

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2014.01.011

印楝素对红脉穗螟发育调节及产卵力的影响

田 蜜¹, 钟宝珠^{2*}, 郭 霞¹

¹海南省林业科学研究所, 海南海口 571100; ²中国热带农业科学院椰子研究所, 海南文昌 571339

摘要:【背景】印楝素是一种重要的植物源杀虫剂,已有研究表明其对红脉穗螟具有胃毒和触杀效果,但印楝素对红脉穗螟生长发育的影响还未见报道。【方法】采用生物测定方法研究了印楝素不同亚致死剂量水平下,对红脉穗螟幼虫和蛹发育历期的影响,并对药剂处理后成虫的寿命、产卵量和孵化率等进行了分析。【结果】经印楝素处理后,红脉穗螟幼虫和蛹的发育历期与对照相比均有所延长,成虫寿命变短,同时处理后红脉穗螟成虫产卵量及后期的卵孵化率均显著降低,其中经 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90} 剂量处理后,产卵量分别降低了 14.30%、20.38% 和 19.43%, 卵孵化率分别降低了 24.24%、26.89% 和 31.60%。【结论与意义】印楝素可通过干扰红脉穗螟虫体的生长发育和后代产卵力来达到对害虫种群的防控效果。

关键词: 印楝素; 红脉穗螟; 生长发育

Effect of azadirachtin on development and egg production of *Tirathaba rufivena* Walker

Mi TIAN¹, Bao-zhu ZHONG^{2*}, Xia GUO¹

¹Forestry Research Institute of Hainan Province, Haikou, Hainan 571100, China; ²Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang, Hainan 571339, China

Abstract: 【Background】Azadirachtin is an important botanical pesticide. Its toxicity on *Tirathaba rufivena* Walker has been reported to be on contact or to affect the stomach. However the effects of azadirachtin on development and egg production of *T. rufivena* have never been studied. 【Method】A bioassay method was used to detect the effects of azadirachtin on larval and pupal development as well as longevity and egg production of *T. rufivena* at different sub-lethal doses. 【Result】The development of larvae and pupae were delayed, and the longevity of adults was reduced after exposure to azadirachtin. The number of eggs and their hatchability were also reduced. After treated with azadirachtin at sub-lethal doses of LC_{25} , LC_{50} and LC_{90} , the egg production declined by 14.30%, 20.38% and 19.43%, and hatchability reduced 24.24%, 26.89% and 31.60% respectively. 【Conclusion and significance】Azadirachtin may be used as an effective pesticide on *T. rufivena* control since it disturbs its development and egg production.

Key words: Azadirachtin; *Tirathaba rufivena* Walker; development

红脉穗螟 *Tirathaba rufivena* Walker 是槟榔上的重要害虫(樊瑛等,1991),该虫主要以槟榔的火焰苞(花苞)为食,在花苞未充分展开时即已开始取食危害,使花絮受损,严重影响槟榔果实产量(黄山春等,2008;吕朝军等,2013a、2013b)。据调查,在一个花苞中有时会有多达 200 余头红脉穗螟各龄幼虫同时取食。目前对红脉穗螟的防治仍以常规的化学防治为主,但由于槟榔在南方是一种重要的咀嚼食品和中药材,长期化学药剂处理必然会造成药剂残留,并对人体造成伤害。

植物源杀虫剂由于其易分解、对环境危害较小等特点,在生产上已经受到重视,印楝素与昆虫体内的类固醇和甾类化合物等激素类物质的结构非常相似,所以它们既能够进入害虫体内干扰害虫的整个生命过程从而杀死害虫,又不易引起害虫产生抗药性,具有很强的杀虫、拒食、抑制生长发育、胃毒和忌避等作用,能抑制呼吸、抑制昆虫激素分泌和降低昆虫生育能力等(嵇保中和孙云霄,2002;Schmutterer, 1990),但目前还鲜见其用于红脉穗螟防治的报道。本研究的前期试验已表明,印楝素、

