

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.04.27

小蜂螨的研究现状

赵红霞¹, 罗岳雄¹, 梁勤², 张学锋¹, 陈华生¹, 黄文忠^{1*}

(1. 广东省生物资源应用研究所, 广东省农业害虫综合治理重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室, 广州 510260;
2. 福建农林大学, 福州 350002)

摘要: 小蜂螨, 是亚洲地区蜜蜂重要的经济害螨之一。小蜂螨以吸食蜜蜂封盖子的血淋巴为生, 能导致大量封盖幼虫和蛹变形或死亡, 勉强出房的工蜂也出现体型畸形, 致使蜂群的生产力严重下降, 直接影响蜂群的发生发展。本文就小蜂螨的分类分布、繁殖生物学、流行病学及行为学、危害防治及其蜂螨、蜜蜂与病毒直接的关系等展开阐述。旨在有助于将来更深入的探索小蜂螨, 对今后小蜂螨的防治提供理论参考。

关键词: 小蜂螨; 蜜蜂; 分类分布; 繁殖生物学; 危害及防治

中图分类号: Q968.1; S895

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 04-0852-05

Current knowledge of the *Tropilaelaps* mites

ZHAO Hong-Xia¹, LUO Yue-Xiong¹, LIANG Qin², ZHANG Xue-Feng¹, CHEN Hua-Sheng¹, HUANG Wen-Zhong^{1*} (1. Guangdong Institute of Applied Biological Resources, Guangdong Key Laboratory of Integrated Pest Management in Agriculture, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Guangzhou 510260, China; 2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: *Tropilaelaps* mites are an economically important pest of honeybee throughout Asia. The *Tropilaelaps* mites suck on the haemolymph of sealed brood to live, then leads to a large number of larvae and pupae cover deformation or death, and emerged workers showed deformity body, the productivity of the colony have seriously decreased and directly affect the development of the colony. The mites' taxonomy and distribution, reproductive biology, host specificity, epidemiology and behavior, damage and prevention, the relationship of *Tropilaelaps* mites, the relationship of honeybees and virus, etc. are reviewed. The research are intended to assist future research efforts to better understand these parasites, and provide to prevent *Tropilaelaps* mites of theoretical reference in the future.

Key words: *Tropilaelaps* mites; honeybee; taxonomy and distribution; reproductive biology; damage and prevention

小蜂螨 (*Tropilaelaps* mites) 是亚洲地区蜜蜂科 Apidae 的重要害螨 (Delfinado *et al.*, 1961; Laigo and Morse, 1969)。小蜂螨相对于大蜂螨 *Varroa destructor* 而言, 个体较小、长椭圆形、全身

浅褐色、爬行迅速, 通常高举第一对足, 似两根“天线”。小蜂螨繁殖快、携播期短, 是一种比大蜂螨危害性更大的蜜蜂体外寄生虫 (Burgett and Akrotanakul, 1983; Rath *et al.*, 1991; Camphor

基金项目: 国家自然科学基金青年基金 (31302041); 国家蜂产业技术体系建设专项资金 (CARS-45-SYZ-42, CARS-45-KXJ7); 广东省科技计划项目 (2015A020209090, 2015A040404035, 2016A040402039)

作者简介: 赵红霞, 女, 1981年生, 山西人, 博士, 助理研究员, 主要从事蜜蜂生物学及其病害学研究, E-mail: hxzh110@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: gggbmm@163.com

收稿日期 Received: 2015-10-15; 接收日期 Accepted: 2015-12-02

et al., 2005), 防治比较困难, 严重制约了亚洲地区养蜂业的发展。目前, 由于小蜂螨主要危害亚洲地区饲养的西方蜜蜂蜂群, 并未对其它地区蜜蜂蜂群造成影响, 尚未受到各国科学家的关注, 因而对小蜂螨的研究与防治缺乏重视。本文阐述了小蜂螨目前的研究现状, 以期为今后小蜂螨的深入研究打下基础, 并为小蜂螨的有效防治提供理论参考。

1 分类与分布

小蜂螨属于节肢动物门 Arthropoda 蛛形纲 Arachnida 蜱螨亚纲 Acari 寄螨总目 Parasitiformes 中气门目 Mesostigmata 皮刺螨总科 Laelapidae 热厉螨属 *Tropilaelaps* (Anderson and Morgan, 2007; Lindquist et al., 2009)。Anderson 和 Morgan (2007) 将小蜂螨分为以下 4 种: 梅氏热厉螨 *Tropilaelaps mercedesae* (Anderson and Morgan, 2007)、亮热厉螨 *Tropilaelaps clareae* (Delfinado and Baker, 1961)、柯氏热厉螨 *Tropilaelaps koenigerum* (Delfinado - Baker and Baker, 1982) 和泰氏热厉螨 *Tropilaelaps thai*。

