

警惕杰克贝尔氏粉蚧 *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller 在中国大陆扩散

王玉生¹, 周培², 田虎³, 万方浩¹, 张桂芬^{1*}

¹中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室/农业农村部作物有害生物综合治理重点实验室, 北京 100193; ²无锡出入境检验检疫局, 江苏 无锡 214001;

³河北出入境检验检疫局检验检疫技术中心曹妃甸分中心, 河北 唐山 063200

摘要: 杰克贝尔氏粉蚧原产于新热带区, 是新近传入中国大陆的一种外来生物, 主要危害水果、蔬菜、园林植物和粮食作物。该虫于 2012 年首次在我国海南乐东被发现, 寄主植物为丝瓜; 之后又在新疆乌鲁木齐的花卉市场被发现, 寄主植物为来自广东或福建的盆景人参榕。杰克贝尔氏粉蚧寄主范围广泛, 涉及 50 科 200 多种, 且极易随农产品的贸易活动进行远距离传播扩散, 对我国农林产业的安全生产构成了潜在巨大威胁。概述了杰克贝尔氏粉蚧的地理分布和生物学特征, 浅析了其在我国的传播扩散趋势, 并从物种鉴定、生物防治和检验检疫处理等方面提出了防控建议, 以期有效预防和控制该种粉蚧在我国的进一步传播扩散提供参考。

关键词: 杰克贝尔氏粉蚧; 外来生物; 传播扩散; 中国大陆; 防控措施

Dispersal of the Jack Beardsley mealybug, *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller (Hemiptera: Pseudococcidae) in mainland China

WANG Yusheng¹, ZHOU Pei², TIAN Hu³, WAN Fanghao¹, ZHANG Guifen^{1*}

¹State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests/Key Laboratory of Integrated Pest Management of Crop, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; ²Wuxi Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Wuxi, Jiangsu 214001, China; ³Caofeidian Sub-Center of Hebei Entry-Exit Inspection and Quarantine Technical Center, Tangshan, Hebei 063200, China

Abstract: *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller, native to the Neotropical region, is a new invasive species on the Chinese mainland. The species harms fruits, vegetables, ornamental plants and food crops. *P. jackbeardsleyi* was first detected on *Luffa cylindrica* L. in Ledong, Hainan, China, in 2012. About a half year later, it was found on bonsai-trained individuals of *Ficus microcarpa* originating from Guangdong or Fujian Province, in Urumchi, Xinjiang, China. *P. jackbeardsleyi* has a wide range of host plants and can damage more than 200 plant species belonging to 50 families. Furthermore, this mealybug species is easily carried away via inter-regional and international trade of agricultural products, which make it a potential threat to the production of agriculture and forestry industry in China. In the present paper, the geographical distribution, biological and ecological characteristics, diffusion trend, as well as management measures of *P. jackbeardsleyi* were described.

Key words: *Pseudococcus jackbeardsleyi*; alien species; dispersal; mainland China; management measure

杰克贝尔氏粉蚧 *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller, 英文名 Jack Beardsley mealybug, 属半翅目 Hemiptera 粉蚧科 Pseudococcidae 粉蚧属 *Pseudo-*

coccus, 起源于新热带区 (Gimpel & Miller, 1996), 是一种危险性入侵害虫。杰克贝尔氏粉蚧寄主范围十分广泛, 可危害多种粮食作物、水果、蔬菜、园林植物

收稿日期 (Received): 2018-02-02 接受日期 (Accepted): 2018-04-18

基金项目: 国家重点研发计划 (2017YFC1200600, 2016YFC1201200); 国家科技支撑计划项目 (2015BAD08B03); 中国农业科学院科技创新工程项目; 国家质检总局科技项目 (2016IK145)

