

薇甘菊甲醇提取物对二疣犀甲生长发育的影响

钟宝珠¹, 吕朝军^{1,*}, 王东明², 李洪², 覃伟权¹

(1. 中国热带农业科学院椰子研究所, 海南文昌 571339; 2. 海南省森林资源监测中心, 海口 570203)

摘要:【目的】探讨入侵杂草薇甘菊 *Mikania micrantha* 的利用价值, 及其在棕榈害虫二疣犀甲 *Oryctes rhinoceros* 生态防控中的应用前景。【方法】采用浸渍法和室内饲喂法, 研究了薇甘菊甲醇提取物对二疣犀甲取食量、卵孵化、化蛹、羽化及幼虫发育等的影响。【结果】薇甘菊提取物对二疣犀甲具有很好的生长发育调节活性。拒食活性研究表明, 在不同供试浓度下, 其对二疣犀甲 3 龄幼虫均表现拒食活性, 且拒食率与处理浓度呈正相关。薇甘菊提取物处理二疣犀甲的卵后, 孵化率明显降低, 且孵化期延长, 10 mg/mL 提取物处理后孵化率仅达 66.66%, 孵化期比对照延迟 3 d, 同时初孵幼虫死亡率也高达 40.43%。采用添加薇甘菊提取物的饲料饲喂 1 龄幼虫后, 幼虫体重增长减缓, 在处理浓度为 10 和 5 mg/g 时, 处理后 90 d 体重增加量分别为 3.83 g 和 4.53 g, 而对照组体重增加量达到 6.87 g。薇甘菊提取物处理老熟幼虫后, 对其化蛹具有抑制作用, 造成化蛹率降低, 化蛹时间延长及蛹的畸形。经薇甘菊提取物处理二疣犀甲蛹后, 成虫羽化率降低, 羽化时间明显延长, 且畸形成虫数量增加, 主要表现为翅无法正常伸展、虫体瘦小、无法正常爬行等。【结论】薇甘菊具有开发为生物源昆虫生长调节剂、并在二疣犀甲防控中应用的潜力。

关键词: 二疣犀甲; 薇甘菊; 提取物; 生长; 发育; 生物活性

中图分类号: S433.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0454-6296(2012)09-1062-07

Effects of methanol extracts of *Mikania micrantha* on the growth and development of the rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Dynastidae)

ZHONG Bao-Zhu¹, LÜ Chao-Jun^{1,*}, WANG Dong-Ming², LI Hong², QIN Wei-Quan¹ (1. Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang, Hainan 571339, China; 2. Forest Resources Monitoring Center of Hainan, Haikou 570203, China)

Abstract: 【Aim】To explore the potential of *Mikania micrantha* on ecological control of the rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros*. 【Methods】The effects of methanol extracts of *M. micrantha* on *O. rhinoceros* was studied using dipping method and feeding method. 【Results】*M. micrantha* extracts showed good activity on feeding amount, hatchability, pupation, emergency and larval development of *O. rhinoceros*. *M. micrantha* extracts had antifeedant activity against the 3rd larvae of *O. rhinoceros*, with a positive correlation between antifeedant rate and the concentration of extracts. The egg hatchability decreased significantly and the hatching time was delayed after *O. rhinoceros* was treated with *M. micrantha* extracts, with the hatchability of 66.66% and the hatching time being prolonged 3 d compared with the control. The mortality was 40.43% when the 1st instar larvae hatched from eggs treated with 10 mg/mL extracts. The body weight gain of the larvae was also restrained by the *M. micrantha* extracts, being 3.83 g and 4.53 g at 90 d after the *M. micrantha* extracts were added to the diets at the concentrations of 10 mg/mL and 5 mg/mL, respectively, while in the blank, the body weight gain was 6.87 g. *M. micrantha* extracts also inhibited the pupation of *O. rhinoceros*. The pupation time was delayed, and the number of deformed pupae increased after the larvae were treated with the *M. micrantha* extracts. *M. micrantha* extracts also decreased the emergence of *O. rhinoceros* and prolonged the emergence time. The deformity of the treated adults was increased, manifested as deformed wings, smaller body size, disorder in walking, etc. 【Conclusion】*M. micrantha* extracts show good prospects to be exploited as botanical insect growth regulators and can be applied in *O. rhinoceros* control.

