一结果与 Kamaraj 等^[17]报道相一致。其原因可能是由于提取物活性成分的挥发作用,致使叶碟上的浓度随着时间的延长而不断下降有关;也有可能是由于小菜蛾成虫持续地暴露于提取物的环境后,触角等感受器对提取物的敏感性下降所致。

植物中具有杀虫活性的化合物主要有萜类化合物及其衍生物、生物碱及蛋白质等含氮含硫化合物、脂肪类化合物和芳香族化合物等四大类,其中精油是植物中常见的杀虫有效成分^[22-23]。刘文坤等^[24]报道爵床属植物的主要成分为三萜、黄酮、木脂素、香豆素、生物碱和脂肪酸等类型化合物。以往研究发现爵床不同极性溶剂提取物对鳞翅目昆虫均有一定程度的杀虫作用,其中以甲醇提取物的活性最高^[11]。由此可以初步推断爵床杀虫活性成分以中极性化合物较多,亲脂性化合物相对较少,其单体的杀虫活性和作用机理有待进一步研究。

剌根蛟等^[25]报道牛心朴子 *Cynanchum komarovii* 乙醇提取物药后 1、2 d 对小菜蛾 3 龄幼虫的触杀 LC_{50} 分别为 4.90 和 4.3 mg/mL;在选择性和非选择性的条件下,蔡霞等^[19]研究发现水葫芦 *Eichhornia crassipes* 乙醇提取物药后 2 d 对小菜蛾 3 龄幼虫的 AFC_{50} 分别为 66.09 和 293.35 mg/mL,李进步等^[26]证实半夏 *Pinellia ternat* 乙醇提取物药后 2 d 对小菜蛾 3 龄幼虫 AFC_{50} 分别为 39.16 和 21.32 mg/mL;徐向荣等^[13]研究发现在非选择性的条件下牵牛子 *Pharbitis purpure* 甲醇提取物药后 2 d 对小菜蛾 3 龄幼虫的 AFC_{50} 为 34.60 mg/mL。本研究中,爵床甲醇提取物药后 2、3 d 对小菜蛾 3 龄幼虫的触杀 LC_{50} 分别为 4.05 和 3.06 mg/mL,在选择性和非选择性的条件下爵床甲醇提取物药后 2 d 对小菜蛾 3 龄幼虫 AFC_{50} 分别为 3.13 和 4.54 mg/mL,可见其活性明显高于牛心朴子、水葫芦、半夏和牵牛子提取物。因此,爵床具有开发为新型高效、低毒植物源农药的潜在价值。

参考文献 (References):

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典(下册). 上海: 上海人民出版社, 1977: 2682.
- [2] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编(上册). 北京: 人民卫生出版社, 1983: 927.
- [3] 张爱莲, 戚华溢, 叶其, 张国林. 爵床的化学成分研究. 应用与环境生物学报, 2006, 12(2): 170-175.
- [4] Fukamiya N, Lee K H. Antitumor agents 81. Justicidin-A an diphyllin, two cytotoxic principles from *Justicia procumbens*. Journal of Natural Products, 1986, 49(2): 348-350.
- [5] Chen C C, Hsin W C, Ko F N, Huang Y L, Ou J C, Teng C M. Antiplatelet aryl-naphthalide lignans from *Justicia procumbens*. Journal of Natural Products, 1996, 59(12): 1149-1150.
- [6] Asano J, Chiba K, Tada M, Yoshii T. Antiviral activity of lignans and their glycosides from *Justicia procumbens*. Phytochemistry, 1996, 42(3): 713-717.
- [7] Grainge M, Ahmed S. Handbook of Plants with Pest-control Properties. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1988.

- [8] 曾志红,何建仁. 三种常见植物体外抑菌活性的初步研究. 莆田学院学报, 2009, 16(5): 36-38.
- [9] 平新亮,李保同,曾鑫年,熊忠华,李晓花. 56 种植物甲醇提取物对白纹伊蚊的生物活性. 江西农业大学学报, 2007, 29(1): 30-33.
- [10] 平新亮,李保同,林媚,王燕斌,温明霞,冯先桔,蔡文. 23 种植物甲醇提取物对菜青虫的生物活性. 江西植保, 2009, 31(3): 103-105.
- [11] 郭明程,李保同,汤丽梅,平新亮,李晓花,梁同军. 爵床提取物的抑菌杀虫活性研究. 中国生态农业学报, 2013, 21(2): 212-216.
- [12] 薛超文,王海迎,孙强,何瑞云,罗万春. 五种杀虫剂对小菜蛾的室内生物活性研究. 农药研究与应用, 2006, 10(5): 25-28.
- [13] 徐向荣,蒋红云,张燕宁,冯平章. 牵牛子提取物对小菜蛾的生物活性. 农药, 2006, 45(2): 125-128.
- [14] 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. 农药, 2009, 48(8): 617-619.
- [15] 秦小萍,赵红艳,杨美林. 坡柳种子提取物对菜青虫取食和生长发育的影响. 农药, 2007, 46(7): 494-495, 499-499.
- [16] 周琼,刘炳荣,舒迎花,何艳. 苍耳等药用植物提取物对小菜蛾的拒食作用和产卵忌避效果. 中国蔬菜, 2006, (2): 17-20.
- [17] Kamaraj C, Rahuman A A, Mahapatra A, Bagavan A, Elango G. Insecticidal and larvicidal activities of medicinal plant extracts against mosquitoes. Parasitology Research, 2010, 107(6): 1337-1349.
- [18] 郭明程,李保同,汤丽梅,李晓花,梁同军. 中药爵床甲醇提取物对亚洲玉米螟的生物活性. 江西农业大学学报, 2013, 35(2): 329-333.
- [19] 蔡霞,施祖华,施英利. 水葫芦乙醇提取物对小菜蛾幼虫的生物活性. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2005, 31(5): 567-571.
- [20] 徐红星,吕仲贤,陈建明,陈列忠,俞晓平. 雷公藤总生物碱对小菜蛾的生物活性. 浙江农业学报, 2006, 18(5): 348-350.
- [21] 徐红星,俞晓平,吕仲贤,陈建明,郑许松. 银杏叶粗提物对小菜蛾的拒避和生长发育抑制作用. 华东昆虫学报, 2002, 11(1): 77-80.
- [22] 周仕涛. 我国植物源农药的研究及前景. 西南农业学报, 2004, 17(4): 525-529.
- [23] Kapoor R, Ali M, Mir S R, Rafiullah M R M. Essential oil constituents of aerial parts of *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit. Flavour and Fragrance Journal, 2004, 19(2): 109-111.
- [24] 刘文坤,陈思强,邵明国,罗永明,杨美华. 爵床属植物的化学成分和药理活性研究进展. 天然产物研究与开发, 2012, 24(4): 539-549.
- [25] 剡根姣,杨敏丽,李建涛. 牛心朴子提取物对小菜蛾的生物活性研究. 中国农学通报, 2012, 28(9): 205-208.
- [26] 李进步,方丽平,薛建平,晁飞朋,郭庆,张亚楠. 半夏乙醇提取物对小菜蛾幼虫生物活性的研究. 中国农学通报, 2009, 25(5): 223-227.