

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2013.03.009

烟碱对槟榔红脉穗螟生长发育和存活的影响

吕朝军¹, 钟宝珠¹, 钱 军², 苟志辉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海南省林业科学研究所,海南 海口 571100

摘要:【背景】红脉穗螟是槟榔上的重要害虫,近年来危害日愈严重。【方法】采用饲喂法、浸卵法研究了烟碱对红脉穗螟不同龄期幼虫的生物活性及对卵、幼虫、蛹发育和存活的影响。【结果】烟碱对红脉穗螟各龄幼虫均表现出生物活性,且随着龄期的增大,红脉穗螟幼虫对烟碱的敏感性呈现降低的趋势;烟碱对红脉穗螟 5 龄幼虫的 LC_{25} 、 LC_{50} 、 LC_{90} 分别为 5.13、20.69、292.10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,同时烟碱可延长幼虫和蛹的发育历期。经不同浓度烟碱处理后,卵的孵化率大大降低,且初孵幼虫存活率也受到影响,部分幼虫无法成功转至 2 龄;同一卵龄中, LC_{25} 和 LC_{50} 处理的卵孵化率无明显差异,且显著高于 LC_{90} 处理组。不同浓度烟碱处理后的红脉穗螟化蛹率和羽化率均显著降低,其中以 LC_{90} 处理组影响最大,化蛹率和羽化率仅为 18.89% 和 15.56%,显著低于对照组。【结论与意义】烟碱作为一种重要的植物源杀虫剂,对红脉穗螟的发育和存活均表现出生物活性,可作为该虫防治的备选药剂。

关键词: 烟碱; 红脉穗螟; 生物活性; 生长发育; 存活; 羽化

Effect of nicotine on the development and survival of *Tirathaba rufivena* Walker (Lepidoptera: Pyralididae)

Chao-jun LÜ¹, Bao-zhu ZHONG¹, Jun QIAN², Zhi-hui GOU², Wei-quan QIN^{1*}

¹Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang, Hainan 571339, China;

²Forestry Research Institute of Hainan Province, Haikou, Hainan 571100, China

Abstract: 【Background】*Tirathaba rufivena* Walker is one of the important lepidopteran pests in *Areca catechu* L., and its damage has increased recently. 【Method】In order to detect the effect of nicotine on the development and survival of *T. rufivena*, eggs were dipped, and larvae were fed with diet containing various concentrations of nicotine to describe the biological activity on eggs, larvae, pupae. 【Result】Nicotine showed bio-activities against all larval instars of *T. rufivena*, but the sensitivity was gradually reduced during larval development. The LC_{25} , LC_{50} and LC_{90} values for 5th instar larvae were 5.13 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 20.69 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and 292.10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, respectively; the development of larvae and pupae was delayed. Nicotine also reduced egg hatchability and the survival newly hatched larvae. Egg hatchability did not differ between treatments with LC_{25} and LC_{50} doses, but the LC_{90} treatment caused lower egg hatch. The pupation and emergence rates were also decreased; at LC_{90} , they were 18.89% and 15.56%, respectively, both significantly lower than those in the control group. 【Conclusion and significance】As an important botanical pesticide, nicotine showed strong negative effects on the development and survival of *T. rufivena*, and may be used as reference in pesticide development.

Key words: nicotine; *Tirathaba rufivena*; bio-activity; development; survival; emergence

红脉穗螟 *Tirathaba rufivena* Walker 属鳞翅目 Lepidoptera 螟蛾科 Pyralididae,是槟榔开花结果期危害最严重的害虫,发生于我国海南省、马来西亚、印尼、菲律宾和斯里兰卡等地(樊瑛等,1991)。红脉穗螟主要以幼虫取食槟榔花穗、果实及心叶,花穗受害最为严重,幼虫取食未展开花穗,分泌丝将

粪便、食物残渣和花缀成簇,使花穗不能正常开放,导致其枯死,受害较轻的花穗展开后,能开花结果,但果实容易脱落,严重影响产量(黄山春等,2008; Corbett,1930)。