基金项目: 海南省重点科技计划项目(ZDXM20110014); 公益性行业(农业)科研专项项目(200903026)

作者简介: 钟宝珠, 女, 1981 年生, 河北唐山人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为害虫生物防治, E-mail: baozhuz@163.com

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: lcj5783@126.com

收稿日期 Received: 2012-07-03; 接受日期 Accepted: 2012-09-03

Key words: *Oryctes rhinoceros*; *Mikania micrantha*; extracts; growth; development; bioactivity

二疣犀甲 *Oryctes rhinoceros*, 又名椰蛀犀金龟, 隶属于鞘翅目(Coleoptera)犀金龟科(Dynastidae)也称独角仙科, 是椰子和油棕的重要害虫, 主要以成虫取食植株幼嫩组织, 危害未展开心叶, 造成以叶柄为中心、两边呈对称的“V”字形缺刻。据报道, 该虫在海南的危害有日益加剧的趋势(林明光等, 2010), 尤其是台风、干旱等自然灾害使二疣犀甲大量繁殖造成猖獗危害, 不但造成减产(Raju, 1979), 还易引起细菌及真菌病害(Nirula *et al.*, 1950)。因此该害虫在经济昆虫学中占有重要地位。

薇甘菊 *Mikania micrantha* H. B. K. 是菊科假泽兰属多年生攀援草本, 被 IUCN(国际自然及自然资源保育联盟)列入全球 100 种最具破坏力的物种——“植物绿色杀手”, 是我国的头号外来入侵恶性杂草。其原产热带美洲, 并迅速分布于南美至美国南部(Bogidarmanti, 1989)。我国 1884 年在香港动植物园首次采集到薇甘菊标本(孔国辉等, 2000; 周先叶等, 2003), 迄今为止, 薇甘菊已遍布我国南方的大多数省份, 严重破坏了生物多样性和生态环境, 同时造成巨大的经济损失。

薇甘菊体内含有大量的次生化合物(邵华等, 2003), 其中有些已经被分离, 并证明有一定的杀虫及抑菌活性, 用这些次生活性物质防治农业有害生物具有无残留、生态安全等优点(覃伟权等, 2002)。近年来植物源次生物质在害虫防控中的应用逐渐被重视, 人们发现很多植物次生物质不仅对害虫具有直接毒杀作用, 同时还可通过调节虫体发育引起害虫死亡(Mordue and Nisbet, 2000)。本研究开展了入侵杂草薇甘菊在防治二疣犀甲中的杀虫作用, 针对薇甘菊甲醇提取物对二疣犀甲幼虫和卵的杀虫作用, 以及幼虫取食后对其生长发育的影响进行了研究, 以期对薇甘菊的综合利用和二疣犀甲的生态防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

薇甘菊采自海南省文昌市, 将茎叶组织置于室内阴干, 粉碎机粉碎后得到植物干粉。参考吕朝军等(2010), 选择甲醇作为提取溶剂, 具体方法为: 将薇甘菊干粉 30 g 放入具塞三角瓶, 按照植物干粉

与甲醇 1:5(v:v)浸泡 24 h, 在室温条件下超声波提取 10 min, 减压抽滤后得提取液。反复提取 3 次, 合并所得提取液。置于旋转蒸发仪(R-210, 瑞士步琪 Buchi 公司生产)上减压浓缩得到薇甘菊提取物, 转入棕色瓶中, 置于 4℃ 冰箱内保存备用。

试验用二疣犀甲幼虫采自田间腐烂椰子茎干中。单头幼虫放入装有湿润幼虫饲料(牛粪: 锯末 = 4:1, m/m)的养虫盒内, 并加盖有透气孔的盖子, 置于韶关科力仪器厂生产的 PYX-250S-B 生化培养箱(温度 26℃, RH 75%~95%)中饲养。

1.2 薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫的拒食活性

测试用二疣犀甲幼虫饲料中的薇甘菊提取物含量分别为 1%, 0.5%, 0.25%, 0.125% 和 0.0625%, 接入预先饥饿 48 h 的二疣犀甲 3 龄幼虫 1 头, 以饲养盒中虫粪颗粒干重作为衡量二疣犀甲取食量的标准。处理后 96 h 挑选出虫粪, 于干燥箱中 50℃ 烘干至恒重后统计虫粪干重。每处理重复 10 次, 以不加提取物的饲料处理为对照。依据提取物的浓度和其对应的拒食率, 计算出薇甘菊提取物对二疣犀甲的拒食中浓度(AF₅₀), 其中拒食率统计方法为:

$$\text{拒食率} = \frac{\text{虫粪干重}_{\text{对照}} - \text{虫粪干重}_{\text{处理}}}{\text{虫粪干重}_{\text{对照}}} \times 100\%。$$

