



张明明, 李志刚, 赵红霞, 李军. 警惕外来入侵物种——蜂巢奇露尾甲对我国蜂产业的威胁 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (2): 529 - 536.

警惕外来入侵物种 ——蜂巢奇露尾甲对我国蜂产业的威胁

张明明^{1*}, 李志刚^{2*}, 赵红霞², 李军^{2**}

(1. 南阳师范学院, 河南南阳 473061;

2. 广东省科学院动物研究所, 广东省动物保护与资源利用重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室, 广州 510260)

摘要: 蜂巢奇露尾甲 *Aethina tumida* Murray 是危害蜜蜂种群的入侵害虫, 其入侵地已遍布世界各地, 对蜜蜂养殖业造成巨大冲击, 该虫已在我国广东、广西和海南等省分布并造成危害。本文综述蜂巢奇露尾甲的分类学地位、生物学习性、分布地与扩散路径、主要危害及防治措施等方面的研究进展, 并总结和展望了该入侵种在我国的危害情况以及急需开展的研究工作, 以避免或减少该虫对我国养蜂业的影响, 促进我国蜜蜂养殖业的快速健康发展。

关键词: 入侵物种; 蜂巢奇露尾甲; 蜂产业

中图分类号: Q968.1; S89

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2021) 02-529-08

Be alert to the threat of *Aethina tumida* Murray to bee industry in China

ZHANG Ming-Ming^{1*}, LI Zhi-Gang^{2*}, ZHAO Hong-Xia², LI Jun^{2**} (1. Nanyang Normal University, Nanyang 473061, Henan Province, China; 2. Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Institute of Zoology, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou 510260, China)

Abstract: *Aethina tumida* Murray is an invasive pest that harms bee population, its invasive sites have spread all over the world, causing great impact on bee breeding industry. The pest has been distributed and caused harm in Guangdong, Guangxi and Hainan Province of China. In this paper, the taxonomic status, biological learning, distribution, diffusion path, main hazards and control measures of *A. tumida* were reviewed. The harm of *A. tumida* and the urgent research work were summarized and prospected in China, so as to avoid or reduce the impact of *A. tumida* on bee breeding industry in China. This paper provided a theoretical reference for promoting the rapid and healthy development of bee breeding industry in China.

Key words: Invasive species; *Aethina tumida* Murray; bee industry

蜂巢奇露尾甲 *Aethina tumida* Murray 原分布于撒哈拉以南的非洲地区, 是西方蜜蜂 *Apis mellifera* L. 的巢内害虫 (Lundie, 1940; Neumann & Elzen, 2004), 但在其自然分布地不会造成重大危害

(Pirk & Yusuf, 2015)。近三十年来, 随着蜜蜂和蜂产品的国际贸易日益频繁, 该虫成功入侵到美洲、大洋洲、欧洲和亚洲 (Cuthbertson *et al.*, 2013; Neumann *et al.*, 2016; Cervancia *et al.*,

基金项目: 广东省科学院建设国内一流研究机构行动专项资金项目 (2020GDASYL-20200301003)

* 共同第一作者: 张明明, 女, 在读硕士研究生, 主要从事入侵生物学研究, E-mail: 2464956896@qq.com; 李志刚, 男, 博士, 副研究员, 主要从事昆虫多样性的保护与利用等方面的研究, E-mail: leegdei@163.com

** 通讯作者 Author for correspondence: 李军, 男, 博士, 研究员, 主要从事入侵生物学研究, E-mail: junl@giabr.gd.cn

收稿日期 Received: 2021-01-27; 接受日期 Accepted: 2021-03-01

2016), 已成为一种全球范围内广泛传播的入侵害虫, 其幼虫和成虫以蜂蜜、花粉和蜂巢房为食, 造成蜂蜜发酵和蜂巢破坏 (Cuthbertson *et al.*, 2013; Pirk & Neumann, 2013), 给入侵地的养蜂业造成了严重的经济损失, 引起了全世界的关注。

1 分类学地位

蜂巢奇露尾甲最初是由 Murray (1867) 描述 (Neumann & Elzen, 2004), 属鞘翅目 Coleoptera 露尾甲科 Nitidulidae。露尾甲科在世界范围内约有 172 个属 2 800 个种 (Habeck, 2002)。Aethina Erichson 属在古北区分布有 5 个亚属 28 种, 其中, Aethina (Aethina) Erichson 亚属种类最多, 有 18 种 (Kirejtshuk & Lawrence, 1999; Lee *et al.*, 2017)。中国分布有 3 个亚属 15 种, 其中, Aethina (Aethina) Erichson 亚属 11 种, 包括蜂巢奇露尾甲, Aethina (Circopes) Reitter 亚属 3 种, Aethina (Idaethina) Gemminger *et* Harold 亚属 1 种。

