

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2019.01.005

水椰八角铁甲和椰心叶甲对椰子和银海枣的寄主选择性

苏 璐¹, 吕宝乾^{1*}, 彭正强¹, 周世豪², 符 舜³, 潘铭河²

¹农业部热带作物有害生物综合治理重点实验室/中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海口 571101; ²海南大学, 海口 570228; ³海南省白沙黎族自治县林业局, 海南 白沙 572800

摘要:【目的】水椰八角铁甲和椰心叶甲均为棕榈科植物的重要入侵害虫, 两者的外部形态、取食部位和危害特征相似。研究它们的寄主选择性有助于了解这 2 种害虫的扩散和成灾机制。【方法】在室内用椰子和银海枣 2 种寄主植物分别饲养水椰八角铁甲和椰心叶甲, 研究在不同寄主植物上水椰八角铁甲和椰心叶甲的存活率、产卵率、发育历期等以及这 2 种害虫对不同寄主植物的选择性。【结果】水椰八角铁甲在 2 种寄主上的存活率差异显著, 除了卵期和蛹期之外, 幼虫期各虫态在银海枣上的存活率明显比在椰子上的存活率高; 椰心叶甲在椰子上的存活率高于银海枣, 各虫态平均存活率分别为 95% 和 86%。取食银海枣的水椰八角铁甲达标准卵量概率为 0.23, 取食椰子不产卵, 无法完成整个世代; 取食椰子的椰心叶甲达标准卵量概率为 0.86, 取食银海枣不产卵, 也无法完成整个世代; 水椰八角铁甲取食银海枣完成世代的实验种群趋势指数为 12.55, 椰心叶甲取食椰子完成世代的实验种群趋势指数为 66.55。【结论】水椰八角铁甲和椰心叶甲分别对银海枣和椰子这 2 种寄主植物具有明显的选择性。在海南椰子树的数量远远超过银海枣, 该实验结果在一定程度上解释了椰心叶甲在海南岛广泛分布而水椰八角铁甲只是零星发生的原因。

关键词: 水椰八角铁甲; 椰心叶甲; 寄主植物; 选择性

Host preference of *Octodonta nipae* and *Brontispa longissima* to *Cocos nucifera* and *Phoenix sylvestris*

SU Lu¹, LÜ Baoqian^{1*}, PENG Zhengqiang¹, ZHOU Shihao², FU Shun³, PAN Minghe²

¹Key Laboratory of Integrated Pest Management on Tropical Crops/Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China; ²Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China; ³Forestry Bureau of Li Autonomous County, Baisha, Hainan 572800, China

Abstract: 【Aim】*Octodonta nipae* and *Brontispa longissima* both are important invasive pests of palm trees; they both have similar morphologies, feeding sites and cause similar damage characteristics. The study of the host selectivity of these two pests can help understand the mechanisms of spread and outbreak. 【Method】In the laboratory, two host plants, *Cocos nucifera* and *Phoenix sylvestris*, were used to rear *O. nipae* and *B. longissim*. Survival rate, egg production, developmental duration, and preference of the two kinds of host plants by *O. nipae* and *B. longissim* were studied. 【Result】*O. nipae* survival on the two host plants significantly differ, expect at egg and pupal stages. Larval survival of each instar feeding on *P. sylvestris* was higher than on *C. nucifera*. *B. longissim* survival feeding on *C. nucifera* was higher than on *P. sylvestris*, with means values of 95% and 86%, respectively. The probability of eggs laid by of *O. nipae* feeding on *P. sylvestris* was 0.23, while no eggs were laid when feeding on *C. nucifera* and thus not completing a full generation. The probability eggs laid by *B. longissim* feeding on *C. nucifera* was 0.86 while no eggs were found on *P. sylvestris*. When *O. nipae* fed on *P. sylvestris*, the experimental index of population trend was 12.55, and *B. longissim* feeding on *C. nucifera*, the index was 66.55. 【Conclusion】*O. nipae* and *B. longissima* have obvious preference between the two host plants. In Hainan, far more *C. nucifera* are available than *P. sylvestris*. Our results could explain the widespread outbreak of *B. longissima* in Hainan.