收稿日期(Received): 2014-01-10 接受日期(Accepted): 2014-01-30
基金项目: 海南省自然科学基金(313108); 海南省重点科技计划项目(ZDXM20120029)
作者简介: 田蜜,女,工程师,硕士。研究方向: 森林经理学。E-mail: 39775295@qq.com
* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: baozhuz@163.com

鱼藤酮、烟碱和除虫菊素等在一定浓度下对红脉穗螟具有较高胃毒和触杀毒力(吕朝军等,2013c),但在较低浓度下,这些植物源杀虫剂是否会通过其他方式(如调节红脉穗螟的发育进度、降低后代产卵量和孵化率等)以达到控制红脉穗螟的目的,还需进一步研究。因此本文以印楝素为供试药剂,进一步研究了不同剂量印楝素处理后,对红脉穗螟的发育历期影响,以期能为植物源杀虫剂在红脉穗螟防治上的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

红脉穗螟幼虫,采于海南省文昌椰子研究所试验基地槟榔种植资源圃,选取大小一致、健康活泼 3 龄幼虫,室内用槟榔心叶饲养 3 代后,取刚羽化成虫供试。

10% 印楝素 EC,广州翔博生物科技有限公司提供。预先以叶片浸渍法测定印楝素对红脉穗螟 3 龄幼虫的胃毒毒力,计算 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90} 后,以丙酮稀释成系列浓度后供试。

1.2 试验方法

1.2.1 不同剂量印楝素对红脉穗螟幼虫及蛹历期的影响 由于红脉穗螟以幼虫为危害虫态,钻蛀取食槟榔花絮及幼嫩心叶,因此本试验以印楝素对红脉穗螟 3 龄幼虫的 LC_{25} ($21.22\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、 LC_{50} ($57.75\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和 LC_{90} ($386.96\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 的胃毒致死浓度为供试浓度,研究不同亚致死浓度对红脉穗螟发育历期的影响。

取刚羽化的红脉穗螟成虫 12 头,按雌雄比例 2:1 置于 $20\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 的养虫盒中,盒壁及底部均放置槟榔心叶供雌虫产卵,3 d 后移走成虫。待卵孵化后转移至放置新鲜槟榔心叶的新养虫盒中,3 d 后初孵幼虫生长至 2 龄后更换槟榔心叶,心叶预先在不同致死剂量的印楝素中浸渍 10 s,饲养至羽化,对照组(CK)槟榔心叶浸渍丙酮,观察各处理幼虫的转龄时间、发育历期、后期羽化成虫寿命和产卵量。 LC_{25} 和 LC_{50} 剂量处理组和 CK 均选用 20 头幼虫,为避免高剂量造成的幼虫死亡, LC_{90} 处理组选用 30 头幼虫供测。每处理重复 4 次。

1.2.2 不同剂量印楝素对红脉穗螟成虫寿命的影响 取试验方法 1.2.1 处理后所得羽化成虫,统计不同处理中羽化后成虫的寿命。各处理雌、雄成虫

均分别统计 20 头,重复 3 次。记录单个成虫的自羽化至死亡的寿命并取平均值。

1.2.3 不同剂量印楝素对红脉穗螟成虫产卵量及孵化率的影响 取试验方法 1.2.2 所得刚羽化的红脉穗螟成虫 12 只,以雌雄比例 2:1 置于 $20\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 的养虫盒中任其交配产卵,盒壁及底部均放置槟榔心叶并添加 15% 蜂蜜水棉球作为补充营养,待雌成虫死亡后,统计产卵量并计算单雌产卵量。继续观察卵孵化情况,统计各处理卵孵化率。

1.3 统计分析方法

数据均采用各重复的平均值进行分析,以平均数 $\pm$ 标准误 ($M \pm SE$) 表示,采用 SAS V8.0 数据分析软件对处理数据进行方差分析,采用邓肯氏新复极差检验法(Duncan's Multiple Ranger Test, DMRT)进行差异显著性比较,显著水平设定为 $P = 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同剂量印楝素对红脉穗螟幼虫及蛹历期的影响

