



王学贵, 余婷, 李倩. 光叶铁仔提取物对小菜蛾幼虫生长发育的影响[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(5): 61-66.

光叶铁仔提取物对小菜蛾幼虫生长发育的影响

王学贵, 余婷, 李倩

(四川农业大学 农学院/无公害农药研究实验室, 四川 成都 611130)

摘要:【目的】研究光叶铁仔 *Myrsine stolonifera* 提取物对小菜蛾 *Plutella xylostella* 生长发育的影响。【方法】采用叶片载毒法, 测定了光叶铁仔根、茎、叶甲醇提取物和大孔吸附树脂乙醇馏分对小菜蛾的生物活性; 测定了大孔吸附树脂乙醇馏分对小菜蛾生长发育的影响。【结果】光叶铁仔根、茎、叶甲醇提取物和大孔吸附树脂乙醇馏分对小菜蛾具有胃毒作用, 以叶部 50%(φ)乙醇馏分的效果较佳, 72 h 后校正死亡率达到 75.56%。根茎部 95%(φ)乙醇馏分与叶部 50%(φ)乙醇馏分, 对小菜蛾的幼虫具有一定的拒食作用与体质量抑制效果, 其拒食率与体质量抑制率整体高于 90%, 且对化蛹及羽化有一定的影响。【结论】光叶铁仔提取物对小菜蛾幼虫具有较强的杀虫活性, 其活性成分及作用机理值得深入研究。

关键词: 光叶铁仔; 提取物; 小菜蛾; 大孔吸附树脂; 生长发育; 拒食活性
中图分类号: S436.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-411X(2017)05-0061-06

Effects of *Myrsine stolonifera* extracts on growth and development of *Plutella xylostella* larvae

WANG Xuegui, YU Ting, LI Qian

(College of Agriculture, Sichuan Agricultural University/Biorational Pesticide Research Lab, Chengdu 611130, China)

Abstract: 【Objective】To study the effects of *Myrsine stolonifera* extracts on growth and development of *Plutella xylostella* larvae. 【Method】The bioactivities of *M. stolonifera* root, stem and leaf methanol extracts, and ethanol fractions of methanol extracts through macroporous resin against *P. xylostella* were determined by disc leaf method. The effects of ethanol fractions of extracts through macroporous resin on *P. xylostella* growth and development were studied. 【Result】The root, stem and leaf methanol extracts of *M. stolonifera* and ethanol fractions of extracts through macroporous resin displayed stomach toxicity against *P. xylostella*. The 50% ethanol fraction of leaf extracts had the strongest insecticidal activity with an adjusted mortality of 75.56% after 72 h. The 95% ethanol fractions of root and stem extracts and 50% ethanol fractions of leaf extracts showed strong antifeedant activities and growth inhibition effects against *P. xylostella* larvae, with the antifeedant rates and growth inhibition rates over 90%. The extracts affected pupation and eclosion of *P. xylostella*. 【Conclusion】*M. stolonifera* extracts display strong insecticidal activities against *P. xylostella* larvae. The insecticidal ingredients and mechanisms should be further studied.

Key words: *Myrsine stolonifera*; extract; *Plutella xylostella*; macroporous resin; growth and development; antifeedant activity