收稿日期(Received): 2018-07-12 接受日期(Accepted): 2018-08-21

基金项目: 海南省重点研发计划(ZDYF2017026); 中国热带农业科学院基本业务费(1630042017011、1630042018012); 国家科技支撑计划子课题(2015BAD08B03)

作者简介: 苏璐, 女。研究方向: 植物保护。E-mail: sl_ls123@163.com

* 通信作者(Author for correspondence), E-mail: lvbaoqian@haomail.com

an, as well as the occasional occurrence of *O. nipae*.

Key words: *Octodonta nipae*; *Brontispa longissima*; host plants; preference

水椰八角铁甲 *Octodonta nipae* Maulik 和椰心叶甲 *Brontispa longissima* Gestro 都隶属于鞘翅目 Coleoptera 铁甲科 Hispidae 潜甲亚科 Anisoderinae 隐爪族 Cryptonichini, 且都是外来入侵害虫(梁琼超等, 2002; 吕宝乾等, 2005; 孙江华等, 2003; 韦远华等, 2017; 吴大军等, 2007; 余凤玉等, 2009a), 两者的外部形态、取食部位和危害特征相似(Gressitt, 1960), 都以植物的幼嫩组织如嫩梢、幼茎及未展开心叶为食, 受害叶片会出现褐色条斑并伴随皱缩、卷曲等, 受害嫩梢会慢慢干枯直至死亡, 严重时甚至整株植物枯萎死亡。2 种害虫都偏好取食棕榈科植物, 对各地观赏类棕榈科植物造成重大的经济损失(Hou & Weng, 2010)。

目前, 国内外学者已经对水椰八角铁甲和椰心叶甲的生物学特性、检疫及防治进行了详细研究(方剑锋等, 2004; 华瑞香等, 2014; 覃伟权等, 2007; 钟义海等, 2005; 周荣等, 2004a, 2004b; Bourke, 1986; Voegelé, 1989)。如利用不同棕榈科寄主植物饲喂水椰八角铁甲和椰心叶甲, 研究不同寄主对其取食、生长发育、繁殖的影响(陈智明等, 2018; 李亚等, 2007; 席博等, 2013; 余凤玉等, 2009b; 曾玲等, 2003)。但尚未见对水椰八角铁甲和椰心叶甲这 2 种相似的入侵性害虫进行寄主选择性交叉实验。

经调查, 海南地区水椰八角铁甲在椰树 *Cocos nucifera* L. 上的危害远不如椰心叶甲在椰树上的危害(梁琼超等, 2002; 孙江华等, 2003; 韦远华等, 2017)。因此, 用椰子和银海枣 *Phoenix sylvestris* Roxb. 分别饲养水椰八角铁甲和椰心叶甲, 研究在不同寄主植物上 2 种害虫的存活率、发育历期和产卵状况等, 讨论取食不同寄主植物时 2 种害虫表现的寄主适应性及对种群的影响, 可以为 2 种害虫的监测、综合防治方案的制定, 以及为棕榈科植物的最大化安全推广提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 供试寄主植物 椰子叶和银海枣叶均采自海南省儋州市那大镇(19°31'N, 109°34'E)。

1.1.2 供试虫源 水椰八角铁甲和椰心叶甲由中

国热带农业科学院植物与环境保护研究所提供, 水椰八角铁甲采自海南省定安县定海大桥(19°41'N, 110°18'E), 在实验室饲养、繁殖, 建立稳定种群后, 选取新鲜卵粒进行实验; 椰心叶甲选自椰心叶甲实验室新鲜卵粒。实验在温度(25±1)℃、光周期 12 L: 12 D、相对湿度(70±5)%的条件下进行。