目前,红脉穗螟仍以化学防治为主,这不仅造成环境污染和对生态环境的破坏,而且化学药剂会

收稿日期(Received): 2013-06-19 接受日期(Accepted): 2013-07-20
基金项目: 海南省重点科技计划项目(ZDXM20120029、ZDXM20130049); 公益性行业(农业)科研专项(200903026); 海南省重大科技项目(ZDZX2013008-2)
作者简介: 吕朝军,男,副研究员,博士。研究方向: 棕榈植物病虫害。E-mail: lcj5783@126.com
* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: qwq268@sohu.com

通过槟榔对人们的健康造成一定的风险。樊瑛等(1991)建议在槟榔第一批花个别开放时,在根区施呋喃丹颗粒剂,可控制整个花期和幼果期虫害于经济阈值以下;田静和倪兴武(2001)研究表明,敌杀死、杀灭菊酯在防治红脉穗螟方面有较好效果;周亚奎等(2011)和甘炳春等(2010)研究了甲氨基阿维菌素苯甲酸盐和棉铃虫核型多角体病毒对红脉穗螟的防治作用;Zelazny(1985)研究了植物病原线虫对红脉穗螟的田间防控效果。Gallego *et al.* (1988、1990)在比较白僵菌和绿僵菌对红脉穗螟的防控效果后,认为白僵菌更适合于该虫的防治。然而,有关植物源杀虫剂对红脉穗螟防控作用的研究较少。烟碱作为一种植物源杀虫剂,其成分来源于植物组织,在环境中易于降解。因此,本文研究烟碱对红脉穗螟生长发育和存活的影响,以期为红脉穗螟的无公害防治和植物源农药的开发利用提供技术支持和理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

虫源:红脉穗螟采自海南省五指山市野生槟榔园,1年内未施药。在室内[(25±1)℃, (70±5)% RH, 11L:13D]用槟榔花穗饲养,待成虫羽化时分离至新的养虫盒(25 cm×15 cm×10 cm),底部铺一层湿润滤纸供其产卵,以蜂蜜水为补充营养。卵孵化后继续采用新鲜槟榔心叶饲喂幼虫。试验时选取大小一致、健康的卵或幼虫为供试虫源。

药剂:95%烟碱,由广州健阳生物科技有限公司提供,用丙酮稀释成系列浓度后存放于0~4℃冰箱中备用。

1.2 试验方法

1.2.1 烟碱对红脉穗螟幼虫的生物活性 采用饲喂法(慕立义等,1994)进行测定。室外采集未经接触过任何药剂的槟榔心叶,在烟碱系列浓度药液中浸渍10 s后取出,晾干。选择不同龄期预先饥饿24 h的红脉穗螟幼虫20头置于养虫盒(10 cm×5 cm×8 cm)中,接入处理过的槟榔心叶。24 h后将各处理试虫挑出转移至新养虫盒中,继续以未处理的心叶喂养。48 h后统计死亡率,以试虫无法正常爬行为死亡标准。每个处理重复3次,以丙酮处理作为对照。

1.2.2 烟碱对红脉穗螟卵孵化和初孵幼虫存活的

影响 采用浸卵法(罗都强等,2001)进行测定。选择红脉穗螟不同卵龄(产后1、2、3 d)的卵浸入不同浓度(对3龄幼虫的 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90})药液中3 s,取出并用干净滤纸吸取多余药液后自然晾干,转入放有湿润滤纸的培养皿,置于室内[(28±1)℃]自然孵化。每天检查各处理卵的孵化情况,直至无卵孵化为止,统计卵孵化率。同时,将初孵幼虫转移至新的培养皿,继续以新鲜槟榔心叶饲养至2龄,统计成功转龄的幼虫数,计算幼虫存活率。每个处理重复3次,每个重复30粒卵,以丙酮处理作为对照。