柯氏热厉螨寄生于亚洲和印尼的大蜜蜂 *Apis dorsata* 上, 泰氏热厉螨则寄生于喜马拉雅山山区的黑大蜜蜂。Ralph (1991) 报道了泰国大蜜蜂极易被亮热厉螨寄生, 蜂群受危害后损失惨重。亮热厉螨和梅氏热厉螨单从形态上很难进行区分, 故一直将梅氏热厉螨误认为是亮热厉螨。随着鉴定技术的发展, 利用分子生物学的技术可将亮热厉螨和梅氏热厉螨区分。Raffique et al. (2012) 报道了巴基斯坦西方蜜蜂蜂群内寄生的小蜂螨属于亮热厉螨。Anderson and Morgan (2007) 利用 mtDNA *cox1* 基因和核基因 ITS1 - 5.8S - ITS2, 确定了我国浙江省两群西方蜜蜂和云南省两群大蜜蜂上寄生的小蜂螨均是梅氏热厉螨。Forsgren et al. (2009) 对我国海南省寄生西方蜜蜂的小蜂螨进行了鉴定, 发现海南省小蜂螨属于梅氏热厉螨。罗其花等结合形态学和分子生物学鉴定技术得出寄生在中国西方蜜蜂群内的小蜂螨全部属于梅氏热厉螨, 而并非早期定义的亮热厉螨。到目前为止, 尚未在中国西方蜜蜂群内发现亮热厉螨、柯氏热厉螨和泰氏热厉螨的寄生 (Luo et al., 2011)。

2 繁殖生物学

在蜜蜂幼虫封盖前, 待交配的雌螨进入工蜂或雄蜂巢房内 (Burgett et al., 1983; Ritter and Schneider - Ritter, 1986), 雌螨并无选择性寄生工蜂或雄蜂巢房的差异。雌螨进入蜜蜂巢房后, 每隔 1 天产 1 粒卵, 一般每头雌螨在巢房内产 1 - 4 粒卵, 雌雄卵数量等同; 巢房内可见到小蜂螨的 4 种发育形态: 卵、幼螨、若螨、后若螨。待巢房内蜜蜂发育成熟即将出房时小蜂螨恰处于繁殖末期, 雌螨及子代借助出房的蜜蜂咬破蜡盖后出房, 此时巢脾或成蜂体上可见到小蜂螨, 但是小蜂螨只能在巢脾或成蜂体上存活不超过 3 d (Thomas et al., 1994), 然后再次进入巢房内开始新一轮的繁殖。小蜂螨发育周期短且适应蜜蜂生长发育的条件, 种群增长很快, 危害极为严重。

成年小蜂螨出现在寄生蜂群的子脾表面且行动灵活, 小蜂螨体色与蜡脾颜色接近, 易形成体色伪装, 增加小蜂螨的发现及收集的难度。成年雌雄蜂螨可以同时出现在成年蜜蜂体壁, 但这种情况极少发生, 严重寄生感染的蜂群除外。

成年雌螨主要寄生在感染蜂群内封盖的工蜂巢房和雄蜂巢房, 无明显的寄生繁殖偏好性。只需打开感染蜂群的封盖子, 移走巢房内正在发育的蜜蜂, 倾斜巢脾使自然光线可以直接照射巢房底部, 即可见巢房底部的蜂螨 (Denis and John, 2013)。

小蜂螨具有寄生蜜蜂的典型形态及行为特征, 如带有钳子形状的螯肢、能够快速移动等, 专性寄生蜜蜂幼虫。小蜂螨的螯肢及足末端隆起的吸垫用于抓住蜜蜂体毛, 靠吸取蜜蜂体液内血淋巴维持生存; 同时, 小蜂螨的快速移动行为便于更快的选择寄主。某些情况下, 偶见寄生成年蜜蜂, 数量极为有限。Delfinado - Baker et al. (1992) 发现小蜂螨第一对足部位具有感受器功能, 具有显著的寄生形态特征, 但无寄生宿主位点的特异性; 后期发现小蜂螨寄生在蜜蜂腹部节间膜第二节或蜜蜂头后部。当蜜蜂进行自我清理或相互清理时, 小蜂螨连续不断的更换寄生位置。小蜂螨可寄生在蜜蜂头部、头胸部盾板末端、胸部的背侧、腹侧刚毛以及接近翅基与前足基部之间。小蜂螨寄生不同种蜜蜂的位置存在明显不同, 61.5% 小蜂螨和 50% 小蜂螨分别主要寄生在东方蜜蜂和西方

