

椰子织蛾传入中国及其海南省的风险性分析

阎伟^{1,2}, 吕宝乾³, 李洪⁴, 李朝绪³, 刘丽¹, 覃伟权^{1*}, 彭正强^{3*}, 骆有庆²

¹中国热带农业科学院椰子研究所, 海南文昌 571339; ²北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083; ³中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南海口 571101; ⁴海南省森林资源监测中心, 海南海口 570203

摘要:【背景】椰子织蛾原产于印度和斯里兰卡, 现主要分布于南亚和东南亚, 是椰子、中海枣、蒲葵等多种棕榈科植物的重要害虫。我国目前尚无椰子织蛾发生为害的报道; 但从适生性的角度看, 该虫的地理分布区与我国南方棕榈植物分布区具有相似的生物气候, 理论上我国热带、亚热带的广大区域是椰子织蛾的潜在地理分布区。鉴于其危害严重性, 一旦入侵, 其危险程度将超过已在我国发生的重要入侵害虫椰心叶甲。【方法】根据国际植物检疫措施标准 (ISPM) 规定的有害生物风险性分析 (PRA) 程序, 利用相关风险性分析模型, 从国内外分布状况、潜在的危害性、受害寄主的经济重要性、传播扩散的可能性及危险性管理难度 5 个方面, 对椰子织蛾在中国及其海南省的风险性进行定性、定量分析。【结果】椰子织蛾在中国及其海南省的风险值 (R) 分别为 2.20 和 2.30, 在我国属于高度危险性有害生物。【结论与意义】本研究可为制定椰子织蛾的检疫管理对策提供依据。

关键词: 椰子织蛾; 有害生物风险分析; 检疫管理

Risk analysis of the coconut blackheaded caterpillar, *Opisina arenosella*, in China and Hainan Island

Wei YAN^{1,2}, Bao-qian LÜ³, Hong LI⁴, Chao-xu LI³, Li LIU¹, Wei-quan QIN^{1*}, Zheng-qiang PENG^{3*}, You-qing LUO²

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

²Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

³Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China;

⁴Forest Resources Monitoring Center of Hainan, Haikou, Hainan 570203, China

Abstract: 【Background】The coconut blackheaded caterpillar *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Oecophoridae) is one of the most notorious insect pests of palm trees such as *Cocos nucifera* L., *Phoenix sylvestris* Roxb., *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br. et al. Native to India and Sri Lanka. *O. arenosella* is currently distributed throughout South and Southeast Asia. Areas with palms in the south of China are potentially suitable distribution areas for *O. arenosella*. There is no report about *O. arenosella* in China yet, but if this species reaches China, will cause more serious damage than *Brontispa longissima* (Gestro), which is already a serious invasive pest. 【Method】In order to assess the potential risk level of *O. arenosella* to China and develop quarantine countermeasures, we performed a pest risk analysis (PRA) based on international standards for phytosanitary measures (ISPM) and the relational model of PRA. The risk level of *O. arenosella* were analyzed on five aspects—distribution, potential damaged degree, economical value of damaged host plants, spreading possibility and management difficulty in China and Hainan Island. 【Result】The value of the index of the pest risk was 2.20 and 2.30, indicating that *O. arenosella* is a dangerous alien species with high risk in China. 【Conclusion and significance】The strategy of the risk management for the *O. arenosella* was also evaluated in this paper.

Key words: *Opisina arenosella*; pest risk analysis; quarantine management

收稿日期 (Received): 2013-06-10 接受日期 (Accepted): 2013-07-12

基金项目: 国家科技合作专项 (2011DFB30040); 农业公益性行业科研专项 (200903026); 海南省重点科技计划 (ZDXM20120030、ZDXM20130049)

作者简介: 阎伟, 男, 博士研究生。研究方向: 外来有害生物综合控制。E-mail: andy206@126.com

* 通讯作者 (Author for correspondence): 覃伟权, E-mail: qwq268@sohu.com; 彭正强, E-mail: lypzhq@163.com