1.2.3 烟碱对红脉穗螟幼虫发育历期的影响 将修剪后的槟榔心叶在各浓度(对3龄幼虫的 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90})药液中浸渍10 s,取出晾干后放入养虫盒内,然后接入红脉穗螟新产的卵,置于室内[(28±1)℃]自然发育。每隔6 h检查各处理卵或幼虫的发育进度,并根据幼虫取食情况更换相同处理的新鲜槟榔心叶,记录各龄幼虫发育的起止日期。每个处理重复3次,每个处理观察虫数不少于20头,以丙酮处理作为对照。

1.2.4 烟碱对红脉穗螟幼虫化蛹及成虫羽化的影响 将槟榔心叶蘸取各浓度(对3龄幼虫的 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90})药液后分别饲喂大小一致、健康的4~5龄幼虫,2 d后更换为正常心叶饲养,直至幼虫化蛹。检查并记录各处理幼虫化蛹和成虫羽化情况,统计化蛹率和成虫羽化率。每个处理重复3次,每个重复30头幼虫,以丙酮处理作为对照。

1.3 统计分析

死亡率用Abbott(1925)公式校正,参考黄剑和吴文君(2004)的方法,通过Excel统计软件求出毒力回归方程, LC_{25} 、 LC_{50} 、 LC_{90} 及其置信区间等。利用SPSS 13.0软件对所得数据进行方差分析,多重比较采用邓肯氏新复极差法(DMRT法)。

2 结果与分析

2.1 烟碱对红脉穗螟幼虫的室内毒力

由表1可见,1龄幼虫对烟碱最敏感,其 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90} 值分别为3.34、7.72和37.91 mg·L⁻¹。随着龄期的增大,红脉穗螟幼虫对烟碱的敏感性呈现降低的趋势。烟碱对红脉穗螟5龄幼虫的 LC_{25} 、 LC_{50} 和 LC_{90} 值分别为5.13、20.69和292.10 mg·L⁻¹。

表1 烟碱对红脉穗螟幼虫的生物活性
Table 1 Bio-activity of nicotine on *T. rufivena* larvae

龄期 Larval instar	毒力回归方程 <i>LD-P</i> -line	<i>LC</i> ₂₅ (mg · L ⁻¹)	<i>LC</i> ₅₀ (mg · L ⁻¹)	<i>LC</i> ₉₀ (mg · L ⁻¹)
1 龄 1st	<i>Y</i> = 3.35 + 1.85 <i>X</i>	3.34 ± 0.51	7.72 ± 0.77	37.91 ± 4.33
2 龄 2nd	<i>Y</i> = 3.62 + 1.28 <i>X</i>	3.57 ± 0.69	12.01 ± 1.31	120.23 ± 30.25
3 龄 3rd	<i>Y</i> = 3.58 + 1.16 <i>X</i>	4.40 ± 0.83	16.75 ± 1.96	212.16 ± 72.76
4 龄 4th	<i>Y</i> = 3.57 + 1.12 <i>X</i>	4.72 ± 0.89	18.83 ± 2.32	260.41 ± 98.63
5 龄 5th	<i>Y</i> = 3.53 + 1.11 <i>X</i>	5.13 ± 0.94	20.69 ± 2.64	292.10 ± 116.67

数据为平均值 ± 标准误。
Datas are mean ± *SE*.

2.2 烟碱对红脉穗螟卵孵化率和初孵幼虫存活率的影响

由表2可见,经烟碱处理后,卵孵化率和初孵幼虫存活率均显著下降,部分幼虫无法成功转至2龄。同一卵龄中,*LC*₂₅和*LC*₅₀处理的卵孵化率无明显差异,且显著高于*LC*₉₀处理组。

卵龄1 d的卵经烟碱*LC*₂₅和*LC*₅₀处理后初孵幼虫存活率没有显著差异,而与*LC*₉₀处理组差异显著;卵龄2和3 d的卵采用相同处理时,其初孵幼虫存活率随着药剂浓度的增大而显著下降(表2)。这表明烟碱处理红脉穗螟卵,对其初孵幼虫存活率的影响较其对卵孵化率的影响大。