蜜蜂头胸部盾板末端, 主要寄生大蜜蜂的翅基部和盾板末端 (Thomas *et al.*, 1994)。小蜂螨寄生在成年蜜蜂体壁便于在蜂群中传播 (Thomas *et al.*, 1994), 但由于不能吸取成年蜂的血淋巴, 在成年蜜蜂体壁存活不超过 3 d (Woyke, 1987b; Koeniger and Muzaffar, 1988)。

3 流行病学特点

小蜂螨原始寄主是大蜜蜂, 随后寄主转移至西方蜜蜂、黑大蜜蜂和小蜜蜂上 (Bailey and Ball, 1991; Schmid - Hempel, 1998)。东方蜜蜂中也发现过小蜂螨, 但未见其繁殖及危害的报道 (Delfinado - Baker and Baker, 1982; Delfinado - Baker *et al.*, 1989; Otis and Kralj, 2001)。

小蜂螨对大蜜蜂只有 3% - 6% 的寄生率, 而对西方蜜蜂却有 90% 寄生率, 大蜜蜂对小蜂螨表现明显的寄主耐受性 (Khongphinitbunjong *et al.*, 2012)。西方蜜蜂被小蜂螨寄生后, 蜜蜂出现残翅 (Dejong *et al.*, 1982; Burgett *et al.*, 1983) 和体重减轻的症状 (Dainat *et al.*, 2009)。小蜂螨携带蜜蜂病毒进行传播扩散, 同时, 西方蜜蜂易受到小蜂螨的危害, 而大蜜蜂和东方蜜蜂不受危害。

如果蜂群内周年有幼虫存在, 小蜂螨可以终年繁殖; 在蜂群完全没有幼虫的情况下, 小蜂螨无法存活。小蜂螨在巢脾快速移动, 进入巢房内再次开始新一轮的繁殖。被小蜂螨寄生后, 蜜蜂可通过清理行为 (成年蜂的自我清理行为及相互清理行为) 将被寄生的蜜蜂幼虫清理出巢房 (Burgett *et al.*, 1990)。Ralph *et al.* (1992) 研究发现当小蜂螨分别寄生东方蜜蜂、西方蜜蜂和大蜜蜂, 寄生 24 h 后, 东方蜜蜂体壁 93% 小蜂螨掉落, 大蜜蜂体壁 87% 小蜂螨掉落, 而西方蜜蜂体壁只有 66% 小蜂螨掉落; 同时, 作者研究发现从东方蜜蜂和大蜜蜂体壁掉落的受伤数量小蜂螨明显高于西方蜜蜂。由此可见, 小蜂螨易于寄生危害西方蜜蜂。

4 危害与防治

目前, 研究发现西方蜜蜂主要受到梅氏热厉螨和亮热厉螨的危害, 柯氏热厉螨和泰氏热厉螨不会危害西方蜜蜂 (Anderson and Morgan, 2007)。当西方蜜蜂蜂群被小蜂螨寄生, 若未及时防治,

极易导致整个蜂群的死亡 (Atwal and Goyal, 1971; Woyke, 1985a, 1985b)。Rashid *et al.* (2011) 报道了巴基斯坦饲养的西方蜜蜂被小蜂螨危害后, 引起发育畸形或死亡, 随后整个蜂群衰退或逃群。蜂群管理不善和蜂箱小环境恶劣会逐步增加小蜂螨的流行及其危害 (Mahvir and Gupta, 1999)。小蜂螨可以导致 30% - 70% 蜂群衰退及其蜂产品产量减少 (Woo and Lee, 1997)。