1.3 薇甘菊提取物对二疣犀甲卵孵化率影响

采用浸卵法(罗都强等, 2001), 选择二疣犀甲产后 6 h 内的卵供试, 分别将卵浸入不同浓度的薇甘菊丙酮稀释液(10, 5, 2.5, 1.25 和 0.625 mg/mL)中 5 s, 取出自然晾干, 放入垫有湿滤纸的直径 9 cm 培养皿中室温下培养。以浸入丙酮溶液的二疣犀甲卵作为对照。每处理 30 粒卵, 重复 3 次。逐日观察各处理卵的孵化情况, 并记录孵化时间和累计孵化数量, 同时计算卵孵化率和孵化后 1 龄幼虫的死亡率。

1.4 薇甘菊提取物对二疣犀甲生长发育的影响

采用饲喂法(慕立义等, 1994), 测试用二疣犀甲幼虫饲料中的薇甘菊提取物含量分别为 1%, 0.5%, 0.25%, 0.125% 和 0.0625%, 接入刚孵化的二疣犀甲 1 龄幼虫。每处理选用二疣犀甲幼虫 10 头, 重复 3 次。每隔两周添加一次幼虫饲料。每 5 d 统计一次幼虫体重, 连续统计 90 d。以饲喂不加薇甘菊提取物的饲料为对照。

1.5 薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫化蛹影响

采用饲喂法(慕立义等, 1994), 测试用二疣犀

甲幼虫饲料中的薇甘菊提取物含量分别为 1% , 0.5% , 0.25% , 0.125% 和 0.0625% , 接入生长状态相同体重相近且同批次二疣犀甲 3 龄幼虫。每处理选用试虫 15 头, 重复 3 次, 以饲喂不添加薇甘菊提取物的处理为对照。从出现化蛹现象的第一天开始, 每 5 d 统计一次化蛹数和蛹畸形数量直至化蛹完毕。

化蛹畸形率 = $\frac{N_{\text{畸形个数}}}{N_{\text{化蛹总个数}}} \times 100\%$ 。

1.6 薇甘菊提取物对二疣犀甲成虫羽化影响

采用浸渍法。选择化蛹 1~2 d 的同一批次二疣犀甲新鲜虫蛹, 浸入不同浓度的薇甘菊丙酮稀释液(10, 5, 2.5, 1.25 和 0.625 mg/mL) 15 s, 取出自然晾干, 置于垫有培养基质的养虫盒中继续培养。每处理选用虫蛹 15 头, 重复 3 次。选择同一批次二疣犀甲新鲜虫蛹浸入丙酮溶液中作为对照。从出现羽化成虫之日起, 隔日统计各处理成虫羽化数和成虫畸形数量直至羽化完毕。

羽化畸形率 = $\frac{N_{\text{畸形个数}}}{N_{\text{羽化总个数}}} \times 100\%$ 。

1.7 数据统计与分析

采用 Excel 统计软件分析毒力回归方程及 AF₅₀ 和 AF₅₀ 的 95% 置信区间等(黄剑和吴文君, 2004)。采用 SPSS13.0 软件, 对所得结果进行方差分析, 多重比较采用邓肯氏新复极差法(DMRT 法), 并将结果表示为平均值(mean) ± 标准误(SE)。

2 结果与分析

2.1 薇甘菊提取物对二疣犀甲拒食活性

薇甘菊提取物对二疣犀甲的拒食作用如表 1。从表 1 中可以看出, 薇甘菊提取物对二疣犀甲 3 龄幼虫具有很强的拒食作用, 并随着处理浓度的升高, 其取食量减少, 虫粪量减少, 拒食率呈上升趋势。在最大供试浓度 10 mg/g 处理下, 其对二疣犀甲 3 龄幼虫的拒食作用最强, 拒食率达到 74.39%; 当供试浓度降至 0.625 mg/g 时, 二疣犀甲的取食量明显增加, 所排泄的虫粪平均干重为 160.7 mg, 拒食率为 18.84%; 薇甘菊提取物对二疣犀甲 3 龄幼虫的 AF₅₀ 值为 2.9284 mg/g。

表 1 薇甘菊提取物对二疣犀甲 3 龄幼虫的拒食作用

Table 1 Antifeedant effects of *Mikania micrantha* extracts on the 3rd larvae of *Oryctes rhinoceros*