1.1.3 实验材料 透明养虫盒(19 cm×12.5 cm×7.5 cm)、养虫瓶(85 mm×25 mm)、培养皿(半径 12 cm)。

1.2 实验方法

1.2.1 不同寄主植物对水椰八角铁甲和椰心叶甲生长发育的影响 分别用椰子和银海枣的幼嫩心叶对初孵的水椰八角铁甲幼虫和椰心叶甲幼虫进行饲养, 实验共分 3 组, 每组 30 头虫, 将幼虫放入养虫盒中, 1~2 d 换一次新鲜叶片。每天固定时间观察幼虫的脱皮状况, 以蜕皮为标准记录幼虫的龄期, 计算各虫态的发育历期、产卵前期和世代时间。

1.2.2 不同寄主植物对水椰八角铁甲和椰心叶甲繁殖力的影响 分别将已经配对好的 30 对刚羽化的水椰八角铁甲和椰心叶甲雌雄虫放入养虫瓶中, 并用原寄主植物饲喂, 观察每天的产卵数和产卵时间, 计算卵期和产卵量。

1.2.3 不同寄主植物上水椰八角铁甲和椰心叶甲实验种群生命表 分别取实验 1.2.2 中水椰八角铁甲和椰心叶甲的卵各 100 粒, 通过观察记录卵的孵化时间来计算卵的孵化率。用和实验 1.2.1 相同的方法饲养初孵幼虫, 计算成虫雌雄性比和不同龄期幼虫的存活率、成虫产卵量和蛹的羽化率等, 建立相关的实验种群生命表。

1.2.4 水椰八角铁甲和椰心叶甲对不同寄主植物的选择性 将水椰八角铁甲和椰心叶甲按照低龄(1、2 龄)、中龄(3、4 龄)、老熟(5 龄)幼虫进行分类。在室温下, 分别取 10 头相同龄期的虫态放置于培养皿中央, 并将 4~5 片新鲜未展开的椰子叶和银海枣心叶整齐叠放在培养皿两端, 每 24 h 检查一次每种叶片中各虫态的落虫数, 以 5 d 为一个周期进行观察, 实验重复 5 次。

1.3 数据处理

采用 DPS 软件处理数据, 运用 Duncan's 新复极差法对各组数值进行分析, 计算生命表参数, 组

建实验种群生命表。参考庞雄飞 (1990) 的方法计算种群趋势指 (I): $I = S_1 S_2 S_3 \cdots S_{i-1} S_i P_{\varphi} F P_F$ 。式中, S_1 、 S_2 、 $S_3 \cdots S_{i-1}$ S_i 为生命表中各期致死因子作用后的平均成活率, P_{φ} 为雌虫比率, F 为标准产卵量, P_F 为达到标准产卵量的百分率。

2 结果与分析

2.1 椰心叶甲在不同寄主植物上的发育历期

在取食椰子和银海枣这 2 种寄主植物心叶时, 椰心叶甲其各虫态的发育历期差异显著 (表 1)。其中, 取食椰子心叶的卵期短, 为 (3.76±0.18) d, 取食银海枣心叶的卵期为 (4.64±0.01) d; 在幼虫期, 取食不同的寄主植物的初、中龄幼虫无明显差异, 但在老龄幼虫时差异显著。取食椰子心叶的 4、5 龄椰心叶甲幼虫的虫期明显长于取食银海枣心叶的幼虫虫期, 其中 4 龄幼虫为 (8.38±1.26) d, 5 龄幼虫为 (10.57±1.26) d, 取食银海枣心叶的 4 龄幼虫为 (6.10±0.15) d, 5 龄幼虫为 (6.00±0.10) d; 蛹期以取食银海枣心叶时间更长, 为 (7.93±0.15) d, 取食椰子心叶为 (5.78±0.35) d, 二者差异显著。椰心叶甲在不同寄主植物上完成一代所需时间也表现出明显的不同。在椰子心叶上的成虫产卵前期为 (21.11±3.25) d, 世代时间为 (67.87±4.67) d, 而取食银海枣心叶的椰心叶甲在羽化为成虫后不产卵, 不能够完成整个世代。