椰子织蛾 *Opisina arenosella* Walker 又名黑头履带虫、椰蛀蛾,属鳞翅目 Lepidoptera 织蛾科 Oecophoridae,是一种严重危害棕榈科植物的害虫。该虫主要从棕榈科植物的下部叶片向上危害,将叶肉吃光,形成干枯状,在叶片背面有幼虫排出粪便所形成的织丝虫道,幼虫在里面潜行危害,严重时下部的叶片焦枯,如火烧状。

我国目前还没有该虫发生的报道。但鉴于其危害严重性,一旦传入,将对我国棕榈植物相关产业造成难以估计的损失,很可能成为继椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) 之后的又一重大危险性害虫。我国仅有一些关于该虫鉴定、生物学、生态学及防治方法的研究(陈慧,2004;黄德聪,1987;吕宝乾等,2013),而有关其风险性分析至今未见报道。因此,本文依据 FAO/ISPM 规定的有害生物风险性分析(pest risk analysis, PRA)程序(FAO/IPPC,2001),对椰子织蛾在中国及其海南省的风险性进行定性和定量分析,以期对防范该虫入侵和制定相关的监测及检疫政策提供依据。

1 椰子织蛾风险性分析的起因

我国检疫政策要求对有害生物进行风险性分析。通过文献资料查询,椰子织蛾具备检疫性有害生物特征,与其他物种有明显特征差异,分类单元为种,物种鉴定明确,因此有必要启动其风险性分析。PRA 地区为中国大陆。该虫在 PRA 地区分布不广;前人未进行过相关的风险分析。

2 椰子织蛾的风险性分析

2.1 定性分析

2.1.1 国内外分布状况(P_1) 根据近年来的实地普查及文献查询,我国目前尚未发现椰子织蛾的为害。国外主要分布在印度、斯里兰卡、缅甸、泰国、孟加拉国、马来西亚、印度尼西亚和巴基斯坦等国家和地区(吕宝乾等,2013; Cock & Perera, 1987; Perera *et al.*, 1989; Sujatha & Singh, 2004a)。

2.1.2 潜在的经济危害性(P_2) 椰子 *Cocos nucifera* L. 是椰子织蛾最喜食的寄主,危害严重时可超过 90% 的椰子叶片吃光(Nirula, 1956),是印度和斯里兰卡椰子树上的毁灭性害虫。仅在印度的卡纳塔克邦,就有 160 万株棕榈科植物遭受该虫的

危害(Shivashankar, 2000);据统计,该虫的严重危害致使次年椰子果产量降低一半甚至更多,同时导致椰子果的落果率增大,植株发育迟缓(Lever, 1969; Ramachandran *et al.*, 1979)。由于我国南方热带、亚热带地区普遍存在椰子织蛾的适宜寄主,如耐寒性强的中东海枣 *Phoenix sylvestris* Roxb、蒲葵 *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br.、华盛顿棕 *Washingtonia robusta* H. Wendl. 等,加之气候条件与椰子织蛾疫区相近,该虫一旦传入我国定殖后,将对我国热带、亚热带的棕榈科植物造成严重威胁。另外,近年来棕榈苗木被大量从椰子织蛾疫区引进,给椰子织蛾传入我国提供了机会。因此,椰子织蛾在我国具有巨大的潜在经济危害性。

2.1.3 受害寄主的经济重要性(P_3) 椰子织蛾的寄主植物包括椰子、中东海枣、蒲葵、华盛顿棕、槟榔 *Areca catechu* L.、大王棕 *Roystonea regia* (HBK.) O. F. Cook、桃榔 *Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.、散尾葵 *Chrysalidocarpus lutescens* H. Wendl.、狐尾椰子 *Wodyetia bifurcata* A. K. Irvine.、酒瓶椰子 *Hyophore lagenicaulis* (L. H. Bailey) H. E.、假槟榔 *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl.、扇叶树头榈 *Borrassus flabellifer* L. (Rao *et al.*, 1948)、枣椰 *Phoenix dactylifera* L. (Butani, 1975)、贝叶棕 *Corypha umbraculifera* L. (Talati & Kapadia, 1984)、西谷椰子 *Metroxylon sagu* Rottboell.、董棕 *Caryota urens* L. (Rao *et al.*, 1948)、非洲棕 *Hyphaene thebaica* L. (Lever, 1969)、甘蓝椰子 *Oreodoxa oleracea* Kurth、香蕉 *Musa* spp. (黄德聪, 1987; Manjunath, 1985; Talati & Butani, 1988)。其中,椰子、蒲葵、中东海枣、大王棕是其主要寄主。