化学农药的广泛使用在一定程度上缓解了农业害虫泛滥、粮食减产等问题,但长期单一使用易造成有害生物抗药性、农药残留等问题^[1]。随着社会经济的发展,人们对食品质量与环境安全要求越来越高,对我国农药的生产和使用提出了更严格的要求^[2]。2015 年我国农业部提出到 2020 年农药零增长的行动方案,要求在控、替、精、统 4 个字上下功夫,其中“替”是关键,即用高效低剂量农药替代低效高剂量农药,绿色防控产品替代化学防治药剂等。因环保、低毒、易降解等特点,植物源农药已成为现代农业生产研究与应用的重点^[3-4]。近年来,我国植物源农药的研究,尤其植物源杀虫活性的研究报道较多,如大青叶 *Folium isatidis* 的正丁醇和石油醚提取物对小菜蛾 *Plutella xylostella* 具有较强的毒杀作用^[5],雷霁等^[6]发现曼陀罗 *Datura stramonium* 水提取物对小菜蛾表现出拒食及毒杀活性;郑如刚等^[7]研究发现小桐子 *Jatropha curcas* 种子乙酸乙酯提取物对小菜蛾 48 h 校正死亡率达 93.6%;Vanichpakorn 等^[8]研究发现藜芦 *Veratrum nigrum* 根乙酸乙酯、乙醇和丙酮提取物对小菜蛾幼虫均表现出杀虫活性,其中乙酸乙酯对小菜蛾 2 龄和 3 龄幼虫的 LC₅₀ 值分别为 225 和 335 μg·mL⁻¹。Cespedes 等^[9]从缙叶蒲包花菜 *Calceolaria integrifolia* 中提取的二萜、三萜和酚类物质对豆象 *Callosobruchus maculatus* 和墨西哥豆瓢虫 *Epilachna varivestis* 幼虫表现出很强的杀虫活性,在 500 μg·cm⁻² 用量下可致使豆象幼虫死亡率达到 40%~81%,可致墨西哥瓢虫幼虫死亡率达到 35.0%~88.9%。Pugazhvendan 等^[10]研究发现艾草 *Artemisia argyi* 正己烷提取物对赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* 的活性最强,72 h 的校正死亡率达到 58%,灰毛豆 *Tephrosia purpurea* 乙酸乙酯提取物杀虫活性次之,72 h 的校正死亡率达到 52%。植物源杀虫剂的活性成分除直接利用外,还可以作为合成新型杀虫剂的前导化合物,如氨基甲酸酯类和拟除虫菊酯类杀虫剂^[1]、氯化烟酰胺类和鱼尼丁受体类杀虫剂^[11]。

光叶铁仔 *Myrsine stolonifera* 为紫金牛科 *Myrsinaceae* 铁仔属 *Myrsine* 植物,是我国台湾、福建、浙江等地分布的一种常绿灌木^[12]。前期研究表明,其甲醇提取物处理家蝇 *Musca domestica*、蚜虫 *Aphidoidea*、白纹伊蚊 *Aedes albopictus* 等均表现出较高的杀虫活性^[13],而鲜见其对小菜蛾 *Plutella xylostella* 的杀虫活性和生长发育的影响研究。本研究拟通过光叶铁仔甲醇提取物、大孔吸附树脂不同馏分对小菜蛾

3 龄幼虫的活性测定,初步明确其生物活性,以期为进一步开发利用光叶铁仔提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

小菜蛾为 2011 年由中国农业大学昆虫生理生化与分子毒理学实验室引种的敏感品系,以改良的蛭石萝卜苗法累代饲养至今,饲养条件为温度 (25±1) °C,相对湿度 60%~70%,光周期为 14 h 光:10 h 暗,以 3 龄蛻皮后 12 h 幼虫为试虫。

光叶铁仔根、茎和叶于 2011 年 9—11 月采自重庆南川市金佛山国家自然风景保护区,由重庆市药用植物栽培研究所易思荣副研究员采集和鉴定。

丙酮、甲醇等试剂均为 AR 级。

1.2 方法

1.2.1 活性物质的提取 分部采集光叶铁仔根、茎和叶部材料,经干燥、粉碎分别得到 60 目粉末 8.3、10.0 和 7.5 kg。采用冷浸法^[11],加入 5 倍体积的甲醇进行浸提,每次持续 72 h 以上,期间数次摇动,浸提 3 次,将提取液合并、浓缩,分别得到根、茎和叶部的甲醇提取物 1 328、1 680 和 1 250 g。以 D101 大孔吸附树脂为载体,采用水及 φ 为 30%、50%、70% 和 95% 的乙醇对所得叶部和根茎甲醇提取物(根据成分初步判断,绝大多数成分相似,进行合并)进行洗脱,得到根茎部水层提取物 15.03 g,根茎部 φ 为 30%、50%、70%、95% 的乙醇提取物分别为 10.31、14.25、13.99 和 18.71 g;叶部水层提取物 19.24 g、叶部 φ 为 30%、50%、70%、95% 的乙醇提取物分别为 12.55、11.26、13.45 和 14.78 g。