表2 烟碱对不同卵龄红脉穗螟卵孵化率及初孵幼虫存活率的影响
Table 2 The effect of nicotine at various concentrations on egg hatchability after exposure of different times, and survival of the newly hatched larvae of *T. rufivena*

药剂浓度 Concentration	卵孵化率 Egg hatch (%)			幼虫存活率 Larval survival (%)		
	1 d	2 d	3 d	1 d	2 d	3 d
<i>LC</i> ₂₅	82.06 ± 4.12a	81.98 ± 1.53b	78.55 ± 3.76b	71.99 ± 1.81b	53.92 ± 2.59b	40.28 ± 5.01b
<i>LC</i> ₅₀	80.00 ± 2.89a	81.67 ± 3.33b	76.40 ± 4.16b	70.89 ± 1.33b	40.52 ± 3.98c	22.44 ± 3.09c
<i>LC</i> ₉₀	65.00 ± 5.00b	56.67 ± 6.01c	48.88 ± 3.33c	53.66 ± 2.06c	26.00 ± 2.52d	20.20 ± 4.77c
CK	90.00 ± 2.89a	91.67 ± 1.67a	90.16 ± 0.16a	96.39 ± 1.81a	92.69 ± 1.90a	90.94 ± 1.76a

数据为平均值 ± 标准误;同列数据后附相同小写字母者表示在0.05水平上差异不显著(Duncan's 多重比较法)。
Datas are mean ± *SE*. Values in the columns followed by the same letters indicate no significant difference at the level of 0.05 by Duncan's new multiple range tests.

2.3 烟碱对红脉穗螟幼虫和蛹生长发育的影响

表3表明,烟碱不同处理浓度对红脉穗螟1龄幼虫发育历期无显著影响,而处理后2、3、4、5龄幼虫的发育历期显著高于对照组。其中,以*LC*₉₀处理

对整个幼虫发育历期的影响最为显著,且各浓度处理后的整个幼虫发育历期均高于对照处理。类似结果在对蛹发育历期及幼虫—蛹总发育历期中均有所体现。

表3 烟碱对红脉穗螟幼虫和蛹发育历期的影响
Table 3 Effects of nicotine on the development of *T. rufivena* larvae and pupa

药剂浓度 Concentration	幼虫期 Larvae (d)					全幼虫期	蛹期	幼虫~蛹期
	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	All-larvae (d)	Pupa (d)	Larvae ~ pupa (d)
<i>LC</i> ₂₅	2.11 ± 0.03a	2.39 ± 0.02b	2.96 ± 0.03a	3.38 ± 0.03a	4.46 ± 0.04a	15.29 ± 0.08b	10.64 ± 0.03b	25.93 ± 0.09b
<i>LC</i> ₅₀	1.98 ± 0.06a	2.44 ± 0.02ab	3.09 ± 0.03a	3.47 ± 0.03a	4.57 ± 0.03a	15.54 ± 0.23ab	10.68 ± 0.02ab	26.22 ± 0.23ab
<i>LC</i> ₉₀	2.09 ± 0.02a	2.61 ± 0.02a	3.12 ± 0.03a	3.58 ± 0.02a	4.69 ± 0.02a	16.08 ± 0.05a	10.79 ± 0.02a	26.87 ± 0.06a
CK	2.05 ± 0.04a	2.23 ± 0.04c	2.75 ± 0.04a	3.08 ± 0.09b	4.15 ± 0.06b	14.27 ± 0.15c	10.39 ± 0.06c	24.66 ± 0.16c

数据为平均值 ± 标准误;同列数据后附相同小写字母者表示在0.05水平上差异不显著(Duncan's 多重比较法)。
Datas are mean ± *SE*. Values in the columns followed by the same letters indicate no significant difference at the level of 0.05 by Duncan's new multiple range tests.