椰子是海南省的省树,亦是典型的热带木本油料和能源作物。我国椰子种植面积约 4.13 万 hm^2 ,鲜果年收入约 5 亿元,相关产业年收入 60~80 亿元。槟榔居我国四大南药之首,种植面积约 8 万 hm^2 ,鲜果年产值约 20 亿元,相关产业年产值 40 亿元,是仅次于橡胶的第二大热带经济作物(赵松林, 2007)。椰子和槟榔产业是海南省中东部农民脱贫致富的支柱产业,在增加农民收入、解决就业、维护社会稳定和保障生态安全方面发挥着重要的作用,对建设海南国际旅游岛和发展热带森林旅游亦具

有深远的战略意义。另外,随着我国城市化进程的加快,棕榈科植物因其独特的热带风情被广泛地用于城市园林景观的建设。

2.1.4 传播扩散的可能性(P_4) 椰子织蛾在南亚和东南亚棕榈植物分布区危害严重,我国南方棕榈植物分布区具有相似的生物气候,是椰子织蛾潜在的地理分布区。椰子织蛾成虫有一定的飞行能力,且成虫期平均寿命仅7.1 d,但其产卵量可达150~200粒(Perera *et al.*, 1989),其扩散速度极快。椰子织蛾主要以幼虫和蛹随整个寄主、鲜切叶、叶片或者蛹和成虫随材料、交通工具等进行远距离传播。同时,椰子织蛾具有很强的环境适应能力,Ramkumar *et al.* (2006)研究发现,当遇到不良环境时,该虫能自我调节,减少每年发生的世代数。此外,近年来国际贸易尤其是中国与东盟国家的双边贸易发展迅速,为椰子织蛾的传播提供了便利条件。因此,椰子织蛾人为传播扩散的可能性极大。

2.1.5 危险性管理难度(P_5) 椰子织蛾每年发生5代,卵期3~4 d,幼虫一般5~8龄,幼虫期40~48 d,蛹期8~12 d,成虫寿命5~8 d,整个世代需2~2.5个月(Nirula, 1956)。喷施化学农药很难杀死该虫,目前主要采取埋根或树干打孔注射印楝素水剂的方式进行防治(Kanagaratnam & Pinto, 1985)。当椰子织蛾传播并大发生时,可以考虑引进或利用本土天敌,进行生物防治。椰子织蛾的天敌主要有瓜野螟绒茧蜂 *Apanteles taragamae* Viereck、棉卷叶螟鳞茧蜂 *Meteoridea hutsoni* 和大腿小蜂属 *Brachymeria* spp. (Sujatha & Singh, 2004b)。然而,该虫一旦大规模定殖,根除极为困难,因此,要做到“早发现、早除治”。

2.2 定量分析

参照有害生物风险性评估体系及多指标综合评估计算方法与评判标准(蒋青等, 1995; 孙楠等, 2007),结合海南省棕榈植物资源分布特点、社会经济状况等情况,对椰子织蛾在中国及其海南省的风险性进行定量分析。椰子织蛾各分析指标赋值见表1。

利用综合评判方法,分别计算各项一级指标值(P_i)和综合风险值 R ,根据表内的评判标准直接得到 $P_1, P_2 \sim P_5, R$ 值的计算见式(1)~(5)。

$$P_2 = 0.6P_{21} + 0.2P_{22} + 0.2P_{23} \quad (1)$$

$$P_3 = \text{Max}(P_{31}, P_{32}, P_{33}) \quad (2)$$

$$P_4 = \sqrt[5]{P_{41} \times P_{42} \times P_{43} \times P_{44} \times P_{45}} \quad (3)$$

$$P_5 = (P_{51} + P_{52} + P_{53})/3 \quad (4)$$

$$R = \sqrt[5]{P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4 \times P_5} \quad (5)$$

