

麻疯树戟跳甲 (*Aphthona* spp.) 研究概述

吴跃开

(贵州省林业科学研究院, 贵州 贵阳 550005)

摘 要: 麻疯树是近年来新兴的木本能源植物种类之一, 在全球热带地区广泛种植。然而, 随着人工种植面积扩大, 病虫害问题日益突出, 已成为其持续发展的重要制约因子。在非洲热带国家的麻疯树种植区, 戟跳甲属 (*Aphthona* spp.) 中至少有 3 种是麻疯树上的重要食叶害虫, 发生普遍而严重, 对我国麻疯树构成潜在的入侵威胁。通过查阅相关文献, 对该类害虫的发生现状、为害特点、识别特征、寄主范围、生物学及生态学特性、防治措施等进行总结, 为该类害虫的入侵风险分析、检疫监测及防治工作提供必要的参考依据。

关键词: 戟跳甲; 麻疯树; 形态特征; 为害特点; 防控措施

中图分类号: S433.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X (2015) 21-0069-06

Review of *Aphthona* spp.: important pests of *Jatropha curcas* L.

WU Yue-kai

(Guizhou Academy of Forestry, Guiyang 550005, China)

Abstract: As a promising biofuel plant species, *Jatropha curcas* L. is now widely cultivated in tropical areas of the world. The pests, however, has become an important limited factor of its development. In Afritropical regions, at least three species of *Aphthona* are important insect pests of *J. curcas* L. causing significant damage. Based on literature review, this paper introduced these pests in terms of occurrence status, damage characteristics, identification, biological and ecological characteristics, and control countermeasures, in order to provide guidance for risk analysis, monitoring, and prevention of these alien pests.

Key words: *Aphthona* spp.; *Jatropha curcas* L.; morphological characteristic; damage characteristics; control countermeasure

戟跳甲属 (亦称侧刺跳甲属, *Aphthona*) 昆虫广泛分布于古北区、东洋区、澳洲区及热带非洲区^[1]。该属昆虫可生活于不同的环境条件, 主要取食大戟科 (Euphorbiaceae) 植物, 也见为害牻牛儿苗科 (Geraniaceae)、亚麻科 (Linaceae)、千屈菜科 (Lythraceae)、莎草科 (Cyperaceae)、灯心草科 (Juncaceae)、鸢尾科 (Iridaceae)、地钱科 (Marchantiaceae)、半日花科 (Cistaceae)、蔷薇科 (Rosaceae)、锦葵科 (Malvaceae)^[2-4]。但是, 对于特定的种类, 其食物选择性往往比较专一, 许

多种类仅局限于大戟科植物, 且具有明显的单食性或寡食性特点^[5], 因此, 该属中的许多种类具有十分重要的经济意义。一方面, 当其寄主为有害植物 (如乳浆大戟) 时, 可利用其进行生物防治; 另一方面, 当其寄主为经济作物时, 其造成的为害后果将十分显著。

麻疯树 (*Jatropha curcas* L.) 是大戟科植物, 是近年来新兴的木本能源树种之一, 在世界范围内广泛种植, 在国内四川、云南、广西、海南、贵州等省区也有大面积、成规模的发展; 然而, 随着时间的推移以及人工林分面积的扩大, 麻疯树病虫害问题日益突出。在热带非洲的许多麻疯树种植区, 戟跳甲属中的一些种类对麻疯树的取食为害十分普遍而严重, 已成为这些地区麻疯树持续发展的重要制约因子。由于这类害虫在国内尚无分布记载, 因而存在一定的入侵风险性。为此, 我们在查阅大量相

收稿日期: 2014-10-14

基金项目: 贵州省科技攻关项目 (黔科合 NY [2009] 3065)

作者简介: 吴跃开 (1972-), 男, 侗族, 硕士, 副研究员, E-mail: wuyaokai@163.com

关文献报道的基础上,针对该类害虫的发生分布、为害特点、识别特征、寄主范围、生物学及生物学特性等方面进行初步总结,为该类害虫的入侵风险分析、检疫监测及防治工作提供必要的科学指导及参考依据。

1 发生现状

目前,麻疯树戟跳甲仅在非洲热带地区有分布及发生为害的报道,如津巴布韦、莫桑比克、坦桑尼亚、马里、肯尼亚、马拉维、乌干达、布基纳法索等。在这些国家的许多麻疯树种植区,戟跳甲的发生为害已成为麻疯树产业持续发展的主要制约因素之一。同时,在实践中人们发现为害麻疯树的戟跳甲并非是一种,而是包含若干具不同体色(亮红色、黄色、褐色)的近似种^[6]。