1.2.2 活性物质对小菜蛾生长发育的影响 叶片载毒法^[14]测定活性提取物对小菜蛾 3 龄幼虫生长发育的影响。称取光叶铁仔根、茎、叶甲醇提取物各 0.1 g,用 1 mL 的丙酮溶解,用蒸馏水定容到 20 mL,分别配成质量浓度为 5 mg·mL⁻¹ 的供试溶液;以丙酮溶液为空白对照,将新鲜甘蓝 *Brassica oleracea* 叶剪成直径 2 cm 的叶碟,浸入供试溶液中 10 s 后取出,晾干后放入滤纸保湿的塑料培养皿(9 cm×9 cm)中,每皿放入 4 片处理叶碟,同时接入 10 头饥饿处理 6 h 的 3 龄幼虫,每个处理 3 次重复(在接入虫体之前称取每皿幼虫的总质量),并在培养皿上覆盖一层用细针扎过适量小孔的保鲜膜,在(25±1)°C 养虫室内饲养,每隔 24 h 更换用药叶碟。12、24、36、48、72 h 后分别检查记录幼虫死亡情况,同时计算 24 和 48 h 的体质量抑制率。

死亡率=死亡虫数/供试总虫数×100%,
校正死亡率=(处理死亡率－空白对照死亡率)/(1－空白对照死亡率)×100%,
体质量抑制率=(对照组平均体质量增加量－处理组平均体质量增加量)/对照组平均体质量增加量×100%.

1.2.3 活性物质对小菜蛾的拒食活性 根据文献[14]的方法测定甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的非选择性拒食活性和选择性拒食活性。每一培养皿中放入 2 片处理叶碟和 2 片对照叶碟, 交替放置, 分别于 24、48 h 后用坐标方格纸测定剩余面积, 并计算试虫拒食率:

拒食率 = (S_{对照} - S_{处理}) / (S_{对照} + S_{处理}) × 100%,

式中, S_{对照}、S_{处理} 分别表示对照和处理的取食面积。

1.2.4 高馏分提取物对小菜蛾的生物活性 检测光叶铁仔叶部、根茎部分甲醇提取物经 D101 型大孔吸附树脂提取所得的水层馏分、30%(φ)乙醇馏分、50%(φ)乙醇馏分、70%(φ)乙醇馏分、95%(φ)乙醇馏分对小菜蛾的生物活性影响。参照 1.2.2 的方法, 处理 12、24、36、48、60、72 h 后, 记录各处理小菜蛾的死亡情况, 同时记录 24、48、72 h 虫体质量及叶碟取食面积, 计算校正死亡率、体质量抑制率和非选择拒食率, 综合考虑各种结果, 筛选出生物活性较高的 1~2 种馏分。

1.2.5 高馏分提取物对小菜蛾生长发育的影响 参照 1.2.2 的方法。准确称取生物活性较高的馏分各 0.4 g, 用 1 mL 丙酮溶解, 再用 w 为 0.1% 的 Triton