该虫刚传入我国时, 依据其英文俗名 (Small hive beetles) 国内一般翻译为蜂巢小甲虫或蜂箱小

甲虫, 但蜂巢内的小型甲虫并非只有此虫一种, 还有其他种类, 为了避免混淆, 根据我国昆虫中文名确定的基本原则, 因 Aethina 属中文名为奇露尾甲属, 将此虫中文名定为蜂巢奇露尾甲。

2 生物学习性

蜂巢奇露尾甲属于完全变态昆虫, 其个体发育经过卵、幼虫、蛹和成虫 4 个虫态 (图 1), 在合适的环境下, 每年能繁殖 6 代。成虫在蜂箱内交尾, 通常在蜂箱的小裂缝或空巢房中产卵, 卵期 1~6 d; 幼虫以花粉、蜂蜜和蜜蜂幼虫为食, 经过 10~16 d 进入完全成熟阶段后便爬到蜂箱外的土壤中化蛹, 深度一般不超过 10 cm, 这可能是由于土壤表层存在松散的腐殖质, 便于幼虫钻进及成虫钻出, 蛹期 8~60 d; 成虫爬行迅速, 具飞翔能力, 有一定的避光特性, 一般隐藏在蜂箱的角落、箱壁的中间、巢框的上梁和底板的碎屑下面, 成虫寿命平均为 60 d, 最长可达到 180 d (Lundie, 1940; Ellis *et al.*, 2004; De Guzman *et al.*, 2009; 赵红霞等, 2018)。

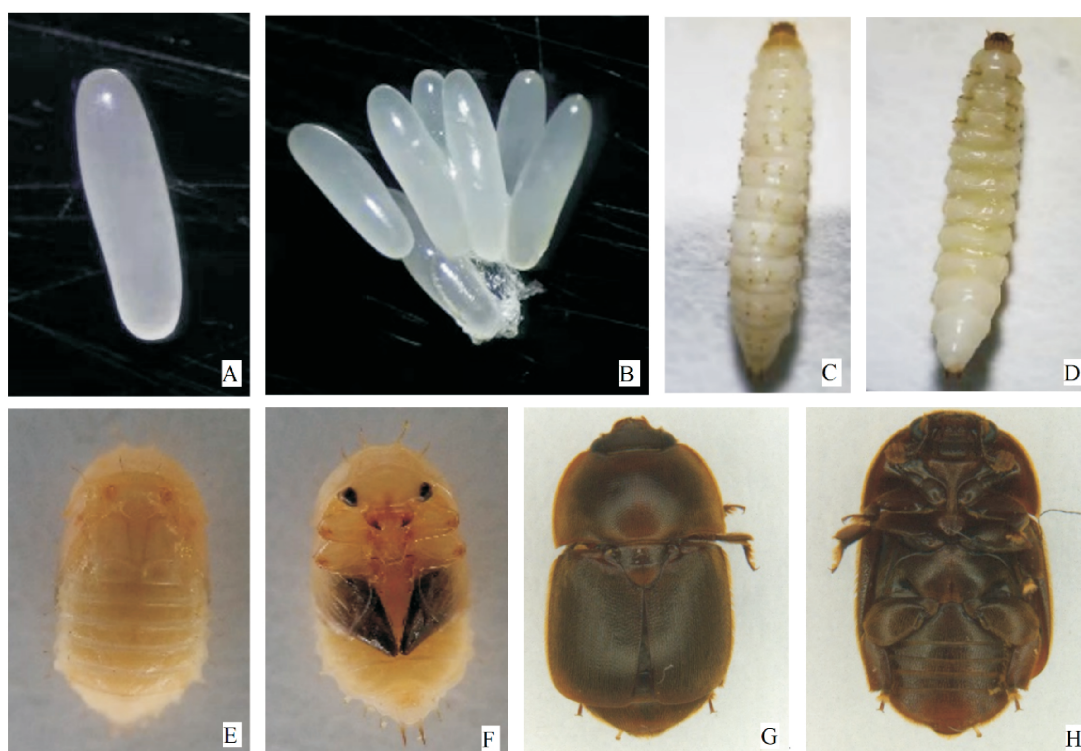


图 1 蜂巢奇露尾甲形态特征

Fig. 1 Morphological characteristics of *Aethina tumida*

注: A-B, 卵; C, 幼虫背侧; D, 幼虫腹侧; E, 蛹背侧; F, 蛹腹侧; G, 成虫背侧; H, 成虫腹侧。Note: A-B, Eggs; C, Larvae dorsal; D, Larvae ventral; E, Pupa dorsal; F, Pupa ventral; G, Adult dorsal; H, Adult ventral.