作者简介: 王玉生, 男, 博士研究生。研究方向: 入侵生物分子生态学。E-mail: yushengwang01@163.com

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: guifenzhang3@163.com

和花卉等(Gimpel & Miller, 1996),且传播扩散迅速,目前已分布于美洲、亚洲、非洲、大洋洲等的 46 个国家和地区(Morales *et al.*, 2016)。虽然该种害虫未被列入《中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录》(国家质量监督检验检疫总局, 2017),但其一直以来是我国出入境检验检疫机构重点关注的进境水果上的一种重要害虫(顾渝娟等, 2015; 国家质量监督检验检疫总局, 2014; 焦懿等, 2011)。2009 年深圳出入境检验检疫局从进口泰国的莲雾 *Syzygium samarangense* (BL.) Merr. & Perry 上首次截获该种粉蚧(焦懿等, 2011),之后其又多次被深圳、上海、广西等地的出入境检验检疫局截获(顾渝娟等, 2015; 焦懿等, 2011)。20 世纪末,该种粉蚧传入我国台湾(Gimpel & Miller, 1996),但未见其传入中国大陆的报道。2012 年 11 月笔者在海南乐东田间调查时发现一种粉蚧为害田间种植的丝瓜 *Luffa cylindrica* L.,经传统形态学鉴定(焦懿等, 2011; Mani *et al.*, 2013; Williams, 2004)和线粒体 DNA 细胞色素 C 氧化酶亚基 I(mitochondrial cytochrome oxidase subunit I, COI)基因序列测定和比对分析(王玉生, 2016),该种粉蚧为杰克贝尔氏粉蚧,表明杰克贝尔氏粉蚧已传入中国大陆。2013 年 7 月笔者又在新疆乌鲁木齐花卉市场来自广东或福建的盆景人参榕 *Ficus microcarpain* L.f.上发现该种粉蚧;同年,在广东惠州的红毛丹 *Nephelium lappaceum* L.上也发现该种粉蚧的发生与危害(任竞妹, 2016)。目前,杰克贝尔氏粉蚧仅在我国局部区域发生,但其体型微小,极易随农产品的贸易活动进行远距离传播扩散。本文从其地理分布、生物学特性、传播扩散趋势及防控措施等方面进行概述,以期有效预防和控制杰克贝尔氏粉蚧在我国的进一步传播扩散提供依据。

1 地理分布

杰克贝尔氏粉蚧原产于新热带区,目前已在 46 个国家和地区分布:北美洲的阿鲁巴、巴巴多斯、巴哈马、巴拿马、波多黎各与别克斯岛、伯利兹、多米尼加、哥斯达黎加、古巴、海地、洪都拉斯、加拿大、马提尼克岛、美国、美属维尔京群岛、墨西哥、萨尔瓦多、圣马丁和圣巴泰勒米岛、特立尼达和多巴哥、危地马拉、牙买加(Gimpel & Miller, 1996; Matile-Ferrero & Etienne, 2006; Palma-Jiménez & Blanco-Meneses, 2016);南美洲的巴西、厄瓜多尔、哥伦比亚、委内瑞拉等(Gimpel & Miller, 1996);大洋洲的巴布亚新几

内亚、基里巴斯、密克罗尼西亚、图瓦卢、夏威夷群岛(Gimpel & Miller, 1996; Muniappan *et al.*, 2011);非洲的科特迪瓦(N'Guessan *et al.*, 2014)、留尼旺(Germain *et al.*, 2014)、塞舌尔(Germain *et al.*, 2008);在亚洲,该虫最早于 1958 年在新加坡被发现(Gimpel & Miller, 1996),之后又在马来西亚(1969 年)、印度尼西亚(1973 年)、菲律宾(1975 年)、文莱(1979 年)、泰国(1987 年)、马尔代夫(1994 年)、越南(1994 年)、中国台湾(Gimpel & Miller, 1996)发现其踪迹(Williams, 2004),近年来又入侵柬埔寨(2010 年)(Muniappan *et al.*, 2011)、斯里兰卡(2011 年)(Sirisena *et al.*, 2012)、印度(2012 年)(Mani *et al.*, 2013)、老挝(Graziosi *et al.*, 2016)等国家。

2 生物学特征

2.1 寄主植物和危害方式

杰克贝尔氏粉蚧为多食性害虫,已记载的寄主植物有 50 科 103 属 200 余种,既包括粮食作物、水果、蔬菜、花卉,又包括园林绿化植物以及杂草等(表 1)。杰克贝尔氏粉蚧主要以雌性成虫和若虫进行危害,既可在植物生长期、结果期危害,又可在采收后继续危害。危害方式主要包括 2 种:(1)直接危害,即雌性成虫和若虫聚集在寄主植物的幼嫩部位(包括嫩叶、花、幼果、嫩茎),吸食植物汁液,导致寄主植物营养不良,生长缓慢,叶片枯萎、脱落甚至全株死亡,造成果实产量和品质下降,严重时失去商品价值(Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004);(2)间接危害,即成虫和若虫分泌的蜜露可引发煤污病,严重影响寄主植物的光合作用,进而加重寄主植物的受害程度(Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004)。杰克贝尔氏粉蚧是否可以传播植物病毒尚无从考证。然而,其同属近缘种葡萄粉蚧 *P. maritimus* (Ehrhorn)可以向甜樱桃 *Cerasus avium* (L.) Moench.传播小樱桃病毒(*Little cherry virus*),长尾粉蚧 *P. longispinus* (Targioni Tozzetti)可以向葡萄 *Vitis vinifera* L.传播葡萄褪绿叶斑病毒(*Grapevine A trichovirus*)和向可可 *Theobroma cacao* L.传播可可树肿枝病毒(*Cacao swollen shoot virus*)(N'Guessan *et al.*, 2014)。

2.2 生物生态学特性

在实验室条件下[(25±1) °C, RH (70±5)%, 14L : 10D],杰克贝尔氏粉蚧既可营两性生殖,又可进行孤雌生殖(邵莹等, 2013),大约 30 d 完成一代。卵期约为 4.5 d,初孵若虫雌雄难辨,较为活跃,从卵囊中爬