表 1 椰心叶甲在不同寄主植物上的发育历期
Table 1 The developmental duration of *B. longissima* on *C. nucifera* and *P. sylvestris*

虫期 Stage	发育历期 Developmental duration/d	
	椰子 <i>C. nucifera</i>	银海枣 <i>P. sylvestris</i>
卵 Egg	3.76±0.18b	4.64±0.01a
1 龄幼虫 1st instar larva	4.28±0.62a	5.00±0.11a
2 龄幼虫 2nd instar larva	4.45±0.44a	4.57±0.09a
3 龄幼虫 3rd instar larva	5.67±0.75a	5.40±0.17a
4 龄幼虫 4th instar larva	8.38±1.26a	6.10±0.15a
5 龄幼虫 5th instar larva	10.57±1.26a	6.00±0.10b
蛹 Pupa	5.78±0.35b	7.93±0.15a
产卵前期 Pre-oviposition	21.11±3.25	-
世代时间 Generation	67.87±4.67	-

同行数据 (平均值±标准误) 后不同小写字母者表示在 5% 水平上差异显著。
The data (means±SD) in the same row with the different letters mean significant differences at 5% level.

2.2 椰心叶甲在不同寄主植物上的实验种群生命表

建立椰心叶甲的实验种群生命表 (表 2), 其主

要死亡因子为自然死亡。椰心叶甲取食椰子心叶后的卵孵化率、幼虫存活率、蛹羽化率都高于取食银海枣心叶, 在椰子心叶上的实验种群趋势指数为 66.55; 而在银海枣心叶上不能正常产卵, 无法得出实验种群趋势指数。实验表明, 在没有天敌干扰的实验条件下, 椰心叶甲在取食银海枣时不能继续繁衍下一代。

表 2 椰心叶甲在不同寄主植物上的实验种群生命表
Table 2 Life table of *B. longissima* on *C. nucifera* and *P. sylvestris* under laboratory conditions

项目 Item	存活率 Survival rate/%	
	椰子 <i>C. nucifera</i>	银海枣 <i>P. sylvestris</i>
卵 Egg	81	73
1 龄幼虫 1st instar larva	94	65
2 龄幼虫 2nd instar larva	100	77
3 龄幼虫 3rd instar larva	99	94
4 龄幼虫 4th instar larva	97	100
5 龄幼虫 5th instar larva	100	100
蛹 Pupa	98	96
成虫雌性比例 Adult female ratio	0.54	0.51
标准卵量 Standard fecundity (SF)	200	200
达标准卵量概率 Rate of female with SF	0.86	0
种群趋势指数 Index of population trend (I)	66.55	0

2.3 水椰八角铁甲在寄主植物上的发育历期和存活率

从表 3 可见, 水椰八角铁甲取食不同寄主时卵期差异不显著, 分别为 (4.67±0.17)、(4.55±0.25) d; 整个幼虫期差异显著, 其中除 2 龄幼虫差异不显著, 分别为 (4.24±0.27)、(4.74±0.12) d 外, 取食椰子心叶的 1 龄 (3.69±0.20) d、3 龄 (4.86±0.09) d、4 龄 (9.17±0.12) d 及 5 龄 (9.48±0.12) d 幼虫期都明显短于取食银海枣, 取食银海枣的幼虫期分别为 (4.87±0.11)、(5.56±0.17)、(9.48±0.42)、(10.35±0.02) d; 取食椰子心叶的蛹的历期显著长于取食银海枣心叶。取食银海枣心叶的产卵前期较短且世代时间较长, 而取食椰子心叶的死亡率高且不能产卵, 无产卵前期, 不能完成整个世代。水椰八角铁甲在取食椰子和银海枣这 2 种不同的寄主植物时, 除了卵的孵化率和蛹的羽化率外, 1~5 龄幼虫在银海枣上的存活率明显高于在椰子上, 其中 2~5 龄幼虫的存活率均保持在 87% 以上; 在银海枣上, 卵和各龄幼虫的存活率都有逐渐上升的趋势, 而在椰子上, 1 龄幼虫存活率最低, 为 38%。