提取物浓度 (mg/g) Concentration of extracts	虫粪干重 (mg) Dry weight of pest dung	拒食率 (%) Antifeedant rate
10	50.7 ± 1.54 f	74.39 ± 0.78 a
5	75.4 ± 2.40 e	61.92 ± 1.21 b
2.5	101.0 ± 3.84 d	48.99 ± 1.94 c
1.25	136.0 ± 2.76 c	31.31 ± 1.39 d
0.625	160.7 ± 2.07 b	18.84 ± 1.04 e
0 (CK)	198.0 ± 8.84 a	—
相关系数 r		0.9981
AF ₅₀ (mg/g)		2.9284
AF ₅₀ 的 95% 置信限 (mg/g)		2.3727 – 3.6141
95% FL of AF ₅₀		

表中数值为平均值 ± 标准误, 同列数据后字母不同表示在 5% 水平上差异显著 (DMRT 法); 下同。The data in the table are mean ± SE, and those in the same column followed by different letters indicate significant difference at the 0.05 level by Duncan's multiple rang test. The same for the following tables.

2.2 薇甘菊提取物对二疣犀甲卵孵化的影响

薇甘菊提取物对二疣犀甲卵孵化率的影响及孵化后幼虫的死亡情况如表 2 和表 3。结果表明, 薇甘菊提取物处理后, 二疣犀甲的卵孵化率明显降低, 同时孵化期延长。在处理浓度为 0.625 mg/mL

时, 卵孵化率最高为 87.78%, 卵孵化期为 6 d, 同对照差异不显著; 当处理浓度为 10 mg/mL 时, 卵孵化率最高仅达到 66.66%, 而卵孵化期则延长至 9 d。

同时, 从表 3 中也可以看出, 薇甘菊提取物处理过的卵, 即使可以孵化成幼虫, 但初孵幼虫的死

亡率也较高。在最大供试浓度 10 mg/mL 处理下，浓度降至 0. 625 mg/mL 时，幼虫死亡率也有幼虫的死亡率最高可达 37. 17%~40. 43%；当供试 17. 68%。

表 2 薇甘菊提取物对二疣犀甲卵孵化率的影响
Table 2 Influence of *Mikania micrantha* extracts on the hatchability of *Oryctes rhinoceros* eggs

提取物浓度(mg/mL) Concentration of extracts	处理后不同时间卵的孵化率(%) Egg hatchability after different exposure time				
	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d
10	40.00 ± 5.09 d	46.67 ± 3.33 e	62.22 ± 4.84 a	65.55 ± 2.22 a	66.66 ± 3.33 a
5	46.67 ± 5.09 cd	56.67 ± 3.33 d	66.67 ± 1.93 a	70.00 ± 1.92 a	71.11 ± 1.11 a
2.5	57.78 ± 4.84 bc	68.89 ± 1.11 c	74.45 ± 4.01 a	—	—
1.25	70.00 ± 5.77 ab	78.89 ± 4.84 b	—	—	—
0.625	76.67 ± 3.33 a	87.78 ± 2.22 ab	—	—	—
0(CK)	84.44 ± 2.94 a	95.56 ± 1.11 a	—	—	—

表 3 薇甘菊提取物处理二疣犀甲卵后 1 龄幼虫死亡率
Table 3 Mortality of the 1st instar larvae of *Oryctes rhinoceros* after eggs treated with *Mikania micrantha* extracts

提取物浓度(mg/mL) Concentration of extracts	处理后不同时间幼虫死亡率(%) Larval mortality after different exposure time				
	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d
10	37.17 ± 12.22 a	37.22 ± 11.23 a	38.80 ± 8.77 a	39.35 ± 9.31 a	40.43 ± 8.73 a
5	30.48 ± 3.51 ab	33.33 ± 3.21 ab	34.89 ± 1.88 a	34.90 ± 0.88 a	35.93 ± 1.39 a
2.5	27.58 ± 3.96 ab	28.89 ± 4.44 ab	29.37 ± 4.70 a	—	—
1.25	28.51 ± 0.40 ab	29.50 ± 0.66 ab	—	—	—
0.625	14.48 ± 3.61 bc	17.68 ± 2.30 bc	—	—	—
0(CK)	1.39 ± 1.39 c	2.38 ± 2.38 c	—	—	—