X-100 溶液定容到 100 mL, 分别配制出质量浓度为 20.00、10.00、5.00、2.50、1.25 mg·mL⁻¹ 的溶液; 同时以 φ 为 1% 的丙酮溶液为空白对照。将新鲜洗净后的甘蓝叶剪成 3 cm×3 cm 的正方形, 浸入供试液中 10 s 后取出, 晾干后放入滤纸保湿的一次性塑料培养皿 (9 cm×9 cm) 中, 每皿放 1 片处理叶碟, 同时接入 15 头饥饿处理 6 h 的 3 龄幼虫, 每个处理 2 次重复 (在接入虫体之前准确称量每皿幼虫的总体质量), 每隔 24 h 更换叶碟, 前 72 h 饲养用药叶碟, 之后用新鲜叶碟饲喂。72 h 前每隔 12 h 检查记录小菜蛾的死亡及发育情况, 计算死亡率、校正死亡率、化蛹率和羽化率。

2 结果与分析

2.1 甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的杀虫活性

表 1 为光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的胃毒作用结果, 表 2 为光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫生长发育的影响, 从表 1 可以看出, 光叶铁仔根、茎、叶甲醇提取物 (5 mg·mL⁻¹) 对小菜蛾表现出一定的胃毒作用, 其中以茎部甲醇提取物活性最强, 且在 72 h 时显著高于叶部提取物活性 (P<0.05)。从表 2 可以看出, 根部甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫 24 h 的体质量抑制率最大, 达到 34.77%, 而在 48 h 后, 所有处理的体质量抑制率均下降, 但茎部甲醇提取物的体质量抑制率仍显著高于叶部甲醇提取物体质量抑制率 (P<0.05)。

表 1 光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的胃毒作用¹⁾

Tab. 1 Stomach toxicity of methanol extracts against the 3rd instar larvae of *Plutella xylostella*

提取部位	试虫数/头	校正死亡率/%				
		12 h	24 h	36 h	48 h	72 h
根	30	0a	3.33±0.33a	6.67±0.46a	6.67±0.46a	10.37±0.67ab
茎	30	0a	0a	10.00±0.56a	13.33±0.74a	23.70±1.47a
叶	30	3.33±0.33a	3.33±0.33a	6.67±0.56a	6.67±0.46a	3.33±0.35b

1) 同列数据后凡具有一个相同字母者, 表示差异不显著 (P>0.05, Duncan's 法)。

表 2 光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的体质量抑制率

Tab. 2 Body weight inhibition of methanol extracts against the 3rd instar larvae of *Plutella xylostella*

提取部位	试虫数/头	初始体质量/mg	24 h		48 h	
			体质量/mg	体质量抑制率 ¹⁾ /%	体质量/mg	体质量抑制率 ¹⁾ /%
根	30	1.31±0.74	2.03±1.13	34.77±1.99a	3.04±1.69	13.54±0.77ab
茎	30	1.30±0.73	2.20±1.22	19.98±1.25a	2.93±1.64	18.86±1.22a
叶	30	1.37±0.77	2.20±1.29	26.10±1.62a	3.28±1.83	4.84±0.32bc
对照	30	1.39±0.78	2.51±1.40	0b	3.32±1.83	0c

1) 同列数据后凡具有一个相同字母者, 表示差异不显著 (P>0.05, Duncan's 法)。

2.2 光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的拒食活性

表 3 为光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的拒食活性,从表 3 可以看出,光叶铁仔茎、根、叶部的甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫均表现出一定的拒食活性。在 24 h 时,茎部甲醇提取物的非选

择性拒食率与选择性拒食率均最高,显著高于叶部甲醇提取物的拒食活性($P<0.05$);在 48 h 时,各处理非选择性拒食作用进一步提高,但选择性拒食作用则略有下降,茎甲醇提取物的拒食活性显著高于叶部甲醇提取物拒食活性($P<0.05$)。综合上述结果,非选择拒食与选择性拒食效果表现为茎>根>叶。

表 3 光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的拒食活性¹⁾
Tab. 3 Antifeedant effects of methanol extracts against the 3rd instar larvae of *Plutella xylostella*