表 3 水椰八角铁甲在椰子和银海枣上的发育历期及存活率

虫期 Stage	发育历期 Developmental duration/d		存活率 Survival rate	
	椰子 <i>C. nucifera</i>	银海枣 <i>P. sylvestris</i>	椰子 <i>C. nucifera</i>	银海枣 <i>P. sylvestris</i>
卵 Egg	4.67±0.17a	4.55±0.25a	0.60±0.54a	0.72±0.03a
1 龄幼虫 1st instar larva	3.69±0.20b	4.87±0.11a	0.38±0.01b	0.77±0.04a
2 龄幼虫 2nd instar larva	4.24±0.27a	4.74±0.12a	0.58±0.02b	0.87±0.02a
3 龄幼虫 3rd instar larva	4.86±0.09b	5.56±0.17a	0.73±0.03b	0.94±0.02a
4 龄幼虫 4th instar larva	9.17±0.12a	9.48±0.42a	0.83±0.03b	0.98±0.01a
5 龄幼虫 5th instar larva	9.48±0.12b	10.35±0.02a	0.96±0.03b	1.00±0.00a
蛹 Pupa	7.78±0.20a	5.80±0.09b	0.91±0.02a	0.93±0.04a
产卵前期 Pre-oviposition	—	29.67±2.73	—	—
世代时间 Generation	—	58.67±0.88	—	—

同行数据 (平均值±标准误) 后不同小写字母者表示在 5% 水平上差异显著。
The data (means±SD) in the same row with the different letters mean significant differences at 5% level.

2.4 水椰八角铁甲在银海枣上的实验种群生命表

在组建实验种群生命表时,水椰八角铁甲的主要死亡因子是自然死亡。水椰八角铁甲在实验条件下取食银海枣,没有任何天敌作用时,其实验种群趋势指数为 12.55。因此,银海枣为水椰八角铁甲的适宜寄主,在此寄主植物上水椰八角铁甲种群数量有增加及暴发的趋势(表 4)。

表 4 水椰八角铁甲取食银海枣的实验种群生命表
Table 4 Life table of *O. nipae* on *P. sylvestris* under laboratory conditions

项目 Item	存活率 Survival rate/%
卵 Egg	81
1 龄幼虫 1st instar larva	85
2 龄幼虫 2nd instar larva	90
3 龄幼虫 3rd instar larva	95
4 龄幼虫 4th instar larva	98
5 龄幼虫 5th instar larva	86
蛹 Pupa	86
成虫雌性比例 Adult female ratio	0.55
标准卵量 Standard fecundity (SF)	200
达标准卵量概率 Rate of female with SF	0.23
种群趋势指数 Index of population trend (<i>I</i>)	12.55

2.5 水椰八角铁甲和椰心叶甲的选择性取食

除水椰八角铁甲中龄幼虫在 2 种寄主植物上选择趋向无显著差异外,低龄、老熟幼虫和成虫对银海枣趋向明显,尤其是老熟幼虫和成虫,更偏向选择取食银海枣,落虫数量分别为 (9.23±0.43)、(9.10±0.46) 头(表 5)。椰心叶甲各龄幼虫和成虫对寄主的定向选择都具有显著性差别。在选择取食寄主时,椰心叶甲在椰子叶中的虫口数量都保持在 7 头以上,因此,椰心叶甲对取食椰子具有明显