出后短时间内便可寻找到合适的部位进行取食, 1 龄若虫期约为 6.6 d。2 龄若虫及以后, 可辨别雌雄, 其中雌性 2 龄若虫发育历期约为 6.2 d, 3 龄若虫约为 3.6 d, 雌性成虫产卵前期约为 9.3 d (王毅, 2015); 雄性若虫发育至 2 龄末期即停止取食, 经预蛹和蛹以后, 发育为成虫。雄性成虫可做短距离飞行, 不取食, 羽化当天即可交配, 交配后随即死亡, 寿命不足 1 d (CABI, 2018; Gimpel & Miller, 1996)。

表 1 杰克贝尔氏粉蚧的寄主植物种类
Table 1 Host plant species damaged by *Pseudococcus jackbeardsleyi*

科 Family	种类 Species	参考文献 Reference
漆树科 Anacardiaceae	芒果 <i>Mangifera indica</i> L.、檳榔青属 <i>Spondias</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
番荔枝科 Annonaceae	秘鲁番荔枝 <i>Annona cherimola</i> Mill.、刺果番荔枝 <i>Annona muricata</i> L.、番荔枝 <i>Annona squamosa</i> L.	Gimpel & Miller, 1996; Shylesha, 2013; Williams, 2004
伞形科 Apiaceae	芹菜 <i>Apium graveolens</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
夹竹桃科 Apocynaceae	花饼藤属 <i>Fernaldia</i> spp.、球兰 <i>Hoya carnosa</i> (L. f.) R. Br.、夹竹桃 <i>Nerium oleander</i> L.、鸡蛋花属 <i>Plumeria</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
天南星科 Araceae	斜纹粗肋草 <i>Aglaonema commutatum</i> Schott.、越南万年青 <i>Aglaonema simplex</i> Blume.、花烛属 <i>Anthurium</i> spp.、花叶万年青属 <i>Dieffenbachia</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
五加科 Araliaceae	楸木属 <i>Aralia</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
棕榈科 Arecaceae	椰子属 <i>Cocos</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
天门冬科 Asparagaceae	龙舌兰属 <i>Agave</i> spp.、朱蕉 <i>Cordyline fruticosa</i> L.、血树属 <i>Dracaena</i> spp.、丝兰属 <i>Yucca</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996; Shylesha, 2013
菊科 Asteraceae	蛇根泽兰 <i>Ageratina altissima</i> L. King & HE Robins.、鬼针草 <i>Bidens bipinnata</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
秋海棠科 Begoniaceae	秋海棠属 <i>Begonia</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
木棉科 Bombacaceae	榴莲 <i>Durio zibethinus</i> Murr.	截获记录 Intercepted record
紫草科 Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i> Jacq.	Gimpel & Miller, 1996
凤梨科 Bromeliaceae	菠萝 <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Gimpel & Miller, 1996
仙人掌科 Cactaceae	刺蓍柱属 <i>Acanthocereus</i> spp.、仙人掌属 <i>Cereus</i> spp.、秘鲁苹果 <i>Cereus repandus</i> (L.) Mill.、 <i>Escobaria cubensis</i> (Britton & Rose) Hunt.、火龙果 <i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose.、花座球属 <i>Melocactus</i> spp.、 <i>Rhipsalis mesembryanthemoides</i> Steud.	张总泽等, 2016; Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
番木瓜科 Caricaceae	番木瓜 <i>Carica papaya</i> L.	Gimpel & Miller, 1996; Mani <i>et al.</i> , 2013
旋花科 Convolvulaceae	红薯 <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Gimpel & Miller, 1996
葫芦科 Cucurbitaceae	红瓜 <i>Coccinia grandis</i> (L.) J. Voigt.、甜瓜 <i>Cucumis melo</i> L.、黄瓜 <i>Cucumis sativus</i> L.、西葫芦 <i>Cucurbita pepo</i> L.、丝瓜 <i>Luffa cylindrica</i> L.、佛手瓜 <i>Sechium edule</i> Sw.、瓜叶栝楼 <i>Trichosanthes cucumerina</i> L.	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004;
五桠果科 Dilleniaceae	五桠草 <i>Acrotrema costatum</i> Jack	Williams, 2004
大戟科 Euphorbiaceae	变叶木属 <i>Codiaeum</i> spp.、巴豆属 <i>Croton</i> spp.、大戟属 <i>Euphorbia</i> spp.、响盒子 <i>Hura crepitans</i> L.、麻风树属 <i>Jatropha</i> spp.、木薯 <i>Manihot esculenta</i> Crantz	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
豆科 Fabaceae	金合欢属 <i>Acacia</i> spp.、美洲合萌 <i>Aeschynomene americana</i> L.、木豆 <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.、墨水树 <i>Haematoxylum campechianum</i> L.、蠶豆属 <i>Mucuna</i> spp.、棉豆 <i>Phaseolus lunatus</i> L.、三裂叶野葛 <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.、罗望子 <i>Tamarindus indica</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
牻牛儿苗科 Geraniaceae	天竺葵属 <i>Pelargonium</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
苦苣苔科 Gesneriaceae	扭果花属 <i>Streptocarpus</i> spp.	Shylesha, 2013
山竹子科 Guttiferae	山竹 <i>Garcinia mangostana</i> L.	截获记录 Intercepted record
赫蕉科 Heliconiaceae	蝎尾蕉属 <i>Heliconia</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
鸢尾科 Iridaceae	鸢尾属 <i>Iris</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
唇形科 Lamiaceae	薄荷属 <i>Mentha</i> spp.、罗勒属 <i>Ocimum</i> spp.、鼠尾草属 <i>Salvia</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
樟科 Lauraceae	鳄梨 <i>Persea americana</i> Mill.	Gimpel & Miller, 1996; Kondo & Muñoz, 2016
千屈菜科 Lythraceae	石榴 <i>Punica granatum</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
锦葵科 Malvaceae	咖啡黄葵 <i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench.、海島棉 <i>Gossypium barbadense</i> L.、大麻槿 <i>Hibiscus cannabinus</i> L.、朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.、 <i>Melochia tomentosa</i> L.	Gimpel & Miller, 1996; Sartiami <i>et al.</i> , 2016; Williams, 2004
桑科 Moraceae	<i>Ficus tricolor</i> Miquel.、桑属 <i>Morus</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
辣木科 Moringaceae	辣木 <i>Moringa oleifera</i> Lam.	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004