环境温度和湿度的变化可以显著影响蜂巢奇露尾甲的个体发育,在较低的温度下发育较慢,温度 $\leq 15^{\circ}$ 和 $\geq 45^{\circ}$ 时卵不能孵化,相对湿度 $\leq 34\%$ 时也会影响卵的存活(Annand, 2011)。土壤类型、土壤密度及湿度、田间坡度、排水、降雨和温度等土壤环境因素对其生物学习性有很大影响(De Guzman *et al.*, 2009),土壤湿度似乎是其繁殖和种群数量的一个主要限制因素,干燥的土壤条件会对其化蛹率产生负面影响(Ellis *et al.*, 2004)。

蜂巢奇露尾甲卵块为不规则的簇状;卵呈珍珠白色,表面光滑,形状与蜂卵相似,大小约为蜂卵的 $2/3$,长约 1.40 mm ,宽约 0.26 mm ;进行孵化的卵,孵化部位成透明状,且表面有六边形纹路。老熟幼虫乳白色,长约 10 mm ,宽约 1.6 mm ,寡足型;咀嚼式口器,前口式,触角3节,唇基两侧具隆突;胸部3节,每节各1对胸足,前、中胸之间具1对可见气门,前胸背板具浅棕色印痕,中纵线处乳白色;腹部10节,无腹足,第 $1\sim 8$ 腹节,每节各具1对环形气门,尾节简单,有4个尾突。蛹长约 5 mm ,宽约 3 mm ;初期为珍珠白色,随后体色逐渐加深至深棕色;胸部和腹部有刺状突起。成虫椭圆形,体色呈深褐色至黑色,体长 $5\sim 10\text{ mm}$,体宽约为体长的 $1/2$,触角圆形棒状,前胸背板盾形,鞘翅不能盖及腹端;雌成虫体长比雄成虫稍长(Lundie, 1940; Ellis *et al.*, 2001; 赵红霞等, 2019; 袁琳琳等, 2020)。

露尾甲科的大多数种类以腐烂的水果、发酵的植物汁液、真菌、腐肉、花或花粉为食

(Mckenna *et al.*, 2015),蜂巢奇露尾甲可能是觅食腐烂的水果后随机性地转移到了蜜蜂蜂群上为害,主要以花粉、蜂蜜和蜂卵的混合物为食(Neumann & Elzen, 2004; Arbogast *et al.*, 2009; Cuthbertson *et al.*, 2013)。

3 主要危害

蜂巢奇露尾甲在其自然分布区很少造成严重的危害,但在入侵地可对养蜂业和野生蜜蜂造成严重损害,也可能危及作为替代宿主的其他群居蜂,如 *Bombus impatiens* Cresson 以及 *Trigona* 和 *Dactylurina* 属的一些种类(Spiewok & Neumann, 2006; Hoffmann *et al.*, 2008; Halcroft *et al.*, 2011)。其危害程度取决于气候、蜂群状况和其他条件,在温暖和高湿度的地区更容易造成危害,感染了其他病虫害的蜂群比健康蜂群更容易受到蜂巢奇露尾甲的危害。

蜂巢奇露尾甲幼虫所造成的危害最为严重(Hood, 2004)(图2),幼虫以蜂蜜、花粉和蜜蜂幼虫为食,在觅食过程中在蜂巢内挖洞,破坏巢房,严重时会造成整个蜂巢的崩塌;此外,幼虫的排泄物导致蜂蜜发酵,影响蜂蜜的颜色和气味,起泡并溢出巢房,甚至流出蜂箱;幼虫所经之处还会留下一一种黏稠状物质并带有臭味,这种物质会迫使蜜蜂弃巢逃离,随后蜂王也将停止产卵,进而影响整个蜂群;成虫的危害相对较小,但是当成虫个体数量很高时,可能会导致蜂群弃巢(Lundie, 1940; Ellis *et al.*, 2003; Hayes, 2015)。