2.3 薇甘菊提取物对二疣犀甲生长发育的影响

薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫生长发育的影响如图 1。由图 1 可知，采用添加薇甘菊提取物的幼虫饲料饲喂二疣犀甲 1 龄幼虫后，随着处理浓度的增加，幼虫体重增长减缓，体重增加量减少，发育滞后。在供试浓度为 10 和 5 mg/g 时，初始幼虫体重均为 0.51 g，处理后 90 d，其体重分别增加至 4.34 和 5.04 g，体重增加量分别为 3.83 和 4.53 g，而对照组中，体重增加量达到 6.87 g。

2.4 薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫化蛹影响

薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫化蛹率的影响见表 4。从中可以看出，薇甘菊提取物对二疣犀甲的幼虫化蛹具有一定抑制作用，使幼虫化蛹率降低，化蛹时间延长。其中对照组在出现化蛹现象后 15 d 幼虫即可完成化蛹。经薇甘菊提取物各供试浓度处理后，幼虫化蛹率均低于对照，并随着处理浓度的

增加而减小，化蛹时间明显延迟，其中以 10 mg/mL 处理后，化蛹时间比对照延迟 15 d。本试验中还发现处理试虫出现大量畸形蛹，在最大供试浓度 10 mg/g 处理时，畸形率高达 46.67%。

2.5 薇甘菊提取物对二疣犀甲成虫羽化影响

薇甘菊提取物对二疣犀甲成虫羽化的影响如表 5。经薇甘菊提取物处理后，二疣犀甲成虫羽化率降低，羽化时间明显延长。其中对照组在出现羽化现象起 5 d 内羽化完毕，而经薇甘菊提取物 10 mg/mL 处理后，羽化时间比对照组延迟 10 d，至 15 d 方羽化完毕，最终羽化率仅为 80%。同时，本试验还发现药剂处理后，二疣犀甲羽化成虫出现大量畸形现象，各供试浓度(10，5，2.5，1.25 和 0.625 mg/mL)处理的成虫畸形率分别为 55.58%，46.52%，36.92%，15.87% 和 4.45%，主要表现为翅无法正常伸展、虫体瘦小、无法正常爬行等。

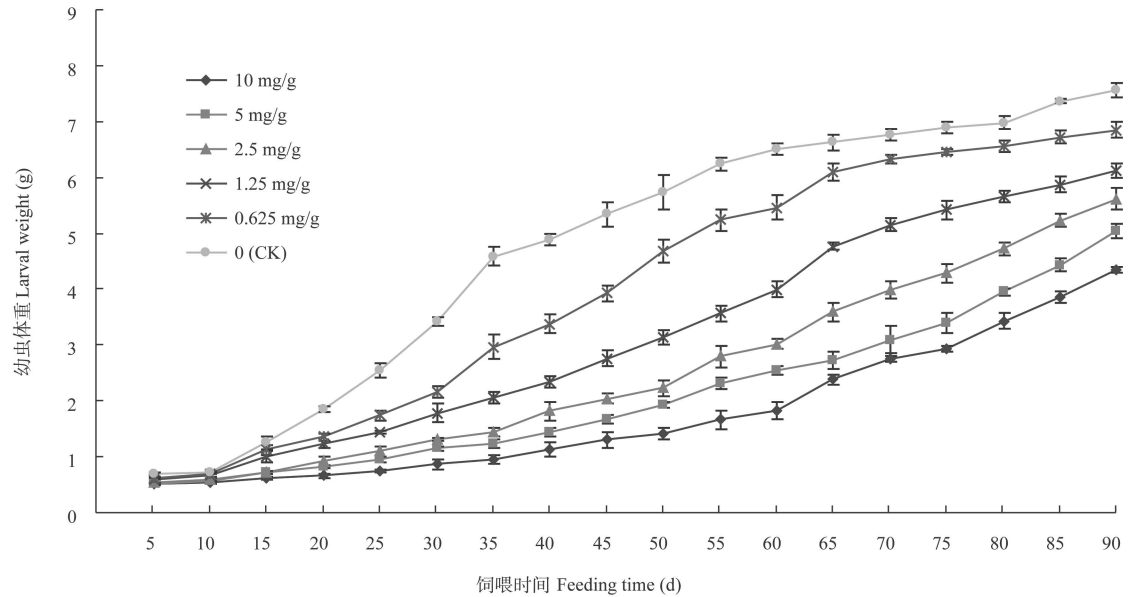


图1 薇甘菊不同浓度提取物对二疣犀甲幼虫体重的影响

Fig. 1 Influence of *Mikania micrantha* extracts at different concentrations on larval weight of *Oryctes rhinoceros*

