

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2014.01.003

5 种杀虫剂对入侵害虫椰子织蛾的室内毒力测定

刘向蕊¹, 吕宝乾^{1*}, 金启安¹, 温海波¹, 阎伟², 彭正强^{1*}, 冯雨艳¹, 方旭元³

¹中国热带农业科学院环境与植物保护研究所,农业部热带农林有害生物入侵监测与控制重点开放实验室,农业部儋州农业环境科学观测实验站,海南 儋州 571737; ²中国热带农业科学院椰子研究所,海南 文昌 571339; ³海南大学应用科技学院,海南 儋州 571737

摘要:【背景】椰子织蛾是一种外来新入侵害虫,对棕榈科植物造成了严重危害。【方法】采用叶片浸渍法测定了甲维盐等 5 种杀虫剂对入侵害虫椰子织蛾 5~6 龄幼虫的室内毒力。【结果】5 种药剂处理 72 h 后的室内毒力大小顺序为甲维盐 > 氯虫苯甲酰胺 > 毒死蜱 > 高效氯氟氰菊酯水乳剂 > 烟碱;72 h 致死中浓度 (LC_{50}) 为 5.2604、9.7126、24.8202、104.0584、643.1496 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。选取同样毒力效果所需成本依次为毒死蜱 < 甲维盐 < 高效氯氟氰菊酯 < 氯虫苯甲酰胺 < 烟碱。【结论与意义】本研究可用于指导椰子织蛾的应急化学防控。综合毒力和成本,建议在生产上采用毒死蜱和甲维盐等相关药剂防治椰子织蛾。

关键词: 椰子织蛾; 杀虫剂; 毒力测定; 叶片浸渍法

Toxicity bioassay of five insecticides to *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Coleoptera), an invasive pest

Xiang-rui LIU¹, Bao-qian LÜ^{1*}, Qi-an JIN¹, Hai-bo WEN¹, Wei YAN²,
Zheng-qiang PENG^{1*}, Yu-yan FENG¹, Xu-yuan FANG³

¹Danzhou Scientific Observing and Experimental Station of Agro-Environment, Ministry of Agriculture of China, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Tropical Crops, Ministry of Agriculture of China, Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Danzhou, Hainan 571737, China; ²Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Wenchang, Hainan 571339, China; ³College of Applied Science and Technology, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737, China

Abstract: 【Background】*Opisina arenosella* Walker, a new invasive insect, caused serious economic losses to palm plants. 【Method】By the method of leaf immersion, the toxicities of 5 insecticides to 5th ~6th instars larvae of *O. arenosella* was tested under laboratory conditions. 【Result】After 72 h of exposure, the most toxic compound was emamectin benzoate, followed, in decreasing order, by chlorantraniliprole, chlorpyrifos, lambda-cyhalothrin, and nicotine. The lethal concentration (LC_{50}) values were 5.2604 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 9.7126 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 24.8202 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 104.0584 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 643.1496 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ respectively. To reach an identical level of toxicity, the cheapest compound was chlorpyrifos, followed by, in increasing order, emamectin benzoate, lambda-cyhalothrin, chlorantraniliprole and nicotine. 【Conclusion and significance】When there is a need for emergency control of *O. arenosella* on the basis of toxicity and cost, we recommended to use chlorpyrifos and emamectin benzoate for controlling *O. arenosella*.

Key words: *Opisina arenosella* Walker; insecticide; toxicity testing; leaf-dipping method

棕榈科植物类群,是世界上 3 个最重要的经济植物类群之一(Dransfield,2008)。我国现有棕榈科植物 18 属 100 余种,主要分布于海南、云南、广西、广东、福建、台湾等省(区)(林秀香,2007)。椰子织蛾 *Opisina arenosella* Walker 属鳞翅目 Lepidoptera 织蛾科 Oecophoridae,是棕榈植物上的重要食叶害虫之一(Becher,1981; Perera *et al.*,1988)。在印度、斯里兰卡和缅甸,椰子织蛾对椰子树造成严重

收稿日期(Received): 2013-12-10 接受日期(Accepted): 2014-01-15
基金项目: 国家自然科学基金(31101496); 海南省自然科学基金(312036); 中国热带农业科学院杰出人才项目(2014); 留学人员科技活动择优资助项目(2011 年度); 国家科技合作专项(2011DFB30040); 海南省重点科技计划(ZDXM20120026)
作者简介: 刘向蕊,女,研究实习员。研究方向: 农业昆虫和害虫防治。E-mail: lxr914@163.com
* 通讯作者(Author for correspondence), 吕宝乾, E-mail: lvbaodian@hotmail.com; 彭正强, E-mail: lypzhq@163.com