提取部位	试虫数/头	24 h		48 h	
		非选择性拒食率/%	选择性拒食率/%	非选择性拒食率/%	选择性拒食率/%
根	30	35.93±2.09ab	46.56±2.65a	38.78±2.17a	24.85±1.39b
茎	30	39.43±2.25a	46.71±2.61a	44.84±2.53a	37.46±2.11a
叶	30	21.75±1.27b	33.89±1.89b	24.35±1.37b	17.45±0.99b
对照	30	0c	0c	0c	0c

1) 同列数据后凡具有一个相同字母者,表示差异不显著($P>0.05$, Duncan's 法)。

2.3 D101 型大孔吸附树脂不同馏分对小菜蛾 3 龄幼虫的胃毒和拒食作用

表 4 结果表明,不同馏分对小菜蛾 3 龄幼虫都具有一定的胃毒作用,处理后 72 h 时,以叶 50%(φ)乙醇馏分的效果最佳,试虫的校正死亡率达到 57.50%,根茎 95%(φ)和 70%(φ)乙醇馏分及叶 70%(φ)乙醇馏分处理的校正死亡率均高于相应的

30% 乙醇馏分,但差异不显著,且与其他馏分差异不显著($P>0.05$)。

表 4 结果表明不同馏分对小菜蛾 3 龄幼虫都具有一定的拒食作用,以叶 50%(φ)、70%(φ)乙醇馏分及根茎 95%(φ)、70%(φ)乙醇馏分对 3 龄小菜蛾拒食作用明显,在 24、48、72 h 都达到 90% 以上,与其他部分馏分的差异显著($P<0.05$)。

表 4 大孔树脂不同馏分对小菜蛾 3 龄幼虫的胃毒和拒食作用

Tab. 4 Stomach toxicity and antifeedant effect of different fractions through macroporus resin against the 3rd instar larvae of *Plutella xylostella*

处理	大孔树脂馏分	校正死亡率/%			非选择性拒食率/%		
		24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
根茎部	水层馏分	6.67±0.66ab	16.67±1.34ab	19.17±1.40ab	78.70±4.33ab	85.11±4.66ab	75.65±4.20b
	30%(φ)乙醇馏分	3.33±0.33ab	3.33±0.33b	3.33±0.33b	21.84±2.38cd	27.12±1.50d	13.98±1.03d
	50%(φ)乙醇馏分	10.00±0.72ab	10.00±0.72b	5.00±1.28b	71.88±3.96ab	72.10±4.01b	83.53±4.57ab
	70%(φ)乙醇馏分	10.00±0.72ab	33.33±2.37ab	38.33±2.67ab	88.21±4.83ab	96.01±5.25a	97.23±5.32a
	95%(φ)乙醇馏分	10.00±0.72ab	33.33±2.37ab	30.00±2.68ab	92.76±5.08a	95.04±5.20a	96.51±5.28a
叶部	水层馏分	13.33±0.78ab	20.00±1.09ab	13.33±0.93b	59.78±3.43ab	74.65±4.12b	79.14±4.35b
	30%(φ)乙醇馏分	6.67±0.45ab	10.00±0.55b	2.50±0.64b	52.85±3.28bc	55.40±3.11c	59.81±3.31c
	50%(φ)乙醇馏分	13.33±0.91ab	50.00±3.18a	57.50±3.29a	94.00±5.14a	93.83±5.13a	97.49±5.33a
	70%(φ)乙醇馏分	16.67±0.95a	36.67±2.13ab	33.33±2.37ab	90.90±4.97a	92.70±5.07a	97.14±5.31a
	95%(φ)乙醇馏分	0b	10.00±0.72b	10.83±0.77b	70.22±3.90ab	83.30±4.60ab	93.64±5.12a
对照		0b	0b	0b	0d	0e	0e