的趋向性,对银海枣的选择性较低。

3 讨论

植食性昆虫对寄主植物的选择性是指它对寄主植物的种类、取食和产卵部位等均有一定的偏好性,这包括取食选择性和产卵选择性(钦俊德,1985;万宝荣和李传仁,2013)。本研究发现,银海枣为水椰八角铁甲的适宜寄主,其种群趋势指数为 12.55,且取食银海枣时水椰八角铁甲各虫态存活率高,成虫寿命和产卵期较长;在椰子上水椰八角铁甲各虫态都难以存活且不产卵。椰子为椰心叶甲的适宜寄主,实验种群趋势指数为 66.55,达标准卵量率为 86%,而在银海枣上不产卵。因此,水椰八角铁甲、椰心叶甲在银海枣和椰子这 2 种不同的寄主植物中都具有明显的选择性取食,这可能是近几年水椰八角铁甲和椰心叶甲都入侵海南省,但椰心叶甲大量危害椰子等棕榈科植物且暴发严重,而水椰八角铁甲只在局部地区危害的原因之一。

此外,植物的营养物质是植食性昆虫寄主选择性的核心问题。席博等(2013)发现水椰八角铁甲在取食海枣 *Phoenix canariensis* Hort.、刺葵 *P. hanceana* Naud、棕榈 *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H. Wendl.、蒲葵 *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br. 这 4 种寄主植物心叶时,与其取食量和产卵量呈显著正相关的是游离氨基酸含量、可溶性糖和可溶性蛋白,却与粗脂肪含量呈现不明显的相关性。阎伟等(2015)发现,椰心叶甲喜爱取食栅栏组织较厚的棕榈科植物,可溶性糖含量的高低也会影响其蛹重,但没有明显影响椰心叶甲幼虫的存活率和发育历期,且椰心叶甲的生长发育与叶片中检测出的其他

营养物质含量无明显的相关性。因此,也可以通过研究寄主植物的营养物质进一步了解水椰八角铁甲和椰心叶甲寄主选择性的具体原因,还可以从寄主植物挥发性物质方面进行深入研究。

表 5 水椰八角铁甲和椰心叶甲各虫态对不同寄主植物的定向选择
Table 5 Directional selection of insect states of *O. nipae* and *B. longissima* on *C. nucifera* and *P. sylvestris*

寄主植物 Host plant	水椰八角铁甲虫口数量/头 Number of <i>O. nipae</i>				椰心叶甲虫口数量/头 Number of <i>B. longissima</i>			
	低龄幼虫 Young larva	中龄幼虫 Medium-term larvae	老熟幼虫 Mature larva	成虫 Adult	低龄幼虫 Young larva	中龄幼虫 Medium-term larvae	老熟幼虫 Mature larva	成虫 Adult
椰子 <i>C. nucifera</i>	2.43±0.35b	4.27±0.41a	0.77±0.43b	0.87±0.48b	7.13±0.73a	7.63±0.19a	7.93±0.58a	8.50±0.51a
银海枣 <i>P. sylvestris</i>	7.63±0.41a	5.97±0.84a	9.23±0.43a	9.10±0.46a	2.87±0.73b	2.37±0.19b	2.07±0.58b	1.50±0.51b

同列数据(平均值±标准误)后不同小写字母者表示在 5%水平上差异显著。
The data (means±SD) in the same column with the different letters mean significant differences at 5% level.

参考文献

陈智明, 过赋文, 邓真, 张二娜, 李敏, 2018. 椰心叶甲取食的寄主选择. 安徽农业科学, 46(1): 141-142.

方剑锋, 云昌均, 金扬, 黄伟, 李时斌, 2004. 椰心叶甲生物学特性及其防治研究进展. 植物保护, 30(6): 19-23.

华瑞香, 侯有明, 石章红, 2014. 低温驯化后水椰八角铁甲生理活性物质含量的变化. 昆虫学报, 57(3): 265-273.

李亚, 程立生, 彭正强, 鞠瑞亭, 万方浩, 2007. 寄主植物对椰心叶甲生长发育和繁殖力的影响. 应用生态学报, 18(9): 2050-2054.