在莫桑比克,麻疯树戟跳甲的发生为害最为普遍而突出,相关报道很多。调查表明该地区麻疯树上的戟跳甲害虫种类包括有红色种、黄色种及褐色种^[6]。其中,黄色戟跳甲的为害最为严重,在许多情况下其发生为害率高达100%,能导致95%~100%的幼苗及幼树(3年生以内)死亡,从而使之成为莫桑比克地区麻疯树最主要的害虫种类^[6-9]。这种黄色戟跳甲种类在非洲其他国家和地区也有过报道,包括赞比亚^[9-11]、马拉维^[9]、肯尼亚^[12]、南非^[13]等。

红色戟跳甲除在莫桑比克^[6,14]发生为害外,在其他国家和地区也有其发生为害的记录,包括肯尼亚^[9,15-18]、坦桑尼亚^[9]、马拉维^[19]、马里^[20]、赞比亚^[9]、几内亚、乌干达等国家。其中,在肯尼亚的一些麻疯树种植地中,红色戟跳甲害虫的为害率高达42%^[16]。

褐色戟跳甲的发生也有广泛分布,除了莫桑比克^[6],在布基纳法索^[21-22]、肯尼亚^[23]、马里^[21]等国家及地区也有该害虫种类的为害报道。在肯尼亚,这种跳甲的为害及分布最为普遍,其中在Bondo及Kibwezi地区的发生率分别达93.2%和63.4%^[23],已成为该地区麻疯树上的主要害虫种类。2012年,在西非内陆国家布基纳法索针对麻疯树病虫害进行调查时也发现褐色戟跳甲是麻疯树最重要的害虫种类,其为害严重影响了麻疯树幼苗的生长,甚至导致全株死亡^[22]。另外,在马里,该跳甲也是麻疯树上发现的最主要害虫种类,所有龄

级的植株均可受害,显著影响植株的正常生长甚至导致全株死亡^[21]。

2 为害特点

麻疯树戟跳甲主要为害幼苗,以成虫取食幼嫩的红色叶片,有时取食成熟的叶片以及嫩梢;受害的叶片上留下许多形状不一的取食斑或空洞,导致整个叶片呈网状,最终导致叶片枯死脱落,严重影响其光合功能;另外,其幼虫还会钻蛀根部,从而削弱植株的营养及水分吸收能力,影响植株长势^[6-7,14-15,20]。为害严重时,受害植株梢部变黑、萎蔫、落叶,状如火烧^[12],最终整株(尤其是幼苗)死亡^[24]。

由于麻疯树戟跳甲喜欢为害幼苗,因而在苗龄较低时,该害虫的为害最严重,这对苗木生产构成极大威胁。另外,随着时间推移,成树受害的程度也逐渐增大,对植株生长及林分产量构成一定的影响。在土壤肥力较低的林地,该害虫的为害更为显著。在乌干达、莫桑比克、马里及赞比亚的一些地方,该害虫的发生为害可导致整个麻疯树林分濒临毁灭^[20,25]。

尽管在许多情况下会同时发现有不同的戟跳甲种类发生为害^[20],但相比较而言,黄色种的发生率相对较高,为害程度也相对较重^[6-7],有时会造成100%的苗木死亡率^[26]。

3 识别特征

如前所述,人们在生产实践中早已发现为害麻疯树的戟跳甲并非是一种,而是包含几个近似种。Gagnaux(2009)在莫桑比克对麻疯树上的害虫的种类调查中就发现麻疯树上的跳甲害虫包括3个近似种,并分别鉴定为*A. dilutipes*、*A. sp. n. hargreavesi*和*A. sp. n. dilutipes*。其中*A. sp. n. dilutipes*的体色为显著的亮红色,另两种呈黄色,只是*A. dilutipes* Jacoby颜色较*A. sp. n. hargreavesi*色深而呈棕褐色^[6]。Otieno等也注意到亮红色种和金褐色跳甲成虫同时出现为害麻疯树,但未能确定是否为同一种^[15]。

随着研究的深入,特别是相关昆虫分类专家针对这类害虫进行的分类研究,确定在热带非洲地区为害麻疯树的戟跳甲昆虫至少包括*A. cookei*、*A. dilutipes*和*A. whitfieldi*3个种类,它们均属于*A.*

cookei 种组^[27]。其中, *A. cookei* 主要发生于肯尼亚的麻疯树种植区, *A. whitfieldi* 大量发生于马里以及西非内陆国家布基纳法索^[21-22, 27], 而 *A. dilutipes* 则在莫桑比克某些地区的麻疯树林分中为害严重^[6, 17]。