根据 R 值的大小,将风险程度划分为4级:3.0~2.5时为极高风险,2.4~2.0为高风险,1.9~1.5为中风险,1.4~1.0为低风险。椰子织蛾在中国及其海南省的 R 值分别为2.20和2.30,均属于高风险(表2)。因此,建议将其列为进境植物检疫性有害生物。为防范该害虫入侵我国,积极制定检疫管理措施是主要手段。

3 检疫管理对策及建议

3.1 加强检疫监管,严防疫情传播

有关部门应加强对来自椰子织蛾发生国家的棕榈科植物、果实及繁殖材料的检疫,一旦发现疫情,就地集中进行灭虫处理或销毁;如因科研、教学等需要引进,需向检疫部门申请,办理审批手续,经隔离试种后,未发现疫情,方可启用。此外,需对苗木调运频繁的场所及成片棕榈植物分布区开展重点普查,并合理设置监测点,扩大监测覆盖面积,结合定期普查的方式,全面加强疫情监测。

3.2 加强合作基础研究,提升检疫管理水平

我国目前仅有椰子织蛾在国外发生为害及防治技术的介绍性报道,还未对其检疫鉴定技术、应急除害技术、监测预警技术等方面展开研究。因此,有必要加强与椰子织蛾发生国家和地区科研、检疫部门的交流与合作,借鉴他们在检疫鉴定和综合防控方面的成功经验,制定科学、合理的检疫鉴定及应急除治措施,将其传入我国的危险性降至最低。

3.3 加大宣传力度,提高公众意识

利用媒体工具,如广播、电视、网络等,普及椰子织蛾的基本知识,尤其注意与椰心叶甲危害特征的区别(椰子织蛾主要危害棕榈科植物的老叶,椰心叶甲仅危害棕榈植物的新叶)。在椰子织蛾高风险区,对棕榈科植物种植户、农技人员等开展技术培训,同时在主要交通干道、人流密集区悬挂横幅、张贴宣传画、发放技术手册等,宣传椰子织蛾的危害严重性,提高国民意识,把防范疫情变为公众的自觉行动,减少无意识的人为传播。

表 1 椰子织蛾风险性分析评判指标赋分值

Table 1 Numerical values of risk analysis indices of *O. arenosella* in China and Hainan Island