危害(Jayaratnam,1941;Rao,1924)。该害虫取食椰子树老叶、茎杆和椰子果实,使叶片干枯,幼虫在其内吐丝做巢,并逐渐将叶片食光;危害期长,明显降低棕榈植物的观赏效果和产量(吕宝乾等,2013)。椰子织蛾已扩散蔓延到东盟国家的泰国和马来西亚,2013年8月入侵海南省,12月在广西省境内发现。对椰子织蛾在我国及其海南省的风险性进行定量分析,其风险值(R)分别为2.20和2.30,属于高度危险性有害生物(阎伟等,2013)。化学防治是防控外来害虫扩散蔓延的应急措施。国外虽有报道防治椰子织蛾的农药,但多为老的品种,如久效磷等(Kanagaratnam & Pinto,1985;Nadarajan *et al.*, 1980)。近年来不断有防治鳞翅目害虫的新型杀虫剂出现,如氯虫苯甲酰胺、甲维盐等。本试验选用了5种新型高效低残留农药,对椰子织蛾进行室内毒力测定,以期防治椰子织蛾提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试虫源 椰子织蛾雄、雌成虫由热带农业科学院环境与植物保护研究所提供,在实验室人工饲养、繁殖1代,建立种群,挑选生长一致和健康的5~6龄幼虫(取食量大,危害严重)进行试验。

1.1.2 试验药剂 95.3%氯虫苯甲酰胺原药(上海杜邦农化有限公司),95%烟碱原药(武汉神曲生物化工有限公司),97.3%毒死蜱原药(浙江新农化工股份有限公司),72.7%甲维盐原药(杭州华康实业有限公司),95%高效氯氟氰菊酯(先正达南通作物保护有限公司)。

1.2 试验方法

利用叶片浸渍法测定各药剂的室内毒力,参考Anonymous(1990)推荐方法。以丙酮作为溶剂,根据预试验结果,选取死亡率在10%~90%范围内的浓度,将各试剂按照等差法分别设置5个系列质量浓度。选取洗净的新鲜椰子树老叶(长7 mm),分别在药液中浸渍10 s,取出叶片,自然晾干后,放入洁净的一次性塑料杯(直径7 cm,高9 cm)中;每杯3片叶,利用细毛笔每杯接入2头饥饿2 h的椰子织蛾5~6龄幼虫,每个处理20头幼虫,利用保鲜膜封口,并用针于保鲜膜上扎20个小孔。置于(25 ± 1) °C,相对湿度60%~70%的条件下饲养。24、48和72 h后检查各处理幼虫的死亡情况,用细毛

笔将幼虫轻轻翻转,腹部向上,以幼虫不能自主活动视为死亡标准,同时挑出死虫,计算死亡率和校正死亡率。试验设3次重复,以丙酮作对照。

1.3 原药成本

LC_{50} 成本系数为 C , $C = \text{每种试剂的 } LC_{50} \times \text{每种试剂 } 1 \text{ mg 的成本}$ 。

1.4 数据分析

1.4.1 计算方法 根据试验调查原始数据,计算各处理的死亡率和校正死亡率。

$$M_1(\%) = K/N \times 100$$

式中: M_1 为死亡率; K 为死亡虫数; N 为处理总虫数。

$$M_2(\%) = (M_i - M_0)/(1 - M_0) \times 100$$

式中: M_2 为校正死亡率; M_i 为处理死亡率; M_0 为空白对照死亡率。

1.4.2 统计分析 采用Excel 2007软件计算死亡率及校正死亡率,利用DPS软件求出各测试药剂的毒力回归方程式、致死中浓度(LC_{50})、95%置信区间及相关系数。

2 结果与分析

供试5种杀虫剂对椰子织蛾均有致死作用。由表1可知,用药24 h后,毒死蜱对椰子织蛾幼虫的致死作用最强,最高浓度($200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)时校正死亡率为95.00%;其次是烟碱和甲维盐;氯虫苯甲酰胺的效果最差,最高浓度($16 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)时校正死亡率为5.00%。用药48 h后,5种杀虫剂对椰子织蛾幼虫的毒力大小依次为毒死蜱>甲维盐>烟碱>高效氯氟氰菊酯>氯虫苯甲酰胺。用药72 h后,5种杀虫剂对椰子织蛾幼虫的毒力大小依次为毒死蜱>甲维盐>烟碱>氯虫苯甲酰胺>高效氯氟氰菊酯。可见,毒死蜱对椰子织蛾幼虫的急性毒性较大。