续表 1

科 Family	种类 Species	参考文献 Reference
芭蕉科 Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
桃金娘科 Myrtaceae	桉属 <i>Eucalyptus</i> spp.、番樱桃属 <i>Eugenia</i> spp.、番石榴 <i>Psidium guajava</i> L.、莲雾 <i>Syzygium samarangense</i> (BL.) Merr. & Perry	焦懿等, 2011; Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
肾蕨科 Nephrolepidaceae	肾蕨属 <i>Nephrolepis</i> spp.	Williams, 2004
紫茉莉科 Nyctaginaceae	叶子花属 <i>Bougainvillea</i> spp.	Williams, 2004
木犀科 Oleaceae	毛茉莉 <i>Jasminum multiflorum</i> (Burm. f.) Andrews	Shylesha, 2013
兰科 Orchidaceae	卡特兰属 <i>Cattleya</i> spp.、天鹅兰属 <i>Cyanoche</i> spp.、扭瓣石斛 <i>Dendrobium tortile</i> Lindl.、怪花兰属 <i>Mormolyca</i> spp.、兜兰属 <i>Paphiopedilum</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
胡椒科 Piperaceae	胡椒 <i>Piper nigrum</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
禾本科 Poaceae	柠檬草 <i>Cymbopogon citratus</i> Stapf.、玉米 <i>Zea mays</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
蓼科 Polygonaceae	酸模属 <i>Rumex</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
山龙眼科 Proteaceae	澳洲坚果属 <i>Macadamia</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
茜草科 Rubiaceae	小果咖啡 <i>Coffea arabica</i> L.、梔子 <i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	Gimpel & Miller, 1996
芸香科 Rutaceae	青柠 <i>Citrus aurantiifolia</i> L.、酸橙 <i>Citrus aurantium</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
无患子科 Sapindaceae	阿开木 <i>Blighia sapida</i> 、荔枝 <i>Litchi chinensis</i> Sonn.、红毛丹 <i>Nephelium lappaceum</i> L.	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
山榄科 Sapotaceae	星苹果 <i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Gimpel & Miller, 1996
茄科 Solanaceae	辣椒 <i>Capsicum annum</i> L.、酸浆果 <i>Physalis peruviana</i> L.、毛酸浆 <i>Physalis pubescens</i> L.、番茄 <i>Solanum lycopersicum</i> L.、茄子 <i>Solanum melongena</i> L.、马铃薯 <i>Solanum tuberosum</i> L.、黄果茄 <i>Solanum virginianum</i>	Germain <i>et al.</i> , 2014; Gimpel & Miller, 1996; Sirisena <i>et al.</i> , 2012; Williams, 2004
梧桐科 Sterculiaceae	可可 <i>Theobroma cacao</i> L.	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
马鞭草科 Verbenaceae	马缨丹 <i>Lantana camara</i>	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004
葡萄科 Vitaceae	葡萄属 <i>Vitis</i> spp.	Gimpel & Miller, 1996
姜科 Zingiberaceae	红花月桃 <i>Alpinia purpurata</i> (Vieill.) K. Schum.、姜 <i>Zingiber officinale</i> Rosc.	Gimpel & Miller, 1996; Williams, 2004