1) 同列数据后凡具有一个相同字母者,表示差异不显著($P>0.05$, Duncan's 法)。

2.4 D101 型大孔吸附树脂不同馏分对小菜蛾 3 龄幼虫生长的影响

从表 5 可以看出,叶 50%(φ)、70%(φ)乙醇馏分以及根茎 95%(φ)和 70%(φ)乙醇馏分对小菜蛾 3 龄

幼虫体质量抑制作用明显,叶 50%(φ)与 70%(φ)乙醇馏分的体质量抑制率在 24、48、72 h 时都超过了 100%,结合相应的非选择性拒食率情况,用这些馏分处理幼虫后,幼虫基本没有进食,且随着时间的

推移, 部分幼虫死亡; 处理后的幼虫与对照相比, 其体长明显较短。综合考虑活性及试验材料的数量, 选择根茎部 95%(φ)乙醇馏分和叶部 50%(φ)乙醇馏分进行后续研究。

表 5 大孔树脂不同馏分对小菜蛾 3 龄幼虫体质量的抑制作用¹⁾

Tab. 5 weight inhibition effect of different fractions through macroporus resin against the 3rd instar larvae of *Plutella xylostella*

提取部位	大孔树脂馏分 ²⁾	原始体质量/ mg	24 h		48 h		72 h	
			体质量/mg	体质量抑制率/%	体质量/mg	体质量抑制率/%	体质量/mg	体质量抑制率/%
根茎部	水层	1.48±0.84a	1.94±1.07	67.39±3.87c	2.13±1.19	76.84±4.26bcd	2.01±1.14	82.62±4.56abc
	30%乙醇	1.99±1.19a	2.36±1.58	68.54±4.23c	3.60±2.00	51.62±3.10d	3.54±1.96	53.89±3.26c
	50%乙醇	1.67±0.92a	1.93±1.06	84.92±4.73bc	2.48±1.40	75.10±4.34bcd	2.48±1.41	75.77±4.39bc
	70%乙醇	1.62±0.91a	1.73±0.98	94.39±5.16bc	1.18±0.72	76.84±4.26bcd	1.17±0.73	114.92±6.32ab
	95%乙醇	1.21±0.71a	1.38±0.76	76.86±4.57bc	1.07±0.69	93.15±5.56abcd	1.12±0.74	90.11±5.43abc
叶部	水层	1.71±0.94a	1.89±1.05	90.07±4.95bc	1.92±1.07	94.25±5.16abc	2.21±1.23	86.39±4.74abc
	30%乙醇	1.69±0.93a	2.24±1.23	70.01±3.87c	2.64±1.45	72.55±3.98cd	3.06±1.67	61.27±3.43c
	50%乙醇	1.87±1.04a	1.61±0.88	118.57±6.71ab	1.14±0.67	115.95±6.43ab	1.01±0.57	119.46±6.55a
	70%乙醇	1.96±1.08a	1.48±0.82	139.14±7.66a	1.07±0.61	120.59±6.63a	1.01±0.61	121.03±6.67a
	95%乙醇	1.96±1.08a	2.27±1.24	73.45±4.07bc	2.25±1.25	92.95±5.11abcd	2.24±1.26	93.34±5.15abc
对照		1.32±0.73a	2.70±1.49	0d	3.98±2.19	0e	4.15±2.27	0d

1) 同列数据后凡具有一个相同字母者,表示差异不显著($P>0.05$, Duncan's 法); 2) 乙醇百分数均为体积分数。

2.5 叶部 50%(φ)乙醇馏分与根茎 95%(φ)乙醇馏分对小菜蛾 3 龄幼虫的生物活性

从表 6 可以看出, 叶部 50%(φ)乙醇馏分与根、茎 95%(φ)乙醇馏分随着质量浓度的下降, 其胃毒作用逐渐降低, 在 72 h 时, 叶部 50%(φ)乙醇馏分 20 和