5种杀虫剂对椰子织蛾毒力测定结果见表2。研究结果表明,随着5种供试药剂浓度的增大,椰子织蛾幼虫死亡率逐渐上升,呈明显的剂量一效应关系。其中,甲维盐对椰子织蛾幼虫的毒性较大,用药24、48及72 h后,其 LC_{50} 分别为32.9185、8.5533及5.2604 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;其次为氯虫苯甲酰胺和毒死蜱,氯虫苯甲酰胺24、48及72 h的 LC_{50} 分别为无、31.2574、9.7126 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,毒死蜱24、48及72 h的 LC_{50} 分别为55.2349、33.3378、24.8202 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;烟

碱的毒性最小,24、48 及 72 h 的 LC_{50} 为 2358.8519、间的延长, LC_{50} 值逐渐减小,表明 5 种供试药剂对椰子织蛾幼虫的毒性逐渐提高。

表 1 5 种杀虫剂不同浓度对椰子织蛾的校正死亡率

Table 1 Corrected mortality caused by different concentrations of five pesticides on <i>O. arenosella</i> under laboratory conditions				
药剂 Insecticide	质量浓度 Concentration of insecticide ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	校正死亡率 Corrected mortality (%)		
		药后 24 h 24 h after treatment	药后 48 h 48 h after treatment	药后 72 h 72 h after treatment
甲维盐 Emamectin benzoate	20	25.00	76.67	86.67
	10	10.00	46.67	66.67
	5	0.00	36.67	43.33
	2.5	0.00	26.67	28.33
	1.25	0.00	0.00	18.33
氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole	16	5.00	26.67	71.67
	8	0.00	11.67	36.67
	4	0.00	5.00	21.67
	2	0.00	0.00	11.67
	1	0.00	0.00	5.00
毒死蜱 Chlorpyrifos	200	95.00	100.00	100.00
	100	73.33	100.00	100.00
	50	46.67	66.67	88.33
	25	11.67	26.67	43.33
	12.5	8.33	11.67	16.67
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	200	18.33	53.33	68.33
	100	13.33	28.33	43.33
	50	5.00	16.67	33.33
	25	5.00	13.33	23.33
	12.5	0.00	8.33	13.33
烟碱 Nicotine	2000	35.09	66.67	82.46
	1000	33.33	58.33	63.33
	500	8.33	28.33	43.33
	250	0.00	8.33	23.33
	125	0.00	0.00	6.67

表 2 5 种杀虫剂对椰子织蛾幼虫室内毒力测定结果

Table 2 Toxicity of five insecticides against the larvae of <i>O. arenosella</i> under laboratory conditions					
药剂 Insecticide	时间 Time after exposure (h)	毒力回归方程 Toxicity regression equation($y = a + bx$)	相关系数 Correlation coefficient	LC_{50} ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	95% 置信区间 95% confidence interval ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
甲维盐 Emamectin benzoate	24	$y = 0.6807 + 2.8464x$	0.886	32.9185	13.74 ~ 29671.80
	48	$y = 3.2916 + 1.8328x$	0.859	8.5533	5.98 ~ 14.91
	72	$y = 3.8020 + 1.6616x$	0.989	5.2604	3.54 ~ 7.98
氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole	24	无	无	无	无
	48	$y = 1.9513 + 2.0394x$	0.940	31.2574	12.46 ~ 4336.06
	72	$y = 3.1961 + 1.8271x$	0.984	9.7126	6.41 ~ 21.65
毒死蜱 Chlorpyrifos	24	$y = 0.4131 + 2.6328x$	0.984	55.2349	42.23 ~ 73.94
	48	$y = -0.4236 + 3.5613x$	0.942	33.3378	23.98 ~ 41.91
	72	$y = -0.3157 + 3.8111x$	0.961	24.8202	15.30 ~ 32.45
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	24	$y = 1.4947 + 1.1545x$	0.847	1086.5548	231.84 ~ 7.93
	48	$y = 2.1315 + 1.2184x$	0.964	226.1667	110.97 ~ 2230.59
	72	$y = 2.4828 + 1.2478x$	0.986	104.0584	62.95 ~ 296.98
烟碱 Nicotine	24	$y = -1.9979 + 2.0749x$	0.928	2358.8519	1259.53 ~ 15241.22
	48	$y = -1.6746 + 2.2230x$	0.914	1005.7709	716.49 ~ 1786.76
	72	$y = -0.4376 + 1.9363x$	0.997	643.1496	461.20 ~ 973.81