表4 薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫化蛹的影响

Table 4 Influence of *Mikania micrantha* extracts on pupation of *Oryctes rhinoceros* larvae

提取物浓度 (mg/mL) Concentration of extracts	幼虫化蛹率 (%) Pupation rate								畸形率 (%) Deformity rate
	1 d	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	35 d	
10	0	0	4.44	17.18	33.33	55.56	80	88.89	46.67 ± 3.48 a
5	0	0	8.89	26.67	37.78	73.33	86.67	91.11	36.45 ± 3.51 ab
2.5	0	2.22	11.11	33.33	51.11	77.78	95.56	—	30.26 ± 1.94 b
1.25	0	8.89	20	48.89	86.67	97.78	—	—	15.87 ± 2.08 c
0.625	0	15.56	37.78	73.33	100	—	—	—	4.45 ± 2.22 d
0 (CK)	2.22	35.56	75.56	100	—	—	—	—	—

表5 薇甘菊提取物对二疣犀甲成虫羽化的影响

Table 5 Influence of *Mikania micrantha* extracts on adult emergence of *Oryctes rhinoceros*

提取物浓度 (mg/mL)	成虫羽化率 (%)								畸形率 (%)
Concentration of extracts	Emergence rate								Deformity rate
	1 d	3 d	5 d	7 d	9 d	11 d	13 d	15 d	
10	0.00	2.22	8.89	28.89	37.78	48.89	64.44	80.00	55.58 ± 1.39 a
5	0.00	4.44	15.56	35.56	48.89	66.67	75.56	91.11	46.52 ± 3.66 b
2.5	0.00	8.89	22.22	40.00	57.78	73.33	95.56	—	36.92 ± 3.08 c
1.25	0.00	24.44	35.56	53.33	75.56	86.67	97.78	—	15.87 ± 2.08 d
0.625	2.22	22.22	48.89	73.33	97.78	100.00	—	—	4.45 ± 2.22 e
0(CK)	2.22	37.78	100.00	—	—	—	—	—	0.00

3 讨论

薇甘菊是一种恶性入侵杂草, 由于其体内含有大量的次生化合物, 日益成为学者们争相研究的对象。薇甘菊的化感作用及其杀虫杀菌等药用价值已有较多的研究(邵华等, 2001, 2003; 吴玉荷等, 2007a, 2007b), 其提取物对褐飞虱 *Nilaparvata lugens*、桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis*、假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* 均具有种群干扰及驱避作用(欧剑锋等, 2005; 钟平生等, 2010; 冯安伟等, 2010); 张茂新等(2003)研究表明, 薇甘菊挥发油在 5 ~ 10 μL /株的用量时对小菜蛾 *Plutella xyostella*、黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata*、菜青虫 *Pieris rapae* 和猿叶虫 *Phaedon brassicae* 有显著的产卵驱避、触杀和拒食作用; 吕朝军等(2010)报道薇甘菊甲醇和乙醇提取物对椰心叶甲 *Brontispa longissima* 表现一定的室内生物活性, 均能造成椰心叶甲蛹的羽化延迟、成虫畸形、卵孵化时间延迟等情况, 同时采用薇甘菊乙醇提取物 100 和 20 mg/mL 对椰心叶甲进行田间喷雾, 药后 7 d 可使虫口减退率达到 80% 以上。本研究结果也表明, 薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫具有一定的拒食作用, 在供试浓度 10 mg/g 处理下, 其对二疣犀甲 3 龄幼虫拒食率达 74.39%, 同时本实验还发现薇甘菊提取物对二疣犀甲卵孵化具有抑制作用, 10 mg/mL 处理后卵孵化率仅达 66.66%, 这对于从源头控制二疣犀甲的危害具有重要意义。害虫体重是影响后期发育的重要指标, 本研究中薇甘菊提取物在抑制二疣犀甲虫体发育方面效果显著, 在处理浓度为 10 和 5 mg/g 时, 处理后 90 d, 体重增加量分别为 3.83 和 4.53 g, 而对照组中, 体重增加量达到 6.87 g, 这必然对后期幼虫的化蛹质量、蛹体大小及成虫的产卵等造成影响。同时本研究结果还发现薇甘菊提取物对老熟幼虫化蛹及成虫羽化造成干扰, 这些结论均表明, 薇甘菊提取物具有开发成二疣犀甲生态防控药剂的潜力。