目前, 小蜂螨的防治可分为非化学防治和化学防治两类方法。非化学防治通过干扰蜂群内小蜂螨的生活史进行防治。例如, Woyke (1984, 1985a, 1985b) 通过采用移走蜂群中子脾的方法, 减少小蜂螨寄生繁殖的场所, 进行控制小蜂螨, 效果明显。但该方法对商业养蜂不适合, 因为商业蜂群数量较多, 移走子脾的方法将花费大量劳动力和时间。Kitiphong *et al.* (2013) 发现在泰国饲养的西方蜜蜂被小蜂螨寄生时, 耐受小蜂螨的蜂群可以及时将被螨寄生的幼虫清理出巢房, 阻断了小蜂螨的繁殖, 从而实现非化学防治小蜂螨。化学防治主要通过许多化学合成的杀虫剂有效控制小蜂螨, 如硫磺、甲酸和百里香酚控制蜂群小蜂螨已经证明非常有效 (Atwal and Goyal, 1971; Raffique *et al.*, 2012)。Raffique *et al.* (2012) 采用甲酸和百里香酚防治亮热厉螨。Rashid *et al.* (2011) 采用百里香酚和甲酸对寄生小蜂螨的西方蜜蜂蜂群进行防治, 4 mg 粉末的百里香酚和 20 mL 65% 的甲酸喷在蜂群中, 每周间隔使用 4 次, 防治效果明显。

5 小蜂螨、蜜蜂与病毒三者的关系

小蜂螨严重危害亚洲地区的养蜂业, 不仅吸取幼虫营养, 而且作为病毒载体, 传播蜜蜂病毒病。西方蜜蜂被小蜂螨寄生后, 蜜蜂出现残翅症状及其体重减轻等 (Dejong *et al.*, 1982; Burgett *et al.*, 1983)。小蜂螨携带蜜蜂病毒进行传播扩散, 已确定感染意蜂残翅病毒 (Dainat *et al.*, 2009; Forsgren *et al.*, 2009)。梅氏热厉螨及其寄主西方蜜蜂体内的 DWV 病毒具有较高的拷贝 (Forsgren *et al.*, 2009)。利用荧光定量 PCR 分析了梅氏热厉螨及其寄主蜜蜂体内残翅病毒 (DWV)、黑蜂王台病毒 (BQCV)、囊状幼虫病病毒 (SBV)、克什米尔病毒 (KBV)、急性麻痹病毒 (ABPV) 和慢性麻痹病毒 (CPV), 结果

发现梅氏热厉螨及其寄主蜜蜂体内具有大量 DWV 病毒颗粒, 但未发现其他 5 种病毒, 证明小蜂螨是传播 DWV 病毒的媒介 (Dainat *et al.*, 2009)。Li *et al.* (2013) 发现蜂群被螨危害的情况下, 可以检测到蜂群内感染病毒病, 进一步证实蜂螨作为媒介传播病毒; 赵红霞等 (2014) 进一步证实, 残翅病毒和以色列急性麻痹病毒 (IAPV) 广泛存在于西方蜜蜂及其寄生物螨的体内。Kitiphong *et al.* (2015) 报道了被螨寄生的蜜蜂产生免疫反应, 而病毒水平并未产生任何免疫反应, 蜜蜂的免疫反应主要由寄生螨引起。总之, 小蜂螨不仅直接影响蜜蜂幼虫的生长发育, 而且作为媒介传播病毒, 间接影响蜂群的发生发展。

6 展望

小蜂螨主要危害亚洲地区蜂群, 关注度相对较低, 基础研究严重滞后。而小蜂螨的危害远远高于被人熟知的大蜂螨 (Rinderer *et al.*, 1994), 直接影响蜂群的发生发展。目前, 小蜂螨危害印度、阿富汗、泰国、越南等亚洲国家的蜂群, 养蜂业损失严重。同时, 小蜂螨与蜜蜂病毒病之间的关系研究很少, 直到 2009 年逐渐开始有相关报道。小蜂螨作为媒介传播病毒病, 间接危害蜂群的发展。

小蜂螨未来的研究方向, 可在如下方面: 首先, 小蜂螨的各个级型形态描述、生活史和繁殖行为的研究, 应通过结合自然蜂群和室内饲养蜜蜂, 开展相关小蜂螨的级型变化及其繁殖生物学的研究, 便于今后更好的开展防治工作。第二, 东方蜜蜂较西方蜜蜂对小蜂螨存在耐受机制, 除考虑东方蜜蜂与西方蜜蜂生物学差异外, 有必要从两种蜜蜂差异性的行为反应等角度展开耐受机制的研究。第三, 针对小蜂螨的基因组信息尚无相关报道, 有必要开展相关分子水平的探讨。第四, 针对西方蜜蜂易受小蜂螨的危害, 有必要开展生物防治、化学及其非化学防治等综合防治的应用研究。

参考文献 (References)

Anderson DL, Morgan MJ. Genetic and morphological variation of bee - parasitic *Tropilaelaps* mites (Acari: Laelapidae): New and re-defined species [J]. *Experimental and Applied Acarology*, 2007, 43: 1 - 24.