5 种杀虫剂的原药成本系数见表 3。其中,毒死蜱的成本最少,为 0.99×10^{-3} 元 $\cdot$ L $^{-1}$;其次是甲维盐和高效氯氟氰菊酯,分别为 6.31×10^{-3} 和 17.69×10^{-3} 元 $\cdot$ L $^{-1}$;而烟碱所需费用最高,为 398.75×10^{-3} 元 $\cdot$ L $^{-1}$ 。

表 3 5 种杀虫剂所需原药成本				
Table 3 A comparison of cost for effective treatment tested the five insecticides used against <i>O. arenosella</i>				
药剂 Insecticide	浓度 Concentration (%)	价格 (元 $\cdot$ mg $^{-1}$) Price (yuan $\cdot$ L $^{-1}$)	LC ₅₀ (mg $\cdot$ L $^{-1}$)	成本系数 (元 $\cdot$ L $^{-1}$) Cost (yuan $\cdot$ L $^{-1}$)
甲维盐 Emamectin benzoate	72.70	1.20×10^{-3}	5.2604	6.31×10^{-3}
氯虫苯甲酰胺 Chlorantraniliprole	95.00	8.58×10^{-3}	9.7126	83.33×10^{-3}
毒死蜱 Chlorpyrifos	97.30	0.04×10^{-3}	24.8202	0.99×10^{-3}
高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	95.00	0.17×10^{-3}	104.0584	17.69×10^{-3}
烟碱 Nicotine	95.00	0.62×10^{-3}	643.1496	398.75×10^{-3}

3 结论与讨论

本文采用叶片浸渍法测定了甲维盐等 5 种杀虫剂的室内毒力,此 5 种药剂均为田间常用的防治鳞翅目害虫的药剂。毒力测定结果表明,甲维盐和氯虫苯甲酰胺对椰子织蛾具有较好的杀虫活性,72 h 后的 LC₅₀ 介于 1~10 mg $\cdot$ L $^{-1}$ 之间。试验结果表明此 5 种药剂均属于高效药剂,并表现出一定的剂量效应;随着处理时间的延长,5 种药剂药效显著提高,72 h 后毒杀作用均优于 24 和 48 h,其毒力大小依次为甲维盐 > 氯虫苯甲酰胺 > 毒死蜱 > 高效氯氟氰菊酯 > 烟碱。

甲维盐是从阿维菌素 B1 开始合成的半合成抗生素杀虫剂,具胃毒和一定的触杀作用,对作物安全,对菜青虫 *Pierisrapae* L.、甘蓝夜蛾 *Mamestra brassicae* L. (郑旭东,2013)、斜纹夜蛾 *Prodenia litura* (Fabricius) 等鳞翅目害虫幼虫具有一定活性。王志平等 (2012) 研究表明,甲维盐对甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner 具特效,且持效期均达 7 d 以上,并建议以其作为防治甜菜夜蛾的首选药种。赵敏等 (2010) 利用甲维盐防治稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee 也得到较好的效果。本试验结果表明,甲维盐对椰子织蛾也具有较好防治效果。甲维盐具有速效性,同时具有低成本、低毒(制剂近无毒)、低残留、无公害等生物农药的特点,综合成本和药效,甲维盐值得推荐用于防控椰子织蛾。

毒死蜱是一种具有中等毒性的有机磷杀虫剂,具有触杀、胃毒和熏蒸作用。本试验结果显示,毒死蜱毒杀效果较好,成本最低,值得推荐应用。

氯虫苯甲酰胺是一种新型广谱性杀虫剂。该

药对哺乳动物和昆虫兰尼碱受体存在极显著的选择性差异,其对鱼、虾、蟹的毒性低,对天敌安全性好,对人畜微毒,对农产品无残留影响。据报道,该药对鳞翅目螟蛾科(姜干明,2009;刘芳等,2009)如稻纵卷叶螟、二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker)、三化螟 *Tryporyza incertulas* (Walker) 等,菜蛾科小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) (陈焕瑜等,2010) 以及夜蛾科斜纹夜蛾 *Prodenia litura* (Fabricius) (许小龙等,2010;谢圣华,2010) 和巢蛾科如稠李巢蛾 *Yponomeuta evonymallus* (L.) (刘丽辉等,2012) 等幼虫具有较强的生物活性和防治效果。试验结果表明,椰子织蛾对氯虫苯甲酰胺比较敏感。该药残留污染低,生物活性高;但由于其成本较高,因此不推荐田间使用。

化学防治可以快速压低害虫种群数量,是害虫应急防控主要措施。参照试验结果,结合成本,推荐使用毒死蜱和甲维盐。本试验是室内控制条件下的毒力测定,可为田间试验提供参考。由于田间药剂的使用受多因素影响,药剂作用效果会有差异,尚需进一步开展田间药效试验。

参考文献

陈焕瑜, 张德雍, 黄华, 李振宇, 胡珍妮, 冯夏. 2010. 氯虫苯甲酰胺对广东小菜蛾杀虫活性和田间药效评价. 广东农业科学, (2): 96-98.