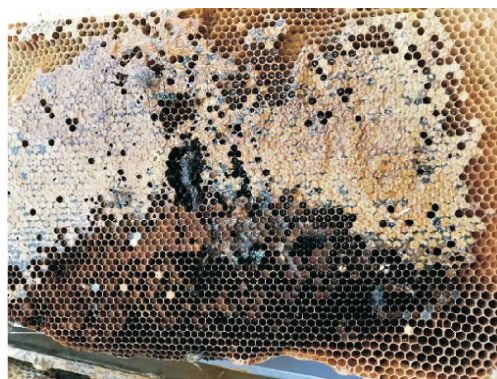


图2 蜂巢奇露尾甲危害状

Fig. 2 Larvae hazard symptoms of *Aethina tumida*

4 扩散与分布

蜂巢奇露尾甲的自然分布区为撒哈拉以南的非洲地区,作为一种入侵生物,该虫已扩散到除南极洲以外的所有大洲。自1998年以来,世界各地陆续报道了该虫的分布 (Neumann *et al.*, 2016): 美国佛罗里达州 (1998)、埃及 (2000)、澳大利亚新南威尔士州 (2002)、加拿大马尼托巴省 (2002)、葡萄牙里斯本 (2004)、牙买加 (2005)、加拿大亚伯达省 (2006)、墨西哥科阿韦拉州 (2007)、澳大利亚库努纳拉 (2007) 和珀斯 (2008)、加拿大魁北克省和安大略省 (2008)、夏威夷帕纳埃瓦岛 (2010)、古巴 (2012)、澳大利亚纳拉库特 (2012)、萨尔瓦多 (2013)、尼加拉瓜 (2014)、意大利卡拉布里亚 (2014)、澳大利亚伦马克 (2014)、菲律宾 (2014)、巴西圣保罗州 (2015)、韩国密阳市 (2016)、毛里求斯 (2016) 和哥斯达黎加 (2016) (Idrissou *et al.*, 2019) (图3、表1)。

Idrissou 等 (2019) 将线粒体 DNA (COI 基因) 数据与联合国粮食及农业组织公布的国际蜂蜡交易数据结合,确定了蜂巢奇露尾甲在全球范围内的传播路径。入侵美国和澳大利亚的蜂巢奇露尾甲均起源于非洲,其种群分别来源于坦桑尼亚和南非;意大利的蜂巢奇露尾甲由埃塞俄比亚和乌干达引入;美国是加拿大、古巴、牙买加、哥斯达黎加、墨西哥、巴西和韩国蜂巢奇露尾甲最可能的传播来源;夏威夷和澳大利亚的蜂巢奇露尾甲都起源于同一个非洲种群 (Idrissou *et al.*, 2019) (图3)。

2017年10月,在广东省汕尾市新田镇的蜂场内首次发现疑似蜂巢奇露尾甲为害,在广东省陆河县的蜂场内采集到蜂巢奇露尾甲的幼虫和成虫;2018年6月在广州市的意蜂试验蜂场发现蜂巢奇露尾甲,且为害相对严重 (赵红霞等,2018,2019)。随后在广西省和云南省也相继发现小规模蜂巢奇露尾甲为害;2018年8月和9月分别在海南省昌江县昌化镇和白沙县细水乡发现蜂巢奇露尾甲为害 (金涛等,2020)。该虫传入我国的路径和方式以及在我国进一步扩散的可能性均有待进一步深入研究。

表1 蜂巢奇露尾甲入侵地及首次确认时间
Table 1 Invasion site and first confirmed time of *Aethina tumida*

入侵地 Invasion site	确认时间 Confirmed time	参考文献 References
美国佛罗里达州 Florida, USA	1998	Elzen <i>et al.</i> , 1999; Hood, 2000
埃及 Itay-Al-Baroud Itay-Al-Baroud, Egypt	2000	Neumann & Elzen, 2004; Hassan & Neumann, 2008
澳大利亚新南威尔士州 New South Wales, Australia	2002	Gillespie <i>et al.</i> , 2003
加拿大马尼托巴省 Manitoba, Canada	2002	Clay, 2006
葡萄牙里斯本 Lisbon, Portugal	2004	Murilhas, 2005
牙买加 Jamaica	2005	FERA, 2010
墨西哥科阿韦拉州 Coahuila, Mexico	2007	Del Valle Molina, 2007
古巴 Cuba	2012	Milián, 2012
萨尔瓦多 El Salvador	2013	Arias, 2014
尼加拉瓜 Nicaragua	2014	Calderón Fallas <i>et al.</i> , 2015
意大利卡拉布里亚 Calabria, Italy	2014	Palmeri <i>et al.</i> , 2015
菲律宾 Lupon Lupon, Philippines	2014	Neumann <i>et al.</i> , 2016
巴西圣保罗州 São Paulo State, Brazil	2015	Toufalia <i>et al.</i> , 2017
韩国密阳 Miryang-si, GN, Korea	2016	Lee <i>et al.</i> , 2017
哥斯达黎加瓜纳纳斯特省 Guanacoste, Costa-Rica	2016	Idrissou <i>et al.</i> , 2019
毛里求斯 Mauritius	2016	Muli <i>et al.</i> , 2018
中国广东 Guangdong, China	2017	赵红霞等, 2018