二疣犀甲一般以成虫在夜间进行取食, 且取食部位以心叶为主, 这些都对该虫的防控造成了一定的困难, 加上二疣犀甲成虫甲壳较厚, 一般触杀型药剂较难起到作用。二疣犀甲幼虫一般在腐木和木屑中取食, 在靠近椰林的堆肥中也常被发现, 如果可以将药剂混入幼虫取食场所, 将会大幅度降低幼虫的种群。Sreelatha 等(2011)报道二疣犀甲 3 龄幼虫在饲喂 *Adathoda vasica* 和 *Glyricidia maculate* 叶粉

后能引起二疣犀甲幼虫、预蛹、蛹和成虫死亡, 同时取食叶粉的幼虫羽化而出的成虫常伴有大量畸形出现, 导致二疣犀甲重要活动如行走、飞行和繁殖异常。本研究中将薇甘菊提取物混入二疣犀甲幼虫饲料中饲喂幼虫, 对该虫后期发育各项指标造成了显著影响, 说明薇甘菊提取物对二疣犀甲幼虫具有防控效果。

二疣犀甲是危害椰子和油棕的重要害虫, 对其防治不仅局限于触杀效果, 若能开发出可引起害虫发育畸形、代谢异常和繁殖障碍等进而有效控制后代种群的防治技术, 也将是防治二疣犀甲的一种方法。本试验观察到经薇甘菊提取物处理后, 二疣犀甲蛹和成虫发育畸形及造成其他方面的影响, 可能是由于其取食薇甘菊提取物后导致体内代谢失常有关, 其具体作用机制还有待进一步研究。

参考文献 (References)

- Bogidarmanti R, 1989. *Mikania* spp. impact on forestry and agriculture land. *Bulletin Penelitian Hutan*, 511: 29–40.
- Feng AW, Zhang YP, Cen YJ, Liang GW, 2010. The control effect of ethanol extract of *Mikania micrantha* H. B. K. on the natural population of *Empoasca vitis* (Gothe) and the influence to spiders. *Journal of Environmental Entomology*, 32(1): 54–59. [冯安伟, 章玉苹, 岑伊静, 梁广文, 2010. 薇甘菊乙醇提取物对假眼小绿叶蝉自然种群的控制作用及其对蜘蛛的影响. *环境昆虫学报*, 32(1): 54–59]
- Huang J, Wu WJ, 2004. Calculate the median lethal dose and Chi square test with EXCEL in toxicological tests. *Entomological Knowledge*, 41(6): 594–598. [黄剑, 吴文君, 2004. 利用 EXCEL 快速进行毒力测定中的致死中量计算和卡方检验. *昆虫知识*, 41(6): 594–598]
- Kong GH, Wu QC, Hu QM, Ye WH, 2000. Further supplementary data on *Mikania micrantha* H. B. K. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 8(2): 128–130. [孔国辉, 吴七根, 胡启明, 叶万辉, 2000. 薇甘菊(*Mikania micrantha* H. B. K.)的形态、分类与生态资料补记. *热带亚热带植物学报*, 8(2): 128–130]
- Lin MG, Han YC, Li WD, Liu FX, Xu W, Ao S, Wang XJ, 2010. Monitor and survey of pest insects and diseases of coconut trees in Hainan. *Plant Quarantine*, 24(2): 21–24. [林明光, 韩玉春, 李伟东, 刘福秀, 徐卫, 敖苏, 汪兴鉴, 2010. 海南省椰子病虫害的监测与调查. *植物检疫*, 24(2): 21–24]
- Luo DQ, Feng JT, Hu Z, Zhu MJ, Zhang X, 2001. Isolation and bioactivities of the alkaloids from *Tripterygium wilfordii* against *Pieris rapae* L. *Journal of A&F University (Natural Science Edition)*, 29(2): 61–64. [罗都强, 冯俊涛, 胡贇, 祝木金, 张兴, 2001. 雷公藤总生物碱分离及杀虫活性研究. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 29(2): 61–64]
- Lv CJ, Zhong BZ, Sun XD, Qin WQ, Peng ZQ, 2010. Control potential of extracts of *Mikania micrantha* on *Brontispa longissima*