10 mg·mL⁻¹ 校正死亡率最高, 且与其他处理差异显著($P<0.05$)。叶部 50%(φ)乙醇馏分 20 mg·mL⁻¹ 处理小菜蛾 3 龄幼虫后, 化蛹率和羽化率最低, 均仅有 4.44%, 且与 CK 差异极显著($P<0.01$)。

表 6 根茎部 95%(φ)乙醇馏分与叶部 50%(φ)乙醇馏分对小菜蛾 3 龄幼虫的生物活性¹⁾

Tab. 6 The effects of 95% ethanol fraction of root and stem extract, and 50% ethanol fractions of leaf extract on bioactivities of the 3rd instar larvae of *Plutella xylostella*

处理	ρ /(mg·mL ⁻¹)	试虫数	校正死亡率/%			化蛹率/%	羽化率/%
			24 h	48 h	72 h		
根茎95%(φ)乙醇馏分	20.00	45	2.22±0.15b	13.33±0.54bc	17.78±0.74bc	17.78±0.71de	11.11±0.53de
	10.00	45	0b	8.89±0.41c	8.89±0.41bc	20.00±0.98de	6.67±0.33e
	5.00	45	0b	4.45±0.21c	6.67±0.25c	28.89±1.38cde	15.56±0.90cde
	2.50	45	0b	0c	2.22±0.15c	48.89±1.87abc	28.89±1.13bcd
	1.25	45	0b	0c	2.22±0.15c	53.33±2.04abc	35.56±1.44abc
叶50%(φ)乙醇馏分	20.00	45	17.78±0.71a	68.89±2.60a	75.56±2.85a	4.44±0.30e	4.44±0.30e
	10.00	45	15.56±0.63a	53.33±2.05a	62.22±2.35a	6.67±0.33e	4.44±0.21e
	5.00	45	6.67±0.33b	26.67±1.31b	28.89±1.45b	15.56±0.60de	8.89±0.41de
	2.50	45	2.22±0.15b	4.45±0.21c	8.89±0.47bc	33.33±1.31bcd	22.22±0.84bcde
	1.25	45	0b	2.22±0.15c	2.22±0.15c	55.56±2.16ab	37.78±1.46ab
对照		45	0b	0c	0c	71.11±2.70a	53.33±2.05a

1) 同列数据后凡具有一个相同字母者,表示差异不显著($P>0.05$, Duncan's 法)。

3 讨论与结论

近年来, 有大量关于植物提取物作用于害虫的研究与报道, 从植物中寻找新的杀虫活性物质是开
<http://xuebao.scau.edu.cn>

发新型杀虫剂, 克服或延缓害虫抗药性的有效途径之一^[14]。目前, 国内外已经商品化开发的杀虫植物包括除虫菊 *Pyrethrum cinerariifolium*、鱼藤 *Derris trifoliata*、印楝 *Azadirachta indica* 等^[13]。本研究表

明, 光叶铁仔甲醇粗提取物对小菜蛾 3 龄幼虫表现出一定的胃毒作用、拒食作用和体质量抑制作用, 部分处理存活率仅有 60%, 且体色发黑, 与对照组的幼虫相比极其不正常, 体质量抑制率超过 100%, 与陈培等^[15]研究雷公藤 *Tripterygium wilfordii* 不定根提取物处理小菜蛾结果一致。Bandeira 等^[16]研究发现文定果 *Muntingia calabura* 花和果正己烷提取物对小菜蛾 1 龄幼虫毒力最强, 其 LC_{50} 值分别为 0.61 和 $1.63\ \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。果实提取物对化蛹影响最大, 且果和花提取物均可延长幼虫发育历期 2 d 左右。光叶铁仔根茎 95%(φ)乙醇馏分 $20\ \text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 对小菜蛾的胃毒作用虽不明显, 但对其化蛹率、羽化率等都有一定的影响, 叶 50%(φ)乙醇馏分的胃毒作用比根茎 95%(φ)乙醇馏分更高且差异显著, 且抑制化蛹或羽化, 小菜蛾出现畸形蛹, 或后期部分蛹即使羽化, 其成虫也出现畸形, 导致羽化率降低。光叶铁仔提取物处理小菜蛾幼虫与近年来部分植物提取物表现出相似的效果^[17], 胃毒作用不强, 但拒食效果与体质量抑制效果较好, 影响小菜蛾的化蛹与羽化。