姜干明. 2009. 氯虫苯甲酰胺 20% 悬浮剂防治水稻害虫药效试验. 农药科学与管理, 30(4): 36-37.

林秀香, 陈振东. 2007. 我国棕榈科植物的研究进展. 热带作物学报, 28(3): 115-119.

刘芳, 奚本贵, 包善微, 张桥, 秦吉祥, 石细敏, 赵俊玲. 2009. 氯虫苯甲酰胺对稻纵卷叶螟的防效及对稻田有益节肢动物的安全性评价. 植物保护, 35(5): 139-143.

刘丽辉, 劳水兵, 刘威, 赵跃坤, 凌征柱. 2012. 四种杀虫剂对扶芳藤上稠李巢蛾的室内毒力测定. 北方园艺, (6): 132 – 134.

吕宝乾, 严珍, 金启安, 温海波, 符悦冠, 李伟东, 彭正强. 2013. 警惕椰子织蛾 *Opisina arenosella* Walker (鳞翅目: 织蛾科)传入中国. 生物安全学报, 22(1): 17 – 22.

王志平, 倪雪荣, 袁振亚. 2010. 甲维盐等药剂对甜菜夜蛾田间药效试验简报. 上海农业科技, (2): 130 – 131.

谢圣华, 梁延坡, 林珠凤, 黎洪, 吉训聪. 2010. 9 种药剂对斜纹夜蛾的室内毒力与田间应用效果. 植物保护, 36(4): 175 – 177.

许小龙, 徐德进, 徐广春, 顾中言. 2010. 氯虫苯甲酰胺对斜纹夜蛾的亚致死效应. 江苏农业科学, (1): 139 – 140.

阎伟, 吕宝乾, 李洪, 李朝绪, 刘丽, 覃伟权, 彭正强, 骆有庆. 2013. 椰子织蛾传入中国及其海南省的风险性分析. 生物安全学报, 22(3): 163 – 168.

赵敏, 李荣, 吴传伟, 张国忠, 洪美萍, 陈建明. 2010. 6 种新农药对稻纵卷叶螟的田间防效评价. 中国农学通报, 26(16): 281 – 284.

郑旭东. 2013. 防治甘蓝甜菜夜蛾药剂筛选试验. 安徽农学通报, 19(19): 70,133.

Anonymous. 1990. Proposed insecticide/acaricide susceptibility tests, IRAC method No. 7. *Bulletin Europe Plant Protection Organic*, 20: 399 – 400.

Becher V O. 1981. Identities and provenance of the gelechioid moths originally described by Francis Walker from ‘ unknown counties’. *Systematic Entomology*, 6: 137 – 141.

Dransfield J, Uhl N W, Asmussen C B, Baker W J, Harley M M and Lewis C E. 2008. *Genera Palmarum*. Kew UK: Royal Botanic Gardens Kew.

Jayaratham T J. 1941. A study of the control of the coconut caterpillar *Nephantisserinopa* Meyr. in Ceylon with special reference to its eulophid parasite *Trichospiluspupivora* Ferr. *Tropical Agriculturist (Ceylon)*, 96: 3 – 21.

Kanagaratnam P and Pinto J L J G. 1985. Effect of monocrotophos on the leaf eating caterpillar, *Opisina arenosella* Walker when injected into the trunk of the coconut palm. *Cocos*, 3: 9 – 15.

Nadarajan L, ChannaBasavanna G P and Chandra B K N. 1980. Control of coconut pests through stem injection of systemic insecticides. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 14: 355 – 364.

Perera P, Hassell M and Godfray H. 1988. Population dynamics of the coconut caterpillar, *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Xyloryctidae), in Sri Lanka. *Bulletin of Entomological Research*, 78: 479 – 492.

Rao Y R. 1924. An outbreak of *Nephantis serinopa* at Mangalore//*The Proceedings of the Fifth Entomology Meeting*. Pusa, New Delhi, 92 – 98.

(责任编辑:郭莹)