Atwal AA, Goyal NP. Infestation of honey bee colonies with

Tropilaelaps, and its control [J]. *Journal of Apicultural Research*, 1971, 10: 137 - 142.

Bailey L, Ball BV. Honey Bee Pathology [M]. London: Academic Press, 1991, 193 - 194.

Burgett MD, Akranakul P, Morse RA. *Tropilaelaps clareae*: A parasite of honey bees in South - East Asia [J]. *Bee World*, 1983, 64: 25 - 28.

Burgett DM, Rossignol PA, Kiprasert C. A model of dispersion and regulation of brood mite (*Tropilaelaps clareae*) parasitism on the giant honeybee (*Apis dorsata*) [J]. *Canadian Journal of Zoology*, 1990, 68: 1423 - 1427.

Camphor ESW, Hashmi AA, Ritter W. Seasonal changes in mite (*Tropilaelaps clareae*) and honeybee (*Apis mellifera*) populations in Apistan treated and untreated colonies [J]. *Apiacta*, 2005, 40: 36 - 44.

Dainat B, Ken T, Berthoud H, *et al.* The ectoparasitic mite *Tropilaelaps mercedesae* (Acari, Laelapidae) as a vector of honeybee viruses [J]. *Insectes Sociaux*, 2009, 56: 40 - 43.

Delfinado MD, Baker EW. *Tropilaelaps*, a new species of mite from the Philippines (Laelapidae: Acarina) [J]. *Fieldiana Zoology*, 1961, 44: 53 - 56.

Delfinado - Baker MD, Baker EW. A new species of *Tropilaelaps* parasitic on honey bees [J]. *American Bee Journal*, 1982, 122: 416 - 417.

Delfinado - Baker M, Baker EW, Phoon ACG. Mites (Acari) associated with bees (Apidae) in Asia, with description of a new species [J]. *American Bee Journal*, 1989, 129 (9): 609 - 613.

Delfinado - Baker M, Rath W, Boecking O. Phoretic bee mites and honeybee grooming behavior [J]. *International Journal Acarology*, 1992, 18 (4): 315 - 323.

Dejong D, Morse EW, Eickwort GC. Mite pests of honey bees [J]. *Annual Review of Entomology*, 1982, 27: 229 - 252.

Denis LA, John MKR. Standard methods for *Tropilaelaps* mites research [J]. *Journal of Apicultural Research*, 2013, 52 (4): 1 - 16.

Forsgren E, Miranda JR, Isaksson M, *et al.* Deformed wing virus associated with *Tropilaelaps mercedesae* infesting European honey bees (*Apis mellifera*) [J]. *Experimental and Applied Acarology*, 2009, 47 (2): 87 - 97.

Khongphinitbunjong K, de Guzman LI, Burgett MD, *et al.* Behavioural responses underpinning resistance and susceptibility of honey bees to *Tropilaelaps mercedesae* [J]. *Apidologie*, 2012, 43: 590 - 599.

Kitiphong K, Lilia IG, Matthew T, *et al.* Interactions of *Tropilaelaps mercedesae*, honey bee viruses and immune response in *Apis mellifera* [J]. *Journal of Apicultural Research*, 2015, 8: 1 - 8.

Kitiphong K, Lilia IG, Ninat B, *et al.* Observations on the removal of brood inoculated with *Tropilaelaps mercedesae* (Acari: Laelapidae) and the mite's reproductive success in *Apis mellifera* colonies [J]. *Experiment Applied Acarology*, 2013, 62: 47 - 55.

Koeniger N, Musaffar N. Lifespan of the parasitic honey bee mite *Tropilaelaps clareae* on *Apis cerana*, *dorsata* and *mellifera* [J]. *Journal of Apicultural Research*, 1988, 27: 207 - 212.