梁琼超, 黄法余, 黄箭, 赖天忠, 邹焕文, 2002. 从进境棕榈植物中截获的几种铁甲科害虫. 植物检疫, 16(1): 19-22.

吕宝乾, 陈义群, 包炎, 2005. 引进天敌椰甲截脉姬小蜂防治椰心叶甲的可行性探讨. 昆虫知识, 42(3): 254-258.

庞雄飞, 1990. 种群数量控制指数及其应用. 植物保护学报, 17(1): 11-16.

钦俊德, 1985. 昆虫与植物的关系. 生物学通报(10): 16-18.

孙江华, 虞佩玉, 张彦周, 王小君, 2003. 海南省新发现的林业外来入侵害虫——水椰八角铁甲. 昆虫知识, 40(3): 286-287.

覃伟权, 余凤玉, 黄山春, 李朝绪, 马子龙, 2007. 植物乙醇提取物对椰心叶甲生物活性的影响. 热带作物学报, 28(4): 84-88.

万宝荣, 李传仁, 2013. 红带网纹蓟马对几种寄主植物的适合度研究. 生物安全学报, 22(1): 66-69.

韦远华, 覃伟权, 黄山春, 余凤玉, 2017. 水椰八角铁甲在海南的风险性分析. 热带农业科学, 37(8): 42-45, 67.

吴大军, 杜奕华, 陈秀娟, 袁浩, 李时斌, 2007. 水椰八角铁甲的检验检疫及传入顺德的风险. 植物检疫, 21(1): 25-26.

席博, 张秩勇, 侯有明, 金启安, 温海波, 2013. 寄主植物对水椰八角铁甲发育历期、取食和繁殖的影响. 昆虫学报, 56(7): 799-806.

阎伟, 唐超, 彭正强, 金启安, 温海波, 2012. 寄主叶片营

养物质、物理结构与椰心叶甲危害的关系. 热带作物学报, 33(3): 535-539.

余凤玉, 覃伟权, 李朝绪, 韩超文, 彭正强, 2009a. 不同椰子品种对椰心叶甲生长发育和繁殖力的影响. 热带作物学报, 30(6): 846-850.

余凤玉, 覃伟权, 马子龙, 李朝绪, 黄山春, 2009b. 寄主植物对水椰八角铁甲生长发育和繁殖力的影响. 植物保护, 35(2): 72-74.

曾玲, 周荣, 崔志新, 陆永跃, 梁广文, 2003. 寄主植物对椰心叶甲生长发育的影响. 华南农业大学学报(自然科学版), 2(4): 37-39.

钟义海, 李洪, 刘奎, 温海波, 金启安, 彭正强, 2005. 温度对椰心叶甲实验种群生长的影响. 应用生态学报, 16(12): 2369-2372.

周荣, 曾玲, 梁广文, 陆永跃, 崔志新, 2004a. 椰心叶甲实验种群的生物学特性观察. 昆虫知识, 41(14): 336-339.

周荣, 曾玲, 陆永跃, 梁广文, 崔志新, 2004b. 温度对椰心叶甲取食量的影响. 中山大学学报(自然科学版), 43(4): 41-43.

BOURKE T V, 1986. Systemic insecticide trunk injection trial against the coconut hispine beetle (*Brontispa longissima* Gestro). *Alafua Agricultural Bulletin*, 11(3): 41-44.

GRESSITT J L, 1960. Papuan-west polynesian hispine beetles. *Pacific Insects*, 2(1): 8-13.

HOU Y M, WENG Z Q, 2010. Temperature-dependent development and life table parameters of *Octodonta nipae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, 39(5): 1676-1684.

VOEGELE J M, 1989. Biological control of *Brontispa longissima* in Western Samoa: an ecological and economic evaluation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27: 315-329.

(责任编辑:郭莹)