序号 No.	评判指标 Index of evaluation	评判标准 Criterion of evaluation	赋分值 Value		赋分理由 Reason
			中国 China	海南省 Hainan Island	
1	中国分布状况(P_1) Distribution in China	国内无分布, $P_1 = 3$; 国内分布面积占 0 ~ 20%, $P_1 = 2$; 国内分布面积占 20% ~ 50%, $P_1 = 1$; 国内分布面积大于 50%, $P_1 = 0$ 。 No distribution in China, $P_1 = 3$; distribution area at 0 ~ 20%, $P_1 = 2$; distribution area at 20% ~ 50%, $P_1 = 1$; distribution area more than 50%, $P_1 = 0$.	3	3	国内无分布。 No distribution in China.
2.1	潜在经济危害性(P_{21}) Potential damage	造成产量损失 20% 以上或严重降低产品质量, $P_{21} = 3$; 产量损失在 5% ~ 20% 或有较大质量损失, $P_{21} = 2$; 产量损失在 1% ~ 5% 或有较小质量损失, $P_{21} = 1$; 产量损失小于 1% 且对质量无影响, $P_{21} = 0$ 。 Causing more than 20% production loss, and/or lower the quality of the products very seriously, $P_{21} = 3$; production loss that between 20% ~ 5%, and/or causing serious quality loss, $P_{21} = 2$; production loss that between 5% ~ 1%, and/or causing smaller production loss, $P_{21} = 1$; production loss is less than 1% and no influence to the quality, $P_{21} = 0$.	3	3	椰子织蛾造成寄主产量损失在 40% 以上。 Causing more than 40% production loss.
2.2	是否为其他检疫性有害生物的传播媒介(P_{22}) Vector for other quarantine pests	可传带 3 种以上的检疫性有害生物, $P_{22} = 3$; 可传带 2 种检疫性有害生物, $P_{22} = 2$; 可传带 1 种检疫性有害生物, $P_{22} = 1$; 不传带任何检疫性有害生物, $P_{22} = 0$ 。 Transmitting more than 3 kinds of quarantine pest, $P_{22} = 3$; 2 kinds, $P_{22} = 2$; transmitting 1 kind of quarantine pest, $P_{22} = 1$; no transmitting any quarantine pest, $P_{22} = 0$.	0	0	不传带其他检疫性有害生物。 No transmitting any other quarantine pest.
2.3	国外重视程度(P_{23}) Importance in other countries	有 20 个国家以上列为检疫对象, $P_{23} = 3$; 有 10 ~ 19 个国家列为检疫对象, $P_{23} = 2$; 有 1 ~ 9 个国家列为检疫对象, $P_{23} = 1$; 无国家列为检疫对象, $P_{23} = 0$ 。 More than 20 countries classify in the directory of quarantine pest, $P_{23} = 3$; 19 ~ 10 countries, $P_{23} = 2$; 9 ~ 1 countries, $P_{23} = 1$; no country, $P_{23} = 0$.	1	1	有 1 ~ 9 个国家列为检疫对象。 1 ~ 9 countries classify in the directory of quarantine pest.
3.1	受害寄主的种类(P_{31}) Host plant species	受害寄主 10 种以上, $P_{31} = 3$; 受害寄主 5 ~ 9 种, $P_{31} = 2$; 受害寄主 1 ~ 4 种, $P_{31} = 1$; 无受害的寄主, $P_{31} = 0$ 。 More than 10 varieties of the damaged host plants, $P_{31} = 3$; 9 ~ 5 varieties, $P_{31} = 2$; 4 ~ 1 varieties, $P_{31} = 1$; no variety, $P_{31} = 0$.	3	3	受害寄主达 10 种以上。 More than 10 damaged host plants.
3.2	受害寄主的面积(P_{32}) Planting area of host	受害寄主面积 350 万 hm^2 以上, $P_{32} = 3$; 受害寄主面积 150 ~ 350 万 hm^2 , $P_{32} = 2$; 受害寄主面积小于 150 万 hm^2 , $P_{32} = 1$; 没有受害的寄主, $P_{32} = 0$ 。 More than 3.5 million hm^2 of damaged host plants, $P_{32} = 3$; 3.5 ~ 1.5 million hm^2 , $P_{32} = 2$; less than 1.5 million hm^2 , $P_{32} = 1$; no damage, $P_{32} = 0$.	1	1	受害的寄主总面积在 150 万 hm^2 以下。 Less than 1.5 million hm^2 of damaged hosts.
3.3	受害寄主的特殊经济价值(P_{33}) Special value of host	受害寄主经济价值高或出口创汇高, $P_{33} = 3$; 受害寄主价值一般或出口创汇一般, $P_{33} = 2$; 受害寄主经济价值低或出口创汇低, $P_{33} = 1$; 受害寄主无价值或无出口创汇, $P_{33} = 0$ 。 According to its application value, foreign exchange-earning, etc. P_{33} for 3, 2, 1, 0, classified by experts.	2	3	受害寄主经济价值高。 Special value of hosts are high.
4.1	口岸截获频率(P_{41}) Frequency of check	在口岸经常被截获, $P_{41} = 3$; 在口岸偶尔被截获, $P_{41} = 2$; 在口岸未被截获或只截获过少数几次, $P_{41} = 1$ 。 The pest acquired at high frequencies at port, $P_{41} = 3$; at low frequencies, $P_{41} = 2$; seldom or never be acquired, $P_{41} = 1$.	1	1	在口岸未被截获或只截获过少数几次。 Seldom or never be acquired.