印楝素不同处理水平对红脉穗螟发育历期影响结果如图 1 ~ 3。研究结果表明,经印楝素处理后,红脉穗螟幼虫的发育历期延长,且延长程度与处理浓度的增加呈正相关,其中 LC_{90} 处理组中,幼虫的总发育历期达到了 16.25 d,而对照为 14.27 d。经药剂处理后,蛹期也延长,且蛹期长度与对照相比达到了显著水平。

2.2 不同剂量印楝素对红脉穗螟成虫寿命的影响

印楝素不同亚致死剂量饲喂红脉穗螟幼虫,对羽化成虫寿命影响如表 1。研究结果表明,各剂量印楝素处理组对雌成虫的寿命影响与对照相比均达到显著差异水平,雌虫寿命显著降低。对雄成虫寿命影响结果显示, LC_{25} 剂量处理组成虫寿命与对照项目无显著差异,而 LC_{50} 和 LC_{90} 处理组成虫寿命均显著小于对照组。

2.3 不同剂量印楝素对红脉穗螟成虫产卵量及孵化率的影响

结果表明,经印楝素各亚致死剂量处理后,红脉穗螟成虫产卵量及卵孵化率与对照组相比均达到了显著差异水平(表 2),其中经 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90} 剂量处理后,成虫产卵量分别降低了 14.30%、20.38% 和 19.43%,卵孵化率分别降低了 24.24%、26.89% 和 31.60%。

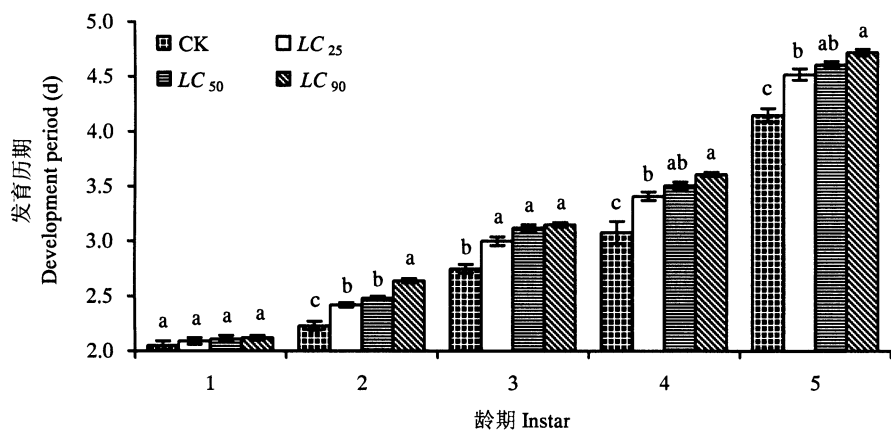


图 1 印楝素亚致死浓度对红脉穗螟各龄幼虫历期的影响

Fig. 1 Effects of azadirachtin on different instar larval stages of *T. rufivena* at sublethal doses