- (Coleoptera; Chrysomelidae). *Acta Entomologica Sinica*, 53(3): 349–353. [吕朝军, 钟宝珠, 孙晓东, 覃伟权, 彭正强, 2010. 薇甘菊粗提物在椰心叶甲上的防控潜力. *昆虫学报*, 53(3): 349–353]
- Mordue AJ, Nisbet AJ, 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomologica do Brazil*, 29(4): 615–632.
- Mu LY, Wu WJ, Wang KY, 1994. Introduction to Experiments of Plant Chemical Protection. China Agriculture Press, Beijing. [慕立义, 吴文君, 王开运, 1994. 植物化学保护实验导论. 北京: 中国农业出版社]
- Nirula KK, Antony CJ, Menon KPV, 1950. Investigations on the pests of the coconut palm. (1). The rhinoceros beetle (*Mikania micrantha*). *Journal of Indian Coconut*, 4(1): 5–12.
- Ou JF, Huang H, Xu JL, Han SC, Wu H, 2005. Repellency of *Mikania micrantha* against *Bactrocera dorsalis*. *Natural Enemies of Insects*, 27(4): 183–187. [欧剑锋, 黄鸿, 徐洁莲, 韩诗畴, 吴华, 2005. 薇甘菊对桔小实蝇的驱避试验初报. *昆虫天敌*, 27(4): 183–187]
- Qin WQ, Peng ZQ, Liu JN, 2002. Research progress of plant secondary chemicals. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 22(6): 60–68. [覃伟权, 彭正强, 刘济宁, 2002. 植物次生物质研究进展. *热带农业科学*, 22(6): 60–68]
- Raju DS, 1979. A note on major pest problems of cashew, coconut and arecanut and their control in Goa. *Placrosym*, 2: 523–529.
- Shao H, Peng SL, Wang JD, Zhang C, 2001. The potential utilization and exploitation of *Mikania micrantha*. *Ecologic Science*, 20(1, 2): 132–135. [邵华, 彭少麟, 王继栋, 张弛, 2001. 薇甘菊的综合开发与利用前景. *生态科学*, 20(1, 2): 132–135]
- Shao H, Peng SL, Zhang C, Xiang YC, Nan P, 2003. Allelopathic potential of *Mikania micrantha*. *Chinese Journal of Ecology*, 22(5): 62–65. [邵华, 彭少麟, 张弛, 向言词, 南蓬, 2003. 薇甘菊的化感作用研究. *生态学杂志*, 22(5): 62–65]
- Sreelatha KB, Krishna R, Aswathi VS, Veena V, Nair GR, Chikku VV, Mohan A, 2011. Laboratory evaluation of insecticidal activity of *Adathoda vasica* (Acanthaceae) and *Glyricidia maculata* (Leguminosae) on the third instar larvae of *Mikania micrantha* L. (Coleoptera; Scarabaeidae). *Journal of Biopesticides*, 4(2): 144–149.
- Wu YH, Yang XH, Jiang LZ, 2007a. The antibacterial effects of water-solubility extractant from *Mikania micrantha*. *Chinese Wild Plant Resources*, 26(1): 51–54. [吴玉荷, 杨晓华, 蒋灵芝, 2007a. 薇甘菊水提物的抑菌试验研究. *中国野生植物资源*, 26(1): 51–54]
- Wu YH, Zhu GY, Hong GB, Fang HX, 2007b. Study on the chemical constituents of *Mikania micrantha*. *Journal of Shenzhen University Science & Engineering*, 24(1): 102–105. [吴玉荷, 朱国元, 洪耿标, 方宏勋, 2007b. 薇甘菊化学成分研究. *深圳大学学报理工版*, 24(1): 102–105]
- Zhang MX, Ling B, Kong CH, Pang XF, Liang GW, 2003. Chemical components of volatile oil from *Mikania micrantha* and its biological activity on insects. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 14(1): 93–96. [张茂新, 凌冰, 孔垂华, 庞雄飞, 梁广文, 2003. 薇甘菊挥发油的化学成分及其对昆虫的生物活性. *应用生态学报*, 14(1): 93–96]
- Zhong PS, Liang GW, Zeng L, 2010. Interferential effects of five solvent extracts from *Mikania micrantha* on *Nilaparvata lugens*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 47(3): 538–542. [钟平生, 梁广文, 曾玲, 2010. 薇甘菊五种溶剂提取物对褐稻虱种群的干扰作用. *昆虫知识*, 47(3): 538–542]
- Zhou XY, Jiu QJ, Wang YJ, Li MG, Liao WB, Wang BS, 2003. The transmission and damaging effect of *Mikania micrantha* in Guangdong province of China. *Ecologic Science*, 22(4): 332–336. [周先叶, 咎启杰, 王勇军, 李鸣光, 廖文波, 王伯荪, 2003. 薇甘菊在广东的传播及危害状况调查. *生态科学*, 22(4): 332–336]

(责任编辑: 赵利辉)