研究表明,杰克贝尔氏粉蚧的发育阶段不同对口岸检疫处理措施的耐受程度也不相同。例如:在温度为 15、20、25 °C 的条件下以甲酸乙酯进行熏蒸处理,其卵的耐受性最强,雌性成虫次之,若虫的耐受性最差(王毅, 2015);随着若虫龄期的增长,其对高湿高热处理(49 °C、RH 90%)(马晨等, 2014)以及⁶⁰Co-γ 射线辐照处理(邵莹等, 2013)的耐受性逐渐增强;对热水处理(49 °C)的耐受性,表现为卵和雌性成虫较强,1 龄若虫最弱(马晨等, 2014)。

2.3 扩散方式

杰克贝尔氏粉蚧常以成虫和若虫在叶片背面、叶腋处、裂缝里,以及树干上的缝隙中取食危害,难以及时发现(CABI, 2018),所以极易传播扩散。与其他种类的粉蚧类似,杰克贝尔氏粉蚧的短距离扩散主要借助 1 龄若虫,通常 1 龄若虫比较活跃,通过爬行寻找适宜的取食场所,也可自主转移至其他植株进行取食为害;同时,该虫可随风/气流、雨水、灌溉水、覆盖物、机械、器械、动物等进行传播扩散(顾渝娟和齐国君, 2015; 王毅, 2015)。长距离扩散主要借助水果、花卉、蔬菜及其苗木的国际贸易活动以及栽培介质和运输工具的转移等得以实

现。截至 2014 年我国深圳、广西、上海等口岸截获该种粉蚧共计 4294 批次(顾渝娟等, 2015),涉及的寄主植物主要有火龙果 *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose、榴莲 *Durio zibethinus* Murr.、红毛丹、菠萝 *Ananas comosus* (L.) Merr.、莲雾、山竹 *Garcinia mangostana* L. 等,来源国家主要为东南亚的泰国、越南、菲律宾、新加坡等(焦懿等, 2011; 张总泽等, 2016; Zhan *et al.*, 2016)。

3 传播扩散趋势

杰克贝尔氏粉蚧主要随进口的热带水果、蔬菜、花卉及其苗木等的贸易活动传播。近年来,随着中国—东盟自由贸易区“零关税”政策的不断推进,我国从东南亚进口的水果数量和频次越来越多,而作为我国热带水果主要进口国的东南亚国家(田兴山等, 2016; Kusumaningrum *et al.*, 2015),均为该种粉蚧广泛分布并严重发生的国家;同时,这些国家的农业生产水平及管理水平整体比较低下,与我国的贸易多采用边民互市、边境小额贸易等形式;此外,我国的气候条件和作物布局完全满足该种粉蚧生长发育的基本需求(方志鹏等, 2015; 于永浩等, 2016)。因此,杰克贝尔氏粉蚧疫情极易在

我国传播扩散且难以有效管控(王毅,2015)。

杰克贝尔氏粉蚧具有较强的生态适应性和较广的寄主范围,在中国大陆可能具有较为广泛的适生区域。因此,杰克贝尔氏粉蚧入侵定殖后极有可能在我国局部地区暴发成灾,将严重威胁我国的粮食、水果、蔬菜、花卉及其苗木产业的健康发展,并对我国的农业安全、生态安全、经济安全和农产品贸易安全构成巨大威胁。有关杰克贝尔氏粉蚧在我国的适生区范围及等级,尚需依据生物因素、气候条件及地理环境等进行科学预测和综合分析。

4 防控措施

4.1 物种鉴定

4.1.1 形态鉴别 杰克贝尔氏粉蚧雌雄异型。由图1可见,雌性成虫为长扁椭圆形,虫体淡灰色至浅红色,每侧体缘着生16或17根纤细的蜡丝,尾部1对蜡丝最长,约为体长的1/2,身体表面覆白色蜡粉(CABI,2018);体长约3.1 mm,宽约1.6 mm,触角8节(Mani *et al.*, 2013; Williams, 2004),足发育良好,且所有的爪均无小齿(N'Guessan *et al.*, 2014)。卵囊位于雌性成虫虫体后缘。卵为椭圆形,淡黄色,半透明,长约0.5 mm,宽约0.3 mm;初孵若虫为浅黄色,体长约0.7 mm,宽约0.4 mm,背部无蜡质;2龄若虫刚蜕皮时为橙黄色,体长约1.3 mm,宽约0.6 mm,背覆薄的蜡质层;3龄雌性若虫体长约2.3 mm,宽约1.2 mm,背部蜡质层加厚,形态与雌性成虫非常相似;雄虫的蛹为黑色,雄性成虫具有1对翅,可进行短距离飞行(Gimpel & Miller, 1996)。其他详细特征参见焦懿等(2011)、Gimpel & Miller (1996)、Mani *et al.* (2013)、N'Guessan *et al.* (2014)。