2.4 烟碱对红脉穗螟化蛹及羽化的影响

由表4可见,不同浓度烟碱处理后的红脉穗螟

化蛹率和羽化率均显著降低,其中以*LC*₉₀处理组影响最大,化蛹率和羽化率仅为18.89%和15.56%。

各浓度处理的红脉穗螟化蛹率和羽化率之间差异显著。

表 4 烟碱对红脉穗螟化蛹和成虫羽化的影响
Table 4 Effects of nicotine on pupation and adult emergence of *T. rufivena*

药剂浓度 Concentration	化蛹率 Pupal rate (%)	羽化率 Emergence rate (%)
LC ₂₅	72.22 ± 2.22b	68.89 ± 5.88b
LC ₅₀	46.67 ± 1.92c	41.11 ± 4.84c
LC ₉₀	18.89 ± 2.22d	15.56 ± 2.22d
CK	100.00 ± 0.00a	97.78 ± 2.22a

数据为平均值 ± 标准误;同列数据后附相同小写字母者表示在 0.05 水平上差异不显著 (Duncan's 多重比较法)。
Datas are mean ± SE. Values in the columns followed by the same letters indicate no significant difference at the level of 0.05 by Duncan's new multiple range tests.

3 结论与讨论

烟碱是重要的植物源杀虫剂之一,由于其易降解、作用方式多样等优点,目前已经被大量应用于农林害虫的防治。烟碱对害虫有胃毒、触杀、熏蒸效果,并有杀卵作用,其主要作用机理是麻痹神经,烟碱的蒸气可从虫体任何部分侵入体内而发挥毒杀作用。吴海军等(2002、2003)研究了不同浓度烟碱对桃蚜 *Myxus persicae* (Sulzer) 定向取食、蜜露分泌、生长速率及生理生化等的影响,表明低浓度的烟碱对桃蚜的作用不大,但高浓度的烟碱对桃蚜有较强的作用。吕朝军等(2009、2010)研究表明,烟碱对螺旋粉虱 *Aleurodicus disperses* Russell 具有一定的毒杀效果,并具有杀卵作用。钟宝珠等(2010)研究表明,烟碱对椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) 表现出较强的胃毒和杀卵活性。

本研究结果亦表明,烟碱对不同龄期的红脉穗螟幼虫均具有生物活性,且随着龄期的增大,烟碱活性呈现降低趋势。同时,烟碱可延长红脉穗螟幼虫和蛹的发育历期,表现出一定的生长发育抑制活性。在杀卵效果方面,不同浓度烟碱处理均可降低卵的孵化率,会对后期初孵幼虫的转龄产生影响,表现出一定的持效作用。烟碱处理高龄幼虫后,不仅可造成其化蛹障碍,而且对成功化蛹个体的羽化会造成影响。这些结果说明烟碱对红脉穗螟的生物活性存在多样性,对卵、幼虫、蛹等虫态均有效。因此,烟碱在红脉穗螟的防治中具有很高的应用潜力,可以作为普通化学杀虫剂的替代药剂。

参考文献

樊瑛,甘炳春,陈思亮,杜成刚,杨春清,任建联,陈良德. 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.

甘炳春,杨新全,周亚奎,黄良明,刘丽风. 2010. HaNPV 对红脉穗螟弱化作用的研究. 江西农业学报, 22(10): 83–84.

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.

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.

罗都强,冯俊涛,胡瓚,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.

吕朝军,钟宝珠,孙晓东,覃伟权,韩超文,符悦冠,马子龙. 2009. 几种植物源杀虫剂对螺旋粉虱的生物活性及田间防治效果. 热带作物学报, 30(12): 1865–1869.

吕朝军,钟宝珠,孙晓东,覃伟权,韩超文,符悦冠,马子龙. 2010. 烟碱、氯氟氰菊酯对螺旋粉虱的混配增效作用. 农药, 49(2): 142.

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.

田静,倪兴武. 2001. 敌杀死和杀灭菊酯对红脉穗螟毒杀作用的研究. 渝州大学学报: 自然科学版, 18(4): 21–28.