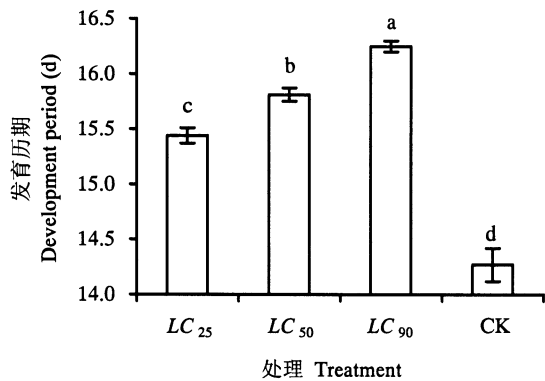


图 2 印楝素对红脉穗螟幼虫历期的影响

Fig. 2 Effects of azadirachtin on all larval stages of *T. rufivena*

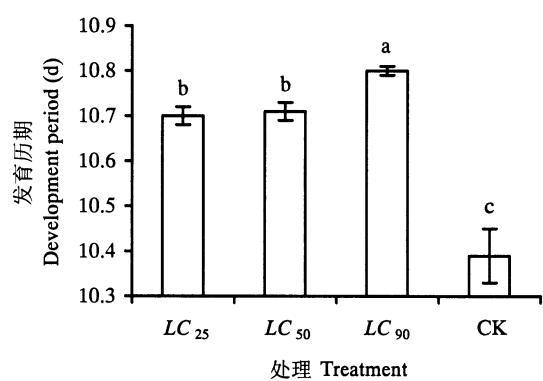


图 3 印楝素对红脉穗螟蛹历期的影响

Fig. 3 Effects of azadirachtin on pupal development of *T. rufivena*

表 1 不同剂量印楝素对红脉穗螟成虫寿命的影响

Table 1 Variation in adult longevity of *T. rufivena* when exposed to different doses of azadirachtin

处理 Treatment	浓度 Concentration (mg · L ⁻¹)	成虫寿命 Adult longevity (d)	
		雌 Female	雄 Male
对照 Control	—	11.25 ± 0.33a	9.60 ± 0.25a
印楝素 Azadirachtin	21.22	8.65 ± 0.30b	9.09 ± 0.25a
	57.75	9.00 ± 0.24b	8.55 ± 0.25b
	386.96	8.30 ± 0.25b	8.36 ± 0.31b

同列数字后字母相同,表示该列数据经 DMRT 检验在 5% 水平无差异。

The data in the same column followed by same letters indicate no significant difference at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

表 2 不同剂量印楝素对红脉穗螟成虫产卵量及孵化率的影响

Table 2 Egg production and hatchability of *T. rufivena* exposed to different doses of azadirachtin

处理 Treatment	浓度 Concentration (mg · L ⁻¹)	产卵量(粒) Egg production	孵化率 Hatchability (%)
对照 Control	—	83.90 ± 3.50a	92.37 ± 0.86a
印楝素 Azadirachtin	21.22	71.90 ± 2.18b	69.98 ± 1.38b
	57.75	66.80 ± 2.98b	67.53 ± 1.40b
	386.96	67.60 ± 3.28b	63.18 ± 1.64b

同列数字后字母相同,表示该列数据经 DMRT 检验在 5% 水平无差异。

The data in the same column followed by same letters indicate no significant difference at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

3 讨论

印楝素在控制卫生害虫、仓储害虫、蔬菜害虫及果树害虫等方面已得到了广泛应用(周祥和程立生,2001)。其进入昆虫体内后,对虫体自身的激素平衡调节起到破坏作用,造成脑和其他腺体功能紊乱,从而干扰昆虫的行为和发育机理,导致配后发育不正常,以致生殖能力降低或丧失,最终是对昆

虫种群的繁衍起到阻碍作用(李晓东等,1995;张业光等,1992)。

印楝素通过调节虫体的发育而影响害虫的发育的研究已经开展,如文吉辉等(2008)研究表明印楝素亚致死浓度对烟粉虱实验种群发育、存活和繁殖均具有显著的抑制作用。其中印楝素处理 1 日龄和 5 日龄卵分别使幼期(卵至成虫羽化)发育历

期延长 0.92 ~ 2.84 d, 幼期存活率降低了 56.3% ~ 89.6%, 若虫虫体长宽减小, 雌成虫寿命降低 29.8% ~ 48.6%, 平均单雌产卵量降低 49.8% ~ 72.5%。本研究结果亦表明, 通过不同致死剂量印楝素处理红脉穗螟幼虫后, 红脉穗螟的幼虫和蛹发育历期延长, 这可能是虫体为了减少药剂对自身的伤害, 而通过延长发育历期来增加对药剂的代谢时间, 亦或是低剂量的印楝素影响了红脉穗螟体内的蜕皮激素、保幼激素等的代谢水平, 从而引起害虫发育过程中的一些变化。