续表 1

序号 No.	评判指标 Index of evaluation	评判标准 Criterion of evaluation	赋分值 Value		赋分理由 Reason
			中国 China	海南省 Hainan Island	
4.2	运输中有害生物的存活率(P_{42}) Survival rate of pest in transport-ation	运输中存活率在40%以上, $P_{42}=3$; 运输中存活率在10%~40%, $P_{42}=2$; 运输中存活率在0~10%, $P_{42}=1$; 运输中存活率为0, $P_{42}=0$ 。 Over 40% of the survival rate of the pest during transportation, $P_{42}=3$; the survival rate at 40%~10%, $P_{42}=2$; the survival rate at 10%~0, $P_{42}=1$; no survival, $P_{42}=0$.	3	3	运输中几乎无死亡, 存活率在40%以上。 Over 40% of the survival rate of the pest during transportation.
4.3	国外分布状况(P_{43}) Distribution in other countries	在世界50%以上的国家有分布, $P_{43}=3$; 在世界25%~50%的国家有分布, $P_{43}=2$; 在世界0~25%的国家有分布, $P_{43}=1$; 世界上没有国家有分布, $P_{43}=0$ 。 Spreading in more than 50% countries of the world, $P_{43}=3$; 50%~25% countries, $P_{43}=2$; 25%~0 countries, $P_{43}=1$; no distribution, $P_{43}=0$.	1	1	世界上分布国家占全球国家总数的0~25%。 Spreading in less than 25% countries of the world.
4.4	国内的适生范围(P_{44}) Suitable areas in China	国内50%以上的地区适生, $P_{44}=3$; 国内25%~50%的地区适生, $P_{44}=2$; 国内0~25%的地区适生, $P_{44}=1$; 国内没有适生的地区, $P_{44}=0$ 。 Suitable in more than 50% inland, $P_{44}=3$; 50%~25% of suitable, $P_{44}=2$; 25%~0 suitable, $P_{44}=1$; no suitable, $P_{44}=0$.	1	3	在国内适生范围预计在0~25%; 海南全省都适合。 The suitable scope inland between 25%~0; Suitable in Hainan Island.
4.5	传播能力(P_{45}) Potential for spread	通过气传的有害生物, $P_{45}=3$; 由活动力很强的介体传播, $P_{45}=2$; 通过土传及传播力很弱, $P_{45}=1$ 。 For airborne pest, $P_{45}=3$; for the pest which is vector transmission with strong motricity, $P_{45}=2$; for soil-borne pest or with poor ability of spreading, $P_{45}=1$.	2	2	随寄主植物调运传播为主, 寄主调运频繁。 The transportation of the seed and stock by man.
5.1	检验鉴定的难度(P_{51}) Identification	检疫鉴定方法可靠性很低, 花费时间很长, $P_{51}=3$; 检疫鉴定方法非常可靠, 且简便快速, $P_{51}=0$; 介于前两者之间, $P_{51}=2$ 或1。 The reliability of the inspection and identification method now is very low, and take much time, $P_{51}=3$; the method is fast and easy with high reliability, $P_{51}=0$; between 0 and 3, and close to 3, $P_{51}=2$; close to 0, $P_{51}=1$.	2	2	现有鉴定方法可以准确检验, 但该虫危害早期较难发现, 检疫易出现疏漏。 The method of inspection and identification presently is reliable but it takes more time and inspect not so simple.
5.2	除害处理的难度(P_{52}) Treatment	除害率为0, $P_{52}=3$; 除害率在50%以下, $P_{52}=2$; 除害率在50%~100%, $P_{52}=1$; 除害率为100%, $P_{52}=0$ 。 The treatment of disinfection and disinfestation now nearly cannot kill the pest, $P_{52}=3$; the elimination rate under 50%, $P_{52}=2$; the elimination rate is 50%~100%, $P_{52}=1$; the elimination rate is 100%, $P_{52}=0$.	2	2	现有的方法除害率在50%以下。 The treatment of disinfection and disinfestation now under 50%.
5.3	根除难度(P_{53}) Eradication	田间防治效果差, 成本高, 难度大, $P_{53}=3$; 田间防治效果显著, 成本很低, 简便, $P_{53}=0$; 介于前两者之间, $P_{53}=2$ 或1。 Field control with bad effect, high cost and much difficulty, $P_{53}=3$; with good effect, low cost and easy to work, $P_{53}=0$; between 0 and 3, close to 3, $P_{53}=2$; close to 0, $P_{53}=1$.	2	2	田间防治效果尚可, 但成本高, 操作难度大。 Field control with general effect, high cost and much difficulty.