吴海军,李友莲. 2002. 不同浓度烟碱对桃蚜生理生化的影响. 山西农业大学学报: 自然科学版, 22(4): 288–290.

吴海军,李友莲,裴淑芳. 2003. 烟碱对桃蚜存活率和生长速率的影响. 山西农业大学学报: 自然科学版, 23(3): 230–232.

钟宝珠,吕朝军,孙晓东,覃伟权,彭正强. 2010. 植物源杀虫剂对椰心叶甲室内生物活性. 农药, 49(12): 924–926.

周亚奎,甘炳春,杨新全,黄良明,刘丽风,何明军. 2011. 两种生物农药对槟榔红脉穗螟的防治效果研究. 江西农业学报, 23(2): 117–118.

Abbott W S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265–267.

Corbett G H. 1930. An historical note on *Tirathaba rufivena* Walk. (The greater coconut spike moth) and its three parasites in Malaya. *Department of Agriculture Straits Settlements and Federated Malay States, Scientific Series*, (3): 1–9.

Gallego V C and Gallego C E. 1988. Efficacy of *Beauveria bassiana* Vuil. and *Metarhizium anisopliae* Mets. and Sor. against three coconut pests, *Tirathaba rufivena* Walk. *Promethotheca cumingii* Baly and *Plesispa reichei* Chapuis. *Annual*

Report—Agricultural Research, Philippine Coconut Authority, 38 – 50.

Gallego V C and Gallego C E. 1990. Studies on the efficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuil. and *Metarrhizium anisopliae* (Mets.) Sorokin for the control of three coconut pests, *Tirathaba rufivena* Walker, *Promecotheca cumingii* Baly, and *Plesispa reichei* Chapuis under laboratory conditions. *Philippine Journal of Coconut Studies*, 15(1) : 1 – 5.

Zelazny B. 1985. Susceptibility of two coconut pests, *Oryctes rhinoceros* [Col. : Scarabaeidae] and *Tirathaba rufivena* [Lep. : Pyralidae], to the entomoparasitic nematode *Steinernema feltiae* [Neoaplectana: carpocapsae]. *Entomophaga*, 30: 121 – 124.

(责任编辑:杨郁霞)

征订启事

《生物安全学报》是由中国植物保护学会与福建省昆虫学会共同主办的面向生物安全科学国际前沿的中英文学术刊物。本刊为季刊,每年 2、5、8、11 月 15 日出版。国内统一连续出版物号(刊号)CN 35-1307/Q,国际标准刊号 ISSN 2095-1787。每期定价 28 元,全年 112 元(不含邮资)。

读者对象:国内外农业科研院(所)、农业院校、综合性大学的农业科研与管理人员。

订阅方式:在线订阅或向编辑部订阅。

在线(<http://www.jbscn.org>) **订阅:**

在本刊网站首页左侧“读者登录”专区,进行注册、登录后,点击左侧“期刊订阅”菜单中的“期刊征订”子菜单,填写相关信息。按照以下汇款方式汇款后,进入读者操作后台,点击左侧“期刊订阅”菜单中的“订费登记”子菜单,进入相关界面,单击“汇款信息登记”链接,在弹出的页面中完成登记。编辑部收款后,将按订阅要求进行寄送。

向编辑部订阅:

请您认真填写以下表单,将其与汇款凭据一并邮寄、传真或 E-mail 至本刊编辑部,以便我部查收汇款及邮寄刊物。

订单明细 (请在所需刊期下打√)	年份	第 1 期	第 2 期	第 3 期	第 4 期	累计期数	合计金额
	2013 年					共__期	共__元
姓名:	单位: (请详细至院系或部门一级)						
地址:_____省_____市(县)_____区(镇)_____						邮编:	
电话:				邮箱:			
备注							

汇款方式(邮局汇款):

地址:福州 金山 福建农林大学 生物防治研究所内《生物安全学报》编辑部, 350002

收款人:郭莹

联系方式: 电话/传真:0591-88191360, E-mail: jbscn99@ 126. com