Laigo FM, Morse RA. Control of the bee mites *Varroa jacobsoni*

- Oudemans and *Tropilaelaps clareae* Delfinado and Baker with chlorobenzilate [J]. *Philippine Entomologist*, 1969, 1: 144 - 148.
- Lindquist EE, Krantz GW, Walter DE. Order Mesostigmata. In: Krantz GW, Walter DE, eds. *A Manual of Acarology* [M]. Texas: Texas Technical University Press, 2009, 124 - 232.
- Luo QH, Zhou T, Wang Q, et al. Identification of *Tropilaelaps mites* (Acari, Laelapidae) infesting *Apis mellifera* in China [J]. *Apidologie*, 2011, 42: 485 - 498.
- Li ZG, Chen YP, Zhang SW, et al. Viral infection affects sucrose responsiveness and homing ability of forager honey bees, *Apis mellifera* L. [J]. *PLoS ONE*, 2013, 8 (10): e77354.
- Mahavir G, Gupta M. Infestation of *Apis mellifera* L. colonies with ectoparasitic mites [J]. *Annales Biology Ludhiana*, 1999, 15: 227 - 229.
- Otis GW, Kralj J. Parasitic brood mites not present in North America. In: Webster TC, Delaplane KS, eds. *Mites of the Honey Bee* [M]. Illinois: Dadant and Sons, 2001, 251 - 272.
- Rath W, Delfinado - Baker M, Drescher W. Observations on the mating behaviour, sex ratio, phoresy and dispersal of *Tropilaelaps clareae* (Acari: Laelapidae) [J]. *International Journal of Acarology*, 1991, 17: 201 - 208.
- Ralph B, Wilhelm D, Ingo T. Grooming behaviour of *Apis cerana*, *Apis mellifera* and *Apis dorsata* and its effect on the parasitic mites *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae* [J]. *Experimental and Applied Acarology*, 1992, 16: 313 - 319.
- Rashid M, Elizabeth SW, Shazia R. Effect of thymol and formic acid against ectoparasitic brood mite *Tropilaelaps clareae* in *Apis mellifera* colonies [J]. *Pakistan Journal of Zoology*, 2011, 43 (1): 91 - 95.
- Raffique MK, Mahmood R, Aslam M, et al. Control of *Tropilaelaps clareae* mite by using formic acid and thymol in honey bee *Apis mellifera* colonies [J]. *Pakistan Journal of Zoology*, 2012, 44: 1129 - 1135.
- Ritter W, Schneider - Ritter U. *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae* in bienenvolkern von *Apis mellifera* in Thailand [J]. *Apidologie*, 1986, 17: 384 - 386.
- Rinderer TE, Oldroyd BP, Lekprayoon C, et al. Extended survival of the parasitic mite *Tropilaelaps clareae* on adult workers of *Apis mellifera* and *Apis dorsata* [J]. *Journal of Apicultural Research*, 1994, 33: 171 - 174.
- Schmid - Hempel P. *Parasites in Social Insects* [M]. Princeton: Princeton University Press, 1998, 392 - 395.
- Thomas ER, Benjamin PO, Chariya L. Extended survival of the parasitic honeybee mite *Tropilaelaps clareae* on adult workers of *Apis mellifera* and *Apis dorsata* [J]. *Journal of Apicultural Research*, 1994, 33 (3): 171 - 174.
- Woo KS, Lee JH. Current status of honeybee mites in Korea [J]. *HoneyBee Science*, 1997, 18: 175 - 177.
- Woyke J. Survival and prophylactic control of *Tropilaelaps clareae* infesting *Apis mellifera* colonies in Afghanistan [J]. *Apidologie*, 1984, 15: 421 - 434.
- Woyke J. *Tropilaelaps clareae*, a serious pest of *Apis mellifera* in the tropics, but not dangerous for apiculture in temperate zones [J]. *American Bee Journal*, 1985a, 125: 497 - 499.
- Woyke J. Further investigation into control of the parasitic bee mite *Tropilaelaps clareae* without medication [J]. *Journal of Apicultural Research*, 1985b, 24: 250 - 254.
- Woyke J. Length of stay of the parasitic mite *Tropilaelaps clareae* outside sealed honeybee brood cells as a basis for its effective control [J]. *Journal of Apicultural Research*, 1987c, 26: 104 - 109.
- Zhao HX, Luo YX. Molecular detection of virus of *Tropilaelaps mercedesae* in the body. In: 21st Century the First National Conference of Bee Industry Science and Industrial Development [C]. Beijing: Apiculture Science Association of China, 2014. [赵红霞, 罗岳雄. 小蜂螨体内病毒的分子检测. 21 世纪首届全国蜂业科技与产业发展大会论文集 [C]. 北京: 中国养蜂学会, 2014]