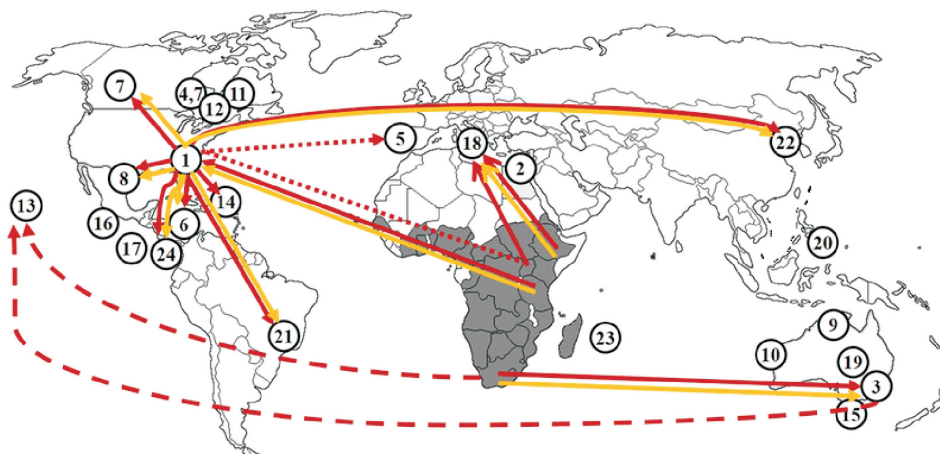


图3 蜂巢奇露尾甲的全球分布及入侵路径 (Idrissou *et al.*, 2019)

Fig. 3 Native range, confirmed global introductions and invasion pathways of *Aethina tumida* (Idrissou *et al.*, 2019)
注: 深灰色, 自然分布区; 圆圈内数字, 入侵地 (按报道的先后顺序); 红色实线, 基于线粒体基因分析的入侵路径; 红色虚线, 起源于澳大利亚或者南非; 红色点线, 从美国蜜蜂进口导致的传入; 黄色实线, 线粒体基因分析与蜂蜡国际贸易数据吻合的入侵路径。Note: Dark grey areas, endemic distribution range in sub-Saharan Africa; Circles with number, introductions; Arrows, most likely invasion routes; Solid red lines, invasion pathways suggested by genetics; Dashed red lines, origin from Australia and / or South Africa; Dotted red line, confirmed introduction from the USA via bee import; Yellow line, matching beeswax trade data with genetic data.

5 主要防控措施

蜂巢奇露尾甲繁殖率高, 在有利条件下其种群数量可迅速增加, 造成危害, 对养蜂业构成了严重威胁。该虫的有效控制不应依赖于单一的方法, 应将所有可用的控制方法 (物理、化学和生物) 结合起来, 以评估哪些控制措施将产生最大的效力, 同时对环境的负面影响最小。

用熟石灰和硅藻土处理土壤, 可以提高土壤 pH 值, 降低土壤湿度, 使蜂巢奇露尾甲幼虫无法正常化蛹, 降低其繁殖率 (Buchholz *et al.*, 2009)。蜂巢奇露尾甲成虫对 390 nm 的紫外光会表现出强烈的正趋光性, 利用 390 nm 波长的诱虫灯对其进行诱捕, 可达到较好的防控效果 (Adrian *et al.*, 2012)。另外, 可以在蜂箱内外安装不同类型的陷阱, 诱捕蜂巢奇露尾甲的成虫, 降低其繁殖率。Arbogast 等 (2007) 使用陷阱以及由花粉和蜂蜜的混合物组成的诱饵诱捕蜂巢奇露尾甲, 在田间试验中获得了成功, 还发现放置在阴凉处的陷阱效果更好。

Kanga 和 Somorin (2012) 在实验室中评估了蜂巢奇露尾甲对 14 种杀虫剂和 4 种昆虫生长调节

剂的敏感性, 证实了其对杀螟松、毒死蜱和灭多威敏感, 但是这些化学农药对其他非靶标昆虫也有很强的毒性, 并可能产生抗性种群 (De Guzman *et al.*, 2011)。Schäfer 等 (2009) 研究了有机酸对蜂巢奇露尾甲的控制作用, 用 70% 乙酸处理蜂巢显著提高成虫的死亡率, 而用 60% 甲酸处理显著降低幼虫的数量。CheckMite +TM (10% w/w 蝇毒磷) 对蜂巢奇露尾甲有广泛的毒性, 可以杀死其成虫和幼虫 (Ellis & Delaplane, 2007; Neumann & Hoffmann, 2008)。用 GardStar[®] (40% 氯菊酯) 处理蜂巢附近的土壤, 可杀死蜂巢奇露尾甲的幼虫和蛹。APITHORTMTM (0.036% ~ 0.060% 氟虫脒) 应用于蜂箱底部, 可以显著并且快速地减少蜂巢奇露尾甲成虫的数量 (Levot & Somerville, 2012; Levot *et al.*, 2015)。金涛等 (2020) 采用浸渍法测定了 10 种杀虫剂对蜂巢奇露尾甲幼虫的毒力, 筛选出啶虫脒、高效氯氰菊酯和功夫菊酯, 可作为目前防治该虫的重要参考防治药剂。

绿僵菌和白僵菌在实验室和田间试验中, 均对蜂巢奇露尾甲均表现出良好的防治效果, 其中绿僵菌对幼虫的效果最好, 1 周内可杀灭 70% 以上的幼虫, 而白僵菌对成虫的效果最好, 2 周内成虫