表 2 椰子织蛾在中国及其海南省危险性分析各项指标值和风险等级

Table 2 Numerical value of risk analysis index of *O. arenosella* in China and Hainan Island

区域 Area	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	R	风险等级 Risk level
中国 China	3	2	3	1.43	2	2.20	高 High
海南 Hainan Island	3	2	3	1.78	2	2.30	高 High

参考文献

- 陈慧. 2004. 椰子黑头履带虫的生物防治. 世界热带农业信息, (7): 21.
- 黄德聪. 1987. 香蕉和椰子上的椰蛀蛾. 福建热作科技, (3): 40.
- 蒋青, 梁忆冰, 王乃扬, 姚文国. 1995. 有害生物危险性评价的定量分析方法研究. 植物检疫, 9(4): 208-211.
- 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.
- 孙楠, 黄冠胜, 林伟, 李志红. 2007. 主要贸易国家有害生物风险分析研究方法比较. 植物检疫, 21(2): 87-91.
- 赵松林. 2007. 椰子综合加工技术. 北京: 中国农业出版社.
- Butani D K. 1975. Insect pests of fruit crops and their control. *Pesticides*, 9(2): 40-42.
- Cock M J W and Perera P A C R. 1987. Biological control of *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Oecophoridae). *Biocontrol News & Information*, 8: 283-309.
- FAO/IPPC. 2001. *Pest Risk Analysis for Quarantine Pests*. IS-PM Pub. No. 2. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Y4837E/y4837e06.htm.
- Kanagaratnam P and Pinto J L J G. 1985. Effect of monocrotophos on the leaf eating caterpillar, *Opisina arenosella* Walk, when injected into the trunk of the coconut palm. *Cocos*, 3: 9-15.
- Lever R J A N. 1969. Pests of the coconut palm//FAO *Agricultural studies* No. 77. Rome, Italy: FAO, 190.
- Manjunath T M. 1985. Coconut black headed caterpillar on banana and coconut. *FAO Plant Protection Bulletin*, 33: 58-72.
- Nirula K K. 1956. Investigations on the pests of coconut palm—Part III. *Indian Coconut Journal*, 9: 101-131.
- Perera P A, Hassell M P and Godfray H C. 1989. Population dynamics of the coconut caterpillar, *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Xyloryctidae), in Sri Lanka. *Cocos*, 7: 42-57.
- Ramachandran C P, Ponnamm K N, Abdulla K M and Kurian C. 1979. The coconut leaf eating caterpillar, *Nephantis serinopa* Meyrick, a review. *Philippines Journal Coconut Study*, 4: 9-17.
- Ramkumar M, Muralimohan K, Kiranmayi L and Srinivasa Y B. 2006. Discrete generation cycles in the tropical moth *Opisina arenosella*. *Current Science*, 91: 811-816.
- Rao Y R, Cherian M C and Ananthanarayan K P. 1948. Infestation of *Nephantis serinopa* Meyr. in south India and its control by biological methods. *Indian Journal of Entomology*, 10: 205-247.
- Shivashankar T, Annadurai R S, Srinivas M, Preethi G, Sharda T B, Paramashivappa R, Srinivasa R A, Prabhu K S, Ramadoss C S, Veeresh G K and Subba Rao P V. 2000. Control of coconut black-headed caterpillar (*Opisina arenosella* Walker) by systemic application of 'Soluneeem'—A new water-soluble neem insecticide formulation. *Current Science*, 78: 176-179.
- Sujatha A and Singh S P. 2004a. Seasonal variation in the population of coconut leaf eating caterpillar, *Opisina arenosella* Walker in Karnataka. *Journal of Plantation Crops*, 32(3): 44-48.
- Sujatha A and Singh S P. 2004b. Efficiency of stage specific parasitoids in the biological suppression of coconut leaf eating caterpillar, *Opisina arenosella* Walker. *Journal of Biological Control*, 18: 51-56.
- Talati G M and Butani P G. 1988. A new host record for *Nephantis serinopa* Meyr., the black headed caterpillar of coconut. *Bulletin of Entomological Research*, 29: 142.
- Talati G M and Kapadia M N. 1984. Influence of host plants on larval development, longevity and fecundity of *Nephantis serinopa* Meyr., (Lepidoptera: Cryptophasidae). *Gujarat Agricultural University Research Journal*, 9: 57-59.

(责任编辑:杨郁霞)