本试验采用叶片载毒法, 通过活性跟踪分离技术初步明确了光叶铁仔不同部位甲醇提取物、不同体积分数乙醇大孔吸附树脂馏分对小菜蛾 3 龄幼虫的生物活性, 初步明确了光叶铁仔甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的非选择与选择性拒食活性、体质量抑制活性, 以及对小菜蛾幼虫生长发育的影响, 对光叶铁仔作为植物源农药的后续研究与开发具有一定的指导意义。

参考文献:

[1] 徐汉虹. 植物化学保护学 [M]. 4 版. 北京: 中国农业出版社, 2007: 1.
[2] 徐汉虹. 食品安全法下推动下的植物源农药[J]. 农药科学与管理, 2010, 31(8): 7.
[3] 农业部种植业管理司. 农业部关于印发《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》的通知[EB/OL]. 2015[2016-11-10]. <http://www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201503/t201503184444765.htm>.
[4] 高希武. 我国害虫化学防治现状与发展策略[J]. 植物

保护, 2010, 36(4): 19.
[5] 唐晓清, 王康才, 吴健. 大青叶对小菜蛾杀虫活性部位的初步筛选[J]. 江西农业学报, 2012, 24(3): 85-86.
[6] 雷霁, 梁婷婷, 冉俊祥, 等. 曼陀罗水提取物对小菜蛾的拒食及毒杀活性[J]. 西北农业学报, 2012, 21(1): 175-179.
[7] 郑如刚, 张宇博, 陈伟平, 等. 小桐子种子提取物对小菜蛾、家蝇杀虫活性初探[J]. 热带生物学报, 2012, 3(1): 69-72.
[8] VANICHPAKORN P, DING W, CEN X X. Insecticidal activity of five Chinese medicinal plants against *Plutella xylostella* L. larvae[J]. J Asia-Pac Entomol, 2010, 13(3): 169-173.
[9] CESPEDES C L, LINA-GARCIA L, KUBO I, et al. *Calceolaria integrifolia* s.l. complex, reduces feeding and growth of *Acanthoscelides obtectus*, and *Epilachna varivestis*: A new source of bioactive compounds against dry bean pests[J]. Ind Crop Prod, 2016, 89: 257-267.
[10] PUGAZHVENDAN S R, RONALD R P, ELUMALAI K. Insecticidal and repellent activities of four indigenous medicinal plants against stored grain pest, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)[J]. Asian Pac J Trop Dis, 2012, 2(S1): 16-20.
[11] 吴文君, 著. 植物杀虫剂苦皮藤素研究与利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 2-4.
[12] 张秀实, 吴征镒. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 125.
[13] 王学贵. 珍珠莲和岩木瓜的化学成分及其生物活性[D]. 广州: 华南农业大学, 2009.
[14] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1988: 72-77.
[15] 陈培, 李琰. 雷公藤组培产物的杀虫杀菌活性研究[J]. 西北植物学报, 2012, 32(10): 2116-2121.
[16] BANDEIRA G N, CAMARA C A G, DE MORAES M M, et al. Insecticidal activity of *Muntingia calabura* extracts against larvae and pupae of diamondback, *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae)[J]. J King Saud Univer-Sci, 2013, 25(1): 83-89.
[17] 丁建海, 刘世巍, 刘立红, 等. 六盘山区 15 种植物提取物对小菜蛾的生物活性[J]. 江苏农业科学, 2010(1): 151-152.

【责任编辑 霍 欢】