上述 3 个戟跳甲种类与古北区的一些种类具有较近的亲缘关系, 如 *A. cyparissiae* (Koch)、*A. flava* Guillebeau、*A. nigriscutis* Foudras 和 *A. illigeri* Bedel, 尤其与最后一种最为亲近。但是, 相比之下, 来自热带非洲区的这些戟跳甲种类具有以下明显的区别特征: 后足腿节至少部分地显着黑色, 触角(尤其雄虫)较长而粗壮, 各足跗节各跗分节较短并具较多毛, 前胸背板刻点几乎没有, 后足胫节外缘通常具更深而有规律的锯齿^[27]。3 种戟跳甲之间的识别特征可概括如下^[27]:

A. dilutipes: 体色变化较大, 背部体壁黄色至淡褐色, 腹部通常具淡色的前胸腹板、局部变黑的中胸腹板以及明显黑色的后胸腹板及腹部, 但有时腹面全部呈黄色; 各足腿节(常常还包括胫节, 跗节)、后胸及腹部显着黑色; 从腹面看时, 阴茎中叶的中部显着膨大, 而从侧面看时, 阴茎中叶整体上呈显着的弧状弯曲。

A. whitfieldi: 体色及体型变化较大, 背部体壁及腹部从黄色到红褐色, 从未见局部黑色; 前足及中足腿节及胫节、后胸以及腹部呈黄色或红色, 从未黑色; 阴茎中叶相对纤细, 长度小于或等于 1.00 mm, 从腹面看其中部两侧近似平等, 而从背面看其上部的 1/4 部分向腹面弯曲。

A. cookei: 背部体壁完全红褐色, 腹部淡褐色到红褐色(但常局部呈黑色); 前足及中足腿节及胫节、后胸及腹部黄色或红色, 从未黑色; 阴茎中叶相对纤细, 长度大于 1.00 mm, 从腹面看其中部两侧近似平等, 但从背面看呈平直状。

由此, 过去笼统划分的红色种、黄色种、褐色种大体上分别对应于 *C. cookei*、*A. dilutipes*、*B. whitfieldi*。

4 寄主范围

根据目前所掌握的文献记载, *A. cookei*、*A. dilutipes* 及 *A. whitfieldi* 3 种跳甲的寄主植物均局限为麻疯树。虽然曾有报道 *A. whitfieldi* 的寄主植物涉及漆树科(Anacardiaceae)的杧果

(*Mangifera indica*)、黄连木(*Pistacia* sp.), 葫芦科(Cucurbitaceae)的甜瓜(*Cucumis melo*), 大戟科 Euphorbiaceae 的蓖麻(*Ricinus communis*), 豆科(Fabaceae)的望江南(*Cassia occidentalis*)、豇豆(*Vigna sinensis*)以及茄科(Solanaceae)的烟草(*Nicotiana tabacum*)^[28], 但由于该文献中记载的这个跳甲种类未能确证为 *A. whitfieldi*, 因而记载的寄主植物种类也未能予以认定^[27]。

在 *A. whitfieldi* 发生严重的麻疯树林分周边, 针对大量其他人工栽培以及野生的植物种类进行调查时也发现除了麻疯树以外, 该害虫并未为害其他植物种类, 包括早期文献记载的其他多种作物(如甜瓜、蓖麻、芒果、豇豆等^[21])。尽管依据这一调查结论未能确切掌握该害虫的自然寄主范围, 但大体上可以认为该害虫食性较窄, 其寄主植物可能仅局限于大戟科内的麻疯树属及其近似属。

5 生物学及生态学特性

麻疯树戟跳甲的生物学特性较少有人研究, 可以参考同属其他种的一些相关研究报道。一般地, 戟跳甲属害虫一年发生一代; 雌成虫一生的产卵总数达 100~300 粒, 每隔 6~7 d 产一组卵^[29-30], 卵在 22℃ 条件下的发育历期为 18 d^[30]; 初孵幼虫于土壤中挖掘, 取食很细的根并随着个体的长大而取食逐渐长大的根^[31]; 在温度低于 3℃ 条件下, 以滞育的幼虫在根部表面或附近的土壤中持续越冬 3~4 个月, 而当环境温度升至 26℃, 越冬幼虫恢复其取食活动并于 1 个月后(晚春至早夏)化蛹于土室中^[30-31]; 根据不同地区, 成虫出现于 6~8 月间, 持续出现数周甚至长达数月^[32]; 成虫从土中羽化飞出后即开始取食叶片和花器; 在野外, 害虫很少飞行, 而主要靠跳跃这种典型的跳甲活动方式四处活动; 成虫寿命较长, 可存活达 4 个月^[33]。