另外, 研究证明印楝素对害虫的胚后发育具有干扰作用 (Schmutterer, 1990)。本研究发现红脉穗螟在幼虫期经印楝素处理后, 成虫寿命变短, 甚至影响到了后期成虫的产卵量和卵孵化率, 其原因可能是因为昆虫吸收有毒物质后, 身体的一部分能量要用于解毒, 造成成虫体内营养不足, 同时在幼虫期持续饲喂经印楝素处理的食物, 导致虫体内部器官受到损害、激素代谢紊乱, 甚至对生殖细胞等造成了损伤引起了生殖细胞的凋亡, 最终导致其寿命、产卵力等的变化 (陶士强和吴福安, 2006), 其中印楝素对昆虫生殖细胞凋亡的影响已经被证实 (钟国华等, 2008; Huang *et al.*, 2011; Schmutterer, 1987)。综合本研究实验结果认为, 印楝素可通过干扰红脉穗螟虫体的生长发育和后代产卵力来达到对害虫种群的防控效果。

参考文献

樊瑛, 甘炳春, 陈思亮, 杜成刚, 杨春清. 1991. 槟榔红脉穗螟的生物学特性及其防治. 昆虫知识, 28(3): 146 - 148.

黄山春, 马子龙, 吕烈标, 覃伟权, 李朝绪, 李科明. 2008. 海南槟榔种植地区红脉穗螟发生为害特点及其防治对策. 江西农业学报, 20(9): 81 - 83.

嵇保中, 孙云霄. 2002. 印楝素杀虫剂的生物活性及作用机制研究进展. 中国森林病虫, 21(6): 23 - 28.

李晓东, 陈文奎, 胡美英. 1995. 印楝素、闹羊花素Ⅲ对斜纹夜蛾的生物活性及作用机理研究. 华南农业大学学

报, 16(2): 80 - 85.

吕朝军, 钟宝珠, 钱军, 苟志辉, 覃伟权. 2013a. 烟碱对槟榔红脉穗螟生长发育和存活的影响. 生物安全学报, 22(3): 201 - 205.

吕朝军, 钟宝珠, 钱军, 覃伟权, 苟志辉, 连春枝. 2013b. 青箱提取物对红脉穗螟产卵忌避及卵孵化率影响. 江西农业大学学报, 35(3): 543 - 548.

吕朝军, 钟宝珠, 田蜜, 钱军, 苟志辉, 覃伟权. 2013c. 植物源杀虫剂对槟榔红脉穗螟幼虫的致死效应. 生物安全学报, 22(4): 253 - 256.

陶士强, 吴福安. 2006. 毒死蜱亚致死剂量对朱砂叶螨实验种群动态的影响. 应用生态学报, 17(7): 1351 - 1353.

文吉辉, 侯茂林, 卢伟, 黎家文. 2008. 印楝素亚致死浓度对烟粉虱实验种群的生物活性. 中国生物防治, 24(1): 16 - 21.

张业光, 张兴, 赵善欢. 1992. 引进印楝国产种子的印楝素含量及杀虫活性初步研究. 华南农业大学学报, 13(1): 14 - 19.

钟国华, 水克娟, 吕朝军, 贾建文, 任太军, 胡美英. 2008. 印楝素对 SL-1 的细胞凋亡诱导作用. 昆虫学报, 51(6): 618 - 627.

周祥, 程立生. 2001. 印楝素对昆虫的作用机制及其在 IPM 中的应用前景. 热带农业科学, 89(1): 65 - 68.

Huang J F, Shui K J, Li H Y, Hu M Y and Zhong G H. 2011. Antiproliferative effect of azadirachtin A on *Spodoptera litura* SL-1 cell line through cell cycle arrest and apoptosis induced by up-regulation of p53. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 99: 16 - 24.

Schmutterer H. 1987. Fecundity reducing and sterilizing effects of neem seed kernel extracts in Colorado potato beetle, *Lepinotarsa decemlineata*. // Schmutterer H and Acher K R S. *Natural Pesticides from the Neem Tree and other Tropical Plants*. Eschborn: GTZ, 351 - 360.

Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 3: 271 - 279.

(责任编辑:郭莹)