死亡率达到 99% ~ 100% (Leemon & McMahon , 2009)。昆虫病原线虫 (*Heterorhabditis* 和 *Steinernema* 属的某些种类) 对土壤中蜂箱奇露尾甲老熟幼虫的防治效果较好 (Ellis *et al.* , 2010)。

6 展望

张体银等 (2017) 研究发现蜂巢奇露尾甲的传入释放风险、暴露扩散风险、潜在影响和风险等级均为高, 有可能成为我国养蜂业的毁灭性虫害。钟义海等 (2020) 利用有害生物风险评估方法 (PRA) 对蜂巢奇露尾甲的入侵风险进行了定性及半定量评估, 其在中国的综合风险值 (R) 为 2.09, 是对我国养蜂业具有高度危险性的有害生物。自 2017 年以来, 我国广东、广西和海南地区陆续发现蜂巢奇露尾甲危害中华蜜蜂和意大利蜜蜂蜂群, 并造成了不同程度的经济损失, 极有可能成为威胁我国蜜蜂产业发展的重要危险性害虫。

应尽快探明蜂巢奇露尾甲入侵我国的方式和路径, 同时, 结合其生物学习性开展风险分析, 确定其在我国的适生区域。开展更为全面的分布调查和危害评估, 掌握其在我国不同地区的生物学特征及其对蜜蜂种群的影响, 揭示其成灾机制。针对蜂巢奇露尾甲的不同发育阶段及其在蜂巢内的活动规律开展可持续控制技术研究, 为我国养蜂业的健康持续发展提供保障。

致谢: 感谢西北农林科技大学黄敏教授在蜂巢奇露尾甲中文名定名过程中给予的指导与帮助。

参考文献 (References)

- Adrian J , Richard T , Audrey B. The influence of light on small hive beetle (*Aethina tumida*) behavior and trap capture [J]. *Apidologie* , 2012 , 43 (4) : 417 - 424.
- Annand N. Small hive beetle biology: Providing control options [R]. Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation , 2011 : 58.
- Arbogast R , Torto B , Van Engelsdorp D , *et al.* An effective trap and bait combination for monitoring the small hive beetle , *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) [J]. *Florida Entomologist* , 2007 , 90 (2) : 404 - 406.
- Arbogast R , Torto B , Willms S , *et al.* Trophic habits of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) : Their adaptive significance and relevance to dispersal [J]. *Environmental Entomology* , 2009 , 38 : 561 - 568.
- Arias H. Small hive beetle infestation (*Aethina tumida*) [R]. El Salvador , OIE Report , 2014.
- Buchholz S , Merkel K , Spiewok S , *et al.* Alternative control of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) with lime and diatomaceous earth [J]. *Apidologie* , 2009 , 40 : 535 - 548.
- Calderón Fallas R , Montero M , Arias F , *et al.* Primer reporte de la presencia del pequeño escarabajo de la colmena *Aethina tumida* , en colmenas de abejas africanizadas en Nicaragua [J]. *Rev Cienc* , 2015 , 32 (1) : 29 - 33.
- Cervancia C , Guzman L , Polintan E , *et al.* Current status of small hive beetle infestation in the Philippines [J]. *Journal of Apicultural Research* , 2016 , 55 : 74 - 77.
- Clay H. Small hive beetle in Canada [J]. *Hive Lights* , 2006 , 19 : 14 - 16.
- Cuthbertson A , Wakefield M , Powell M , *et al.* The small hive beetle *Aethina tumida*: A review of its biology and control measures [J]. *Current Zoology* , 2013 , 59 (5) : 644 - 653.
- De Guzman L , Frake A , Rinderer T , *et al.* Effect of height and color on the efficiency of pole traps for *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) [J]. *Journal of Economic Entomology* , 2011 , 104 (1) : 26 - 31.
- Del Valle Molina JA. Small hive beetle infestation (*Aethina tumida*) in Mexico: Immediate notification report [R]. Ref OIE: 6397 , Report Date: 26/10/2007
- De Guzman L , Prudente J , Rinderer T , *et al.* Population of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray) in two apiaries having different soil textures in Mississippi [J]. *Science of Bee Culture* , 2009 , 1 : 4 - 8.
- Ellis J , Delaplane K , Hood W. Small hive beetle (*Aethina tumida*) weight , gross biometry , and sex proportion at three locations in the southeastern United States [J]. *American Bee Journal* , 2001 , 142 : 520 - 522.
- Ellis J , Delaplane K. The effects of three acaricides on the developmental biology of small hive beetles (*Aethina tumida*) [J]. *Apic. Res. Bee World* , 2007 , 46 (4) : 256 - 259.
- Ellis J , Hepburn H , Delaplane K , *et al.* The effects of adult small hive beetles , *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) , on nests and flight activity of cape and European honey bees (*Apis mellifera*) [J]. *Apidologie* , 2003 , 34 : 399 - 408.
- Ellis J , Hepburn H , Elzen P. Confinement of small hive beetles (*Aethina tumida*) by cape honeybees (*Apis mellifera capensis*) [J]. *Apidologie* , 2004 , 35 (4) : 389 - 396.
- Ellis JD , Spiework S , Delaplane KS , *et al.* Susceptibility of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) larvae and pupae to entomopathogenic nematodes [J]. *Journal of Economic Entomology* , 2010 , 103 (1) : 1 - 9.
- Elzen P , Baxter J , Westervelt D , *et al.* Field control and biology studies of a new pest species , *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) attacking European honey bees in the Western