4.1.2 分子鉴定 以DNA条形码技术为代表的分子鉴定手段不受标本的发育状态、性别以及完整性的限制,常用于杰克贝尔氏粉蚧的鉴定。Mani *et al.* (2013)、张总泽等(2016)以靶向mtDNA COI基因的引物对LCO-1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3')和HCO-2198 (5'-TAAACTTCAGGGT-GACCAAAAAATCA-3')进行扩增,通过碱基序列测定和数据库比对分析,分别对来自印度以及福建出入境检验检疫局截获的杰克贝尔氏粉蚧标本进行了鉴定。Park *et al.* (2011)、任竞妹(2016)和王玉生(2016)等则采用DNA条形码技术利用引物对PcoF1 (5'-CCTTCAACTAATCATAAAAAATATYAG-3')和LepR1 (5'-TAAACTTCTGGATGTCCAAAAAATCA-3'),通过系

统发育分析,对该种粉蚧进行检测识别,亦取得了很好的鉴定效果。此外,基于COI标记技术,笔者研发出了靶向该种粉蚧的特异性SS-COI (species-specific COI)检测鉴定技术,通过特定条带的有无即可实现对杰克贝尔氏粉蚧的准确鉴定,无需测序或酶切,既快捷又简便。



图1 杰克贝尔氏粉蚧雌性成虫的形态特征 (引自 Mani *et al.*, 2013)

Fig.1 Adult female of *Pseudococcus jackbeardsleyi* (source: Mani *et al.*, 2013)

4.2 生物防治

传统的生物防治技术是控制杰克贝尔氏粉蚧田间发生与危害的主要措施。在印度,田间调查发现孟氏隐唇瓢虫 *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Mani *et al.*, 2013)和蚧灰蝶 *Spalgis epius* (Westwood) (Shylesha, 2013)可以捕食该种粉蚧。在泰国的研究发现,寄生性天敌广腹细蜂 *Allotropa suaardi* Sarkar & Polaszek (Sarkar *et al.*, 2014)、捕食性天敌草蛉 *Plesiochrysa ramburi* (Schneider)和 *Mallada basalis* (Walker) (Sattayawong *et al.*, 2016; Sua-sa-ard, 2010)对杰克贝尔氏粉蚧具有一定的控制作用。在巴西的研究发现,本地捕食性天敌 *Chrysoperla externa* (Hagen)和 *Ceraeochrysa everes* (Banks)能捕食杰克贝尔氏粉蚧(Tapajós *et al.*, 2016)。杰克贝尔氏粉蚧目前在我国可能尚处于种群建立和潜伏阶段,为了持续控制其发生与危害,详细的天敌种类及其利用价值尚需进一步研究。

4.3 检验检疫处理

加强对进境及国内发生区(台湾、海南、广东、新疆)调运的水果、蔬菜、花卉及其苗木等的检疫,是严

防该虫再次传入及在我国大陆进一步扩散的基础。目前,杰克贝尔氏粉蚧的检验检疫处理技术主要包括 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理(邵莹等,2013; Zhan *et al.*, 2016)、湿热处理和热水处理(马晨等,2014)、新型熏蒸剂甲酸乙酯(王毅,2015; 徐文雅等,2014)和植物精油(Pumnuan & Insung, 2016)的利用等。邵莹等(2013)以 50~200 Gy 辐照处理杰克贝尔氏粉蚧的各龄若虫及初期雌虫和成熟雌虫,结果显示:在 100 Gy 辐照处理下,除成熟雌虫外,各龄若虫和初期雌虫的 F_1 代卵均无法孵化为若虫;而在 125 Gy 处理下,成熟雌虫的 F_1 代 1 龄若虫的死亡率为 100%,并据此推算 135 Gy 为杰克贝尔氏粉蚧 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理的最低吸收剂量。而进一步的试验表明,以 133.5~166.0 Gy 处理成熟雌虫,其 F_1 代 1 龄若虫的死亡率为 99.9982%,并推荐以 166 Gy 作为检疫辐照处理的最低吸收剂量(Zhan *et al.*, 2016)。此外,湿热(49 °C, RH 90%)处理 113 min 或热水(49 °C)处理 22 min,可使该粉蚧的死亡率达到 99.9968%,完全满足检疫处理的要求(马晨等,2014)。王毅(2015)研究发现,二氧化碳能在一定程度上增强甲酸乙酯对杰克贝尔氏粉蚧的熏蒸效果,且当二氧化碳占比 10%时,其增效最佳。在 25、20 和 15 °C 条件下,分别以 60、90、120 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 甲酸乙酯熏蒸 3 h,杰克贝尔氏粉蚧卵的死亡率均为 100%;而 90 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 甲酸乙酯结合 15%二氧化碳,在香蕉 *Musa paradisiaca* L. 的最适储藏温度(13 °C)下熏蒸 2.5 h 可完全杀灭各虫态的杰克贝尔氏粉蚧(徐文雅等,2014)。此外,甲酸乙酯熏蒸处理对香蕉、菠萝等水果的品质无显著不良影响(王毅,2015; 徐文雅等,2014)。Pumnuan & Insung (2016)比较了不同植物精油对杰克贝尔氏粉蚧的熏蒸处理效果,结果表明:以 3.6 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 丁香酚处理杰克贝尔氏粉蚧若虫,其死亡率为 100%;以 3.6 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬醛处理,其死亡率为 79.5%, LC_{90} 为 4.6 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 。然而,上述研究尚处于探索阶段,仍需进一步验证,以明确相关技术标准,为该种粉蚧的检疫处理提供技术支撑,进而提升我国检验检疫处理水平。