有报道称 *Aphthona whitfieldi* Bryant 的交配发生于植物梢部, 随后雌成虫在寄主植物茎基或其附近的土壤表面或土壤中产卵; 针对其种群发生动态情况进行调查时, 发现该害虫在雨季后几个月的发生量较大, 高峰期在 9 月下旬和 10 月, 到 11 月雨季停止时种群量下降; 其生物学特性研究结果表明该害虫产卵于土壤中, 幼虫极可能取食根, 但总的来说, 目前对幼虫期了解甚少, 且仅有极少幼虫从土壤及根部中获得^[23]。

有人针对不同生态环境条件下麻疯树跳甲的发生情况进行研究,发现不同的麻疯树种植制度类型(树篱或野外、单一种植或混套种植)之间,麻疯树跳甲的发生程度并无显著差异;但是,当麻疯树生长在长满野草的休耕荒地旁边或麻疯树种植地本身杂草丛生时,麻疯树戟跳甲的为害程度相对较为显著。由于麻疯树跳甲并未以这些野草为寄主植物,在干净的环境下跳甲为害程度较轻的原因不能解释为替代性野生寄主的缺乏,而是由于这种干净环境对跳甲害虫幼虫期的发生发展(发生于土壤中)不利。对休耕地附近的麻疯树种植地进行的调查结果也表明,戟跳甲害虫的为害程度与休耕地块的相对距离显著相关^[21]。

6 防控措施

麻疯树跳甲害虫在麻疯树幼苗期为害严重,且其高峰期出现于雨季下半期,因此在雨季上半期,应采取各种可能措施保证幼苗尽快成长,包括提早种植或与其他施过肥的作物(如玉米)混种。其次,由于麻疯树跳甲往往在处于休耕地旁或本身未除草的麻疯树林分中具有较高的种群发生量,因此应重视麻疯树苗圃或林地内的除草工作,或尽量避免在休耕地旁种植麻疯树幼苗^[21]。

在麻疯树种植地周围种植诱虫作物以“截获”害虫也不失为一种有效的防治方法,但为防止刚截获下的害虫随即转移至麻疯树上,要及时使用杀虫剂进行灭杀,这时可选用赛洛宁(高效氯氟氰菊酯),也可选用毒死蜱或苯醚氰菊酯等化学药剂,它们对防治戟跳甲均比较有效^[25]。另外,有人针对4种化学药剂不同浓度的防效进行对比试验,发现吡虫啉(938 mL/hm²)和氟虫腈(250 mL/hm²)对防治麻疯树戟跳甲最为经济而有效^[34]。

从无公害防治的角度,可以考虑使用昆虫驱避剂(含辣椒或大蒜成分);另外,土壤施用昆虫病原线虫也将有助于减少害虫种群,因这些病原线虫可控制土壤中的戟跳甲幼虫数量,从而减少根部受害情况并减少下一代成虫数量^[25]。某些植物提取液也具有一定的杀虫功效,如非洲山毛豆(*Tephrosia vogelii* Hook.)和马缨丹(*Lantana camara* L.)的提取液对金色戟跳甲具有中度至高度的毒杀、拒食及驱避作用^[23, 35]。此外,在某些地方,可以看到许多成虫感染真菌死亡,但这种昆虫

致病菌的种类尚未得到鉴定^[23]。

7 结语

麻疯树戟跳甲是戟跳甲属 *A. cookei* 种组中几个近似种的统称,它们的食性均比较单一,专门为害麻疯树,尤其喜欢为害幼苗,为害率高,严重发生时可导致苗木死亡,因而是麻疯树种植地区的潜在重要有害生物种类,应当引起高度重视。对它们的防治可以采取一系列措施,包括清除杂草、种植诱虫作物、采用化学药剂或无公害植物提取液等方法。为了获得更具针对性的防治方法,今后还需要对麻疯树戟跳甲的生物学及生态学特性进行深入研究。