- Hemisphere [J]. *Apidologie*, 1999, 30: 361 – 366.
- FERA (Food and Environment Research Agency) . The small hive beetle: A serious threat to European apiculture [R]. Sand Hutton, UK: Food and Environment Research Agency, 2010: 23.
- Gillespie P, Staples J, King C, et al. Small hive beetle, *Aethina tumida* (Murray) (Coleoptera: Nitidulidae) in New South Wales [J]. *General & Applied Entomology*, 2003, 32: 5 – 8.
- Habeck D. Nitidulidae. In: Arnett R, Thomas M, Skelley P, Frank J, eds. *American Beetles* [C]. Boca Raton: CRC Press, 2002, 2: 311 – 315.
- Halcroft M, Spooner – Hart R, Neumann P. Behavioral defense strategies of the stingless bee, *Austroplebeia australis*, against the small hive beetle, *Aethina tumida* [J]. *Insectes Sociaux*, 2011, 58 (2): 245 – 253.
- Hassan A, Neumann P. A survey for the small hive beetle in Egypt [J]. *Journal of Apicultural Research*, 2008, 47: 186 – 187.
- Hayes RA, Rice SJ, Amos BA, et al. Increased attractiveness of honeybee hive product volatiles to adult small hive beetle, *Aethina tumida*, resulting from small hive beetle larval infestation [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2015, 155: 240 – 248.
- Hoffmann D, Pettis J, Neumann P. Potential host shift of the small hive beetle (*Aethina tumida*) to bumblebee colonies (*Bombus impatiens*) [J]. *Insectes Sociaux*, 2008, 55: 153 – 162.
- Hood W. Overview of the small hive beetle, *Aethina tumida* in North America [J]. *Bee World*, 2000, 81: 129 – 137.
- Hood W. The small hive beetle, *Aethina tumida*: A review [J]. *Bee World*, 2004, 85: 51 – 59.
- Idrissou F, Huang Q, Yañez O, et al. International beeswax trade facilitates small hive beetle invasions [J]. *Scientific Reports*, 2019, 9: 10665.
- Jin T, Zhong YH, Lin YY, et al. Indoor screening of small beetle insecticides against new invasive pests [J]. *Journal of Environmental Insects*, 2020, 42 (3): 740 – 745. [金涛, 钟义海, 林玉英, 等. 防治新入侵害虫蜂巢小甲虫杀虫剂的室内筛选 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (3): 740 – 745]
- Kanga L, Somorin A. Susceptibility of the small hive beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) to insecticides and insect growth regulators [J]. *Apidologie*, 2012, 43: 95 – 102.
- Kirejtshuk A, Lawrence J. Notes on the *Aetina* complex (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae), with a review of *Aetina* (*Cleidorura*) subgen. nov. and *Aetina* (*Idaethina*) Gemminger et Harold [J]. *Annales Zoologici*, 1999, 49 (3): 233 – 254.
- Lee S, Hong K, Cho Y, et al. Review of the subgenus *Aethina* Erichson s. str. (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) in Korea, reporting recent invasion of small hive beetle, *Aethina tumida* [J]. *Journal of Asia – Pacific Entomology*, 2017, 20: 553 – 558.
- Lee S. Review of the subgenus *Aethina* Erichson s. str. (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) in Korea, reporting recent invasion of small hive beetle, *Aethina tumida* [J]. *Journal of Asia Pacific Entomology*, 2017, 20: 553 – 558.
- Leemon D, McMahon J. Feasibility study into inhive fungal bio – control of small hive beetle [R]. Project Report No. PRJ – 000037 for Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation, 2009: 19.
- Levot G, Somerville D, Annand N. A six – month – long assessment of the health of bee colonies treated with APITHOR™ hive beetle insecticide [J]. *Journal of Apicultural Research*, 2015, 64 (4): 112 – 116.
- Levot G, Somerville D. Efficacy and safety of the insecticidal small hive beetle refuge trap APITHOR™ in bee hives [J]. *Australian Journal of Entomology*, 2012, 51: 198 – 204.
- Lundie A. The small hive beetle, *Aethina tumida* [R]. *Science Bulletin Department of Agriculture & Forestry Union of South Africa*, 1940, 220 (3): 30.
- Mckenna D, Wild A, Kanda K, et al. The beetle tree of life reveals that Coleoptera survived end Permian mass extinction to diversify during the Cretaceous terrestrial revolution [J]. *Systematic Entomology*, 2015, 40: 835 – 880.
- Milián J. Reporte de notificacionde *Aethina tumida* a la OIE [R]. La Habana, Cuba: Direccion del Instituto de Medicina Veterinaria, Ministerio de la Agricultura, 2012.
- Muli E. Small hive beetle infestations in *Apis mellifera* unicolor colonies in Mauritius Island, Mauritius [J]. *Bee World*, 2018, 95: 44 – 45.
- Murilhas A. *Aethina tumida* arrives in Portugal. Will it be eradicated? [J]. *EurBee Newsletter*, 2005, 2: 7 – 9.
- Murray A. List of Coleoptera received from Old Calabar, Ann Magazine [J]. *Journal of Natural History*, 1867, 19: 167 – 179.
- Neumann P, Elzen P. The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): Gaps in our knowledge of an invasive species [J]. *Apidologie*, 2004, 35: 229 – 247.
- Neumann P, Hoffmann D. Small hive beetle diagnosis and control in naturally infested honeybee colonies using bottom board traps and check mite strips [J]. *Pesticide Science*, 2008, 81: 43 – 48.
- Neumann P, Pettis J, Schafer M. Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles [J]. *Apidologie*, 2016, 47, 427 – 466.
- Palmeri V, Giuseppe Scirt O, Malacrin O, et al. A scientific note on a new pest for European honeybees: First report of small hive beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae), in Italy [J]. *Apidologie*, 2015, 4, 527 – 529.
- Pirk C, Neumann P. Small hive beetles are facultative predators of adult honey bees [J]. *Journal of Insect Behavior*, 2013, 26: 796 – 803.
- Pirk C, Yusuf A. A small hive beetle lesson from South Africa. In: Carreck N, ed., *The Small Hive Beetle in Europe* [C]. International Bee Research Association, Groombridge, 2015.
- Schäfer M, Ritter W, Pettis J, et al. Effects of organic acid treatments on small hive beetles, *Aethina tumida*, and the associated yeast *Kodamaea ohmeri* [J]. *Journal of Pest Science*, 2009, 82 (3): 283 – 287.