参考文献

方志鹏,廖富荣,林玲玲,黄蓬英,陈红运,2015. 进境仙人掌种有害生物风险分析. 武夷科学, 31(1): 123-129.
 顾渝娟,梁帆,马骏,2015. 中国进境植物及植物产品携带蚧虫疫情分析. 生物安全学报, 24(3): 208-214.
 顾渝娟,齐国君,2015. 警惕一种新的外来入侵生物——木瓜

粉蚧 *Paracoccus marginatus*. 生物安全学报, 24(1): 39-44.
 国家质量监督检验检疫总局,2014. 关于加强进口越南、泰国火龙果和越南香蕉检验检疫的警示通报: 质检动警(2014)第 017 号. (2014-05-29)[2018-04-15]. http://www.aqsiq.gov.cn/zxfw/ptxfz/jstb/201405/t20140530_414003.htm.
 国家质量监督检验检疫总局,2017. 中华人民共和国进境植物检疫性有害生物名录(更新至 2017 年 6 月,441 种). (2017-06-14)[2018-04-15]. http://www.aqsiq.gov.cn/xxgk_13386/zvfg/gfxwj/dzwjy/201706/t20170614_490858.htm.
 焦懿,余道坚,徐浪,陈志舜,娄定风,康林,2011. 从进口泰国莲雾上截获重要害虫杰克贝尔氏粉蚧. 植物检疫, 25(4): 63-65.
 马晨,李柏树,任荔荔,何运转,王跃进,刘波,2014. 杰克贝尔氏粉蚧对强制热空气和热水处理的耐受性比较. 植物检疫, 28(2): 10-14.
 任竞妹,2016. 粉蚧科昆虫 DNA 条形码鉴定技术及数据库的建立. 硕士学位论文. 广州: 华南农业大学.
 邵莹,任荔荔,刘永杰,王跃进,焦懿,王巧铃,詹国平,2013. $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照对杰克贝尔氏粉蚧影响的研究初报. 植物检疫, 27(6): 51-55.
 田兴山,齐国君,胡学难,符悦冠,湛爱东,曾涛,何自福,吕利华,2016. 中国—东盟重大农业入侵有害生物预警与防控研究进展. 生物安全学报, 25(3): 153-160.
 王毅,2015. 甲酸乙酯对杰克贝尔氏粉蚧的熏蒸作用及对菠萝品质的影响. 硕士学位论文. 太原: 山西农业大学.
 王玉生,2016. 我国常见粉蚧类害虫双基因条形码鉴定技术研究. 硕士学位论文. 北京: 中国农业科学院.
 徐文雅,王迪,刘涛,李丽,王毅,刘长明,王跃进,2014. 香蕉携带杰克贝尔氏粉蚧的甲酸乙酯熏蒸技术初探. 植物检疫, 28(4): 16-21.
 于永浩,高旭渊,曾宪儒,龙秀珍,韦德卫,覃建林,蔡健,曾涛,2016. 广西及越南农业外来有害生物入侵现状. 生物安全学报, 25(3): 171-180.
 张总泽,陈艳,李敏,沈建国,林阳武,2016. 越南火龙果中杰克贝尔氏粉蚧的检疫鉴定. 植物检疫, 30(1): 53-56.
 CAB International (CABI), 2018. *Pseudococcus jackbeardsleyi* (*Jack Beardsley mealybug*). *Crop Protection Compendium*. (2018-01-03) [2018-04-15]. <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/45087#toDistributionMaps>.
 GERMAIN J F, ATTIE M, BARBET A, FRANCK A, QUILICI S, 2008. New scale insects recorded for the Comoros and Seychelles Islands//*Proceedings of the XI International Symposium on Scale Insect Studies*. Lisbon: ISA Press: 129-135.
 GERMAIN J F, MINATCHY J, PASTOU D, BAGNY P, MÉRION S, PALLAS R, QUILICI S, MATILE-FERRERO D, 2014. An updated checklist of the scale insects from Réunion Island (Indian Ocean). *Acta Zoologica Bulgarica*, 66(S6): 21-27.
 GIMPEL W F, MILLER D R, 1996. Systematic analysis of the