麻疯树戟跳甲目前仅发生于热带非洲地区,在国内各麻疯树种植区均未见分布和发生为害的报道。但是,由于不同麻疯树种植区在气候条件上存在一定的相似性,这些害虫的入侵并在异地建立种群的可能性很大,尤其是中非之间的经贸往来比较频繁,害虫入侵我国的可能性很大。事实上,源于非洲地区的外来有害物种传入我国的例子很多,包括已成功入侵的典型代表种类,如非洲大蜗牛(*Achatina fulica* Bowditch)、蔗扁蛾(*Opogona sacchari* Bojer)等;而更多的是潜在入侵种类,如非洲芒果实蝇(*Ceratitis cosyra* Walker)、纳塔尔实蝇(*Ceratitis rosa* Karsch)、非洲乳白蚁(*Coptotermes sjostedti* Holmgren)等就曾在福建、广东的口岸中截获过。因此,当务之急是针对麻疯树戟跳甲害虫进行入侵风险分析,并据此制定相关的检疫措施。

参考文献:

- [1] Konstantinov A S. Revision of the Palearctic species of *Aphthona* Chevrolat and cladistic classification of the Aphthonini (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae) [M]. Florida: Associated Publishers, 1998: 429.
- [2] Jolivet P, Hawkeswood T J. Host-plants of Chrysomelidae of the World. An Essay About the Relationships Between the Leaf-beetles and Their Food-Plants [M]. Leiden: Backhuys Publishers, 1995.
- [3] Bieńkowski A O. Leaf-beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of the Eastern Europe [M]. New key to Subfamilies, Genera and Species. Moscow: Mikron-print, 2004.

- [4] Biondi M, Alessandro P D. Afrotropical flea beetle genera: a key to their identification, updated catalogue and biogeographical analysis (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae, Alticini) [J]. Zookeys, 2012; 253.
- [5] Zhai Z Z, Ge S Q, Yang X K. Feeding habits and host plant differentiation of flea beetles (in Chinese) [J]. Acta Entomologica Sinica, 2005, 48 (3) : 407–417.
- [6] Gagnaux P C. Entomofauna associada à cultura da Jatropa (*Jatropha curcas* L.) em Mocambique [D]. Dissertation, Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Maputo, Janeiro, 2009; 40.
- [7] Nielsen F. Project: “Jatropha oil for local development in Mozambique”, Sub-titel: “Biofuel for development and Communal Energy Self-Supply” [R]. FNResearch Progress Report No. 1, 2007.
- [8] Siteo A. Relatorio da avaliacao de Jatropha–Manica; Curso de Mestrado em Desenvolvimento Rural 2008/09 [R]. Universidade Eduardo Mondlane, 2008.
- [9] Nielsen F. *Jatropha curcas* oil production for local development in Mozambique [J]. African Crop Science Conference Proceedings, 2009, 9: 71–75.
- [10] Thomson S. Statuts of Biofuels in Zambia [A]. Expert Group Meeting on Biofuels and biobased chemicals [C]. An opportunity for developing countries? AREA Science Park, Trieste, Italy, 2011.
- [11] Kuntashula E. *Jatropha curcas* management systems in eastern Zambia: general findings from village workshops [R]. Fieldwork report of ‘Bridging Knowledge Systems for Pro–Poor Management of Ecosystem Services’ (BKS) Project. 2012.
- [12] Anonymous. Beetle in Jatropha (Kenya) [EB/OL]. http://www.fact-foundation.com/media_en/FACT_sheet_beetle_in_Jatropha, 2014–06–24.
- [13] Holl M A, Gush M B, Hallows J, et al. *Jatropha curcas* in South Africa: An Assessment of Its Water Use and Bio–Physical Potential [R]. Report to the Water Research Commission on the project “Investigation into the Impacts of Large–Scale Planting of *Jatropha curcas* on Water Resources through Process–Based Research and Modelling”, WRC Report No. 1497/1/07.
- [14] Zulu J, Nielsen F. Visited Bilibize in Cabo Delgado from 25th to 27th May 2007 [EB/OL]. http://www.arrakis.nl/reports/2007–06–12_Bilibiza%20trip.pdf, 2013–07–08.
- [15] Otieno B, Mwangi L. Jatropha under attack: A host of insect pests and diseases have been reported in Kenya [J]. Miti, 2009, 4: 28–31.
- [16] German Technical Cooperation (GTZ). Regional Energy Advisory Platform – East Africa (REAP). Jatropha Reality Check—A field assessment of the agronomic and economic viability of Jatropha and other oilseed crops in Kenya [R]. Endelevu Energy, World Agroforestry Centre, and Kenya Forestry Research Institute, 2009.
- [17] Nielsen F. *Jatropha curcas* oil production for local development in Mozambique [J]. Afr Crop Sci Conf Proc, 2009, 9: 71–75.
- [18] Öhman J. Cultivation and Management of *Jatropha curcas* L. by Smallholder Farmers in the Kenyan Districts Baringo and Koibatek [D]. Yrkeshöskolan, Novia: University Of Applied Sciences, 2011.
- [19] Jongh J D, Nielsen F. Lessons Learned: Jatropha for Local Development [M]. FACT Foundation. 2011; 60.
- [20] Jongschaap R E E, Kenis M, Ellison C, et al. Jatropha growth and oilseed production in Africa [R]. Jatropha Facts Series, ERA–ARD, 2013
- [21] Kenis M. Jatrophability: Impacts of tropical land use conversion to Jatropha and oil palm on rural livelihoods and ecosystem services in India and Mexico – (ERA–ARD) [R]. Final Report for SDC, 2013.
- [22] CABI. CABI Switzerland Annual Report– 2012 [R]. CABI, Delémont, Switzerland, 2013.
- [23] Igogo J M. Biological Activity of *Tephrosia vogelii* Hook. and *Lantana camara* L. Aqueous Crude Extracts Against Flea Beetle (*Aphthona whitfieldi* Bryant) in Jatropha (*Jatropha curcas* L.) [D]. Egerton University, 2013.
- [24] Orwa C, Mutua A, Kindt R, et al. Agroforestry Database: A tree reference and selection guide version 4. 0 [EB/OL]. <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>, 2012–05–23.
- [25] Anitha K, Varaprasad K S. Chapter 10–Jatropha Pests and Diseases: An Overview [M]. In: N. Carels et al. (eds.), Jatropha, Challenges for a New Energy Crop: Volume 1: Farming, Economics and Biofuel. New York: Springer Science+Business Media, 2012.
- [26] FACT Foundation. The Jatropha Handbook: From Cultivation to Application [M]. The Netherlands,