- Spiewok S , Neumann P. Infestation of commercial bumblebee (*Bombus impatiens*) field colonies by small hive beetles (*Aethina tumida*) [J]. *Ecological Entomology* , 2006 , 31: 623 – 628.
- Toufalia HA. First record of small hive beetle , *Aethina tumida* Murray , in South America [J]. *Journal of Apicultural Research* , 2017 , 56: 76 – 80.
- Yuan LL , Li F , Cao FQ. Advances in beehive beetles [J]. *Bee Industry Research* , 2020 , 6: 62 – 67. [袁琳琳 , 李芬 , 曹凤勤. 蜂箱小甲虫研究进展 [J]. 蜂业研究 , 2020 , 6: 62 – 67]
- Zhang TY , Zheng T , Bai QY , et al. Risk analysis of incoming bee disease [J]. *Journal of Environmental Insects* , 2017 , 39 (1) : 134 – 143. [张体银 , 郑腾 , 白泉阳 , 等. 进境蜜蜂疫病传入风险分析 [J]. 环境昆虫学报 , 2017 , 39 (1) : 134 – 143]
- Zhao HX , Huang WZ , Ji CH , et al. Investigation of the honey bee viruses vectored by the small hive beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) from different host bee species [J]. *Journal of Plant Protection* , 2019 , 46 (6) : 1383 – 1384. [赵红霞 , 黄文忠 , 姬聪慧 , 等. 不同寄主来源的蜂箱奇露尾甲携带蜜蜂病毒情况调查 [J]. 植物保护学报 , 2019 , 46 (6) : 1383 – 1384]
- Zhao HX , Wang HT , Hou CS , et al. Identification and occurrence survey of *Aethina tumida* , an invasive pest in China [J]. *Apiculture of China* , 2018 , 69 (11) : 29 – 31. [赵红霞 , 王华堂 , 侯春生 , 等. 入侵中国的蜂箱小甲虫鉴定及发生为害调查 [J]. 中国蜂业 , 2018 , 69 (11) : 29 – 31]
- Zhong YH , Han WS , Zhao DX. Risk assessment of introduction of beehive beetles into China [J]. *Plant Quarantine* , 2020 , 32 (2) : 47 – 51. [钟义海 , 韩文素 , 赵冬香. 蜂巢小甲虫传入中国的风险评估 [J]. 植物检疫 , 2020 , 32 (2) : 47 – 51]