- mealybugs in the *Pseudococcus maritimus* complex (Homoptera: Pseudococcidae). *Contributions on Entomology, International*, 2(1): 1-163.
- GRAZIOSI I, MINATO N, ALVAREZ E, NGO D T, HOAT T X, AYE T M, PARDO J M, WONGTIEM P, WYCKHUYS K A, 2016. Emerging pests and diseases of South-east Asian cassava: a comprehensive evaluation of geographic priorities, management options and research needs. *Pest Management Science*, 72(6): 1071-1089.
- KONDO T, MUÑOZ J A, 2016. Scale insects (Hemiptera: Coccoidea) associated with avocado crop, *Persea americana* Mill. (Lauraceae) in Valle del Cauca and neighboring departments of Colombia. *Insecta Mundi*, 465: 1-24.
- KUSUMANINGRUM D, LEE S H, LEE W H, MO C, CHO B K, 2015. A review of technologies to prolong the shelf life of fresh tropical fruits in Southeast Asia. *Journal of Biosystems Engineering*, 40(4): 345-358.
- MANI M, JOSHI S, KALYANASUNDARAM M, SHIVARAJU C, KRISHNAMOORTHY A, ASOKAN R, REBIJITH K B, 2013. A new invasive Jack Beardsley mealybug, *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Hemiptera: Pseudococcidae) on papaya in India. *Florida Entomologist*, 96(1): 242-245.
- MATILE-FERRERO D, ETIENNE J, 2006. Cochenilles des Antilles Françaises et de quelques autres îles des Caraïbes [Hemiptera, Coccoidea]. *Revue Française d'Entomologie*, 28(4): 161-190.
- MORALES M G, DENNO B D, MILLER D R, MILLER G L, BEN-DOV Y, HARDY N B, 2016. ScaleNet: a literature-based model of scale insect biology and systematics. *Database*. DOI: 10.1093/database/bav118.
- MUNIAPPAN R, SHEPARD B M, WATSON G W, CARNER G R, RAUF A, SARTIAMI D, HIDAYAT P, AFUN J V K, GOERGEN G, ZIAUR RAHMAN A K M, 2011. New records of invasive insects (Hemiptera: Sternorrhyncha) in Southeast Asia and West Africa. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 26(4): 167-174.
- N'GUESSAN P W, WATSON G W, BROWN J K, N'GUESSAN F K, 2014. First record of *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Hemiptera: Pseudococcidae) from Africa, Côte d'Ivoire. *Florida Entomologist*, 97(4): 1690-1693.
- PALMA-JIMÉNEZ M, BLANCO-MENESES M, 2016. First record of morphological and molecular identification of mealybug *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Costa Rica. *Universal Journal of Agricultural Research*, 4(4): 125-133.
- PARK D S, SUH S J, HEBERT P D N, OH H W, HONG K J, 2011. DNA barcodes for two scale insect families, mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and armored scales (Hemiptera: Diaspididae). *Bulletin of Entomological Research*, 101(4): 429-434.
- PUMNUAN J, INSUNG A, 2016. Fumigant toxicity of plant essential oils in controlling thrips, *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and mealybug, *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Entomological Research*, 40(1): 1-10.
- SARKAR M A, SUASA-ARD W, URAICHUEN S, 2014. Suitability of different mealybug species (Hemiptera: Pseudococcidae) as hosts for the newly identified parasitoid *Allotropa suasaardi* Sarkar & Polaszek (Hymenoptera: Platygasteridae). *Kasetsart Journal: Natural Science*, 48(1): 17-27.
- SARTIAMI D, WATSON G W, MOHAMAD R M, IDRIS A B, 2016. Mealybugs (Hemiptera: Cocomorpha: Pseudococcidae) attacking *Hibiscus rosa-sinensis* L. in Malaysia, with two new country records. *AIP Conference Proceedings*, 1784(1): 060007.
- SATTAYAWONG C, URAICHUEN S, SUASA-ARD W, 2016. Larval preference and performance of the green lacewing, *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) on three species of cassava mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). *Agriculture and Natural Resources*, 50(6): 460-464.
- SHYLESHA A N, 2013. Host range of invasive Jack Beardsley mealybug, *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel and Miller in Karnataka. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 19(1): 106-107.
- SIRISENA U G A I, WATSON G W, HEMACHANDRA K S, WIJAYAGUNASEKARA H N P, 2012. Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) introduced recently to Sri Lanka, with three new country records. *The Pan-Pacific Entomologist*, 88(3): 365-367.
- SUASA-ARD W, 2010. Natural enemies of important insect pests of field crops and utilization as biological control agents in Thailand // *Proceedings of International Seminar on Enhancement of Functional Biodiversity Relevant to Sustainable Food Production in ASPAC*. Tsukuba: National Institute for Agro-Environmental Sciences: 9-11.
- TAPAJÓS S J, LIRA R, SILVA-TORRES C S A, TORRES J B, COITINHO R L C B, 2016. Suitability of two exotic mealybug species as prey to indigenous lacewing species. *Biological Control*, 96: 93-100.
- WILLIAMS D J, 2004. *Mealybugs of Southern Asia*. London: The Natural History Museum, and Kuala Lumpur: Southdene.
- ZHAN G P, SHAO Y, YU Q, XU L, LIU B, WANG Y J, WANG Q L, 2016. Phytosanitary irradiation of Jack Beardsley mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) females on rambutan (Sapindales: Sapindaceae) fruits. *Florida Entomologist*, 99(2): 114-120.