- 2010.
- [27] Biondi M, Urbani F, Alessandro P D. Revision of the *Aphthona cookei* species group in Sub-Saharan Africa: pests of *Jatropha curcas* L. in biodiesel plantations (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae, Alticini) [J]. Entomologia, 2013, 1: 41–59.
- [28] Pollard D G. Halticinae of the Sudan [J]. Entomologic Res, 1957, 47: 73–87.
- [29] Gassmann A. *Aphthona lacertosa* (Rosh) (Coleoptera: Chrysomelidae): a candidate for the biological control of cypress spurge and leafy spurge in North America [R]. C. A. B. International Institute of Biological Control, European Station, Delémont, Switzerland, January, 1990.
- [30] Volkovitsh M G, Dolgovskaya M Y, Reznik S Y, et al. The life history and biology of *Aphthona russica* sp. nov. (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae), a potential biological control agent of leafy Spurge [A]. Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds [C]. Montana State University, Bozeman, Montana USA. Neal R. Spencer. 2000: 113–116.
- [31] Skinner L C, Ragsdale D W R, Hansen W, et al. Temperature-dependent development of overwintering *Aphthona lacertosa* and *A. nigriscutis* (Coleoptera: Chrysomelidae): two flea beetles introduced for the biological control of leafy spurge [J]. Environmental Entomology, 2004, 3 (2): 147–154.
- [32] Pemberton R W, Rees N E. Host specificity and establishment of *Aphthona flava* Guill. (Chrysomelidae), a biological control agent for leafy spurge (*Euphorbia esula* L.) in the United States [J]. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 1990, 92 (2): 351–357.
- [33] Jackson J J. Biology of *Aphthona nigriscutis* (Coleoptera: Chrysomelidae) in the laboratory [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1997, 90 (4): 433–437.
- [34] Cassimo A C, João E C B, Coelho J P, et al. Evaluation of insecticide doses for the control of jatropha leaf beetle and jatropha leaf miner in Mozambique [J]. African Crop Science Conference Proceedings, 2011, 10: 187–190.
- [35] Igogo J M, Ogendo J O, Kariuki S T, et al. Field efficacy of *Tephrosia vogelii* Hook and *Lantana camara* L. aqueous crude extracts against golden flea beetle, *Aphthona whitfieldi* Bryant, in Jatropha (*Jatropha curcas* L) [C]. The First International Conference on Pesticidal Plants icipe, Kenya, 2013.

(责任编辑 杨贤智)