

狄斯瓦螨综合防治方法最新研究进展

赵红霞^{1,2}, 曾鑫年², 张学锋¹, 陈华生¹, 黄文忠¹, 罗岳雄¹
(广东省昆虫研究所, 广州 510260; 华南农业大学, 广州 510642)

摘要:狄斯瓦螨是严重危害西方蜜蜂(*Apis mellifera*)的一种体外寄生螨,是威胁世界养蜂业蜜蜂病虫害之一。狄斯瓦螨寄生于成年工蜂体表,影响工蜂的哺育采集防卫等行为;狄斯瓦螨进入巢房底部产卵,进而影响蜂群幼虫的发育;最终影响蜂群的繁殖与生产。养蜂业美其名曰“甜蜜的事业”,由于狄斯瓦螨的危害,甜蜜的事业变得苦涩。随着狄斯瓦螨抗药性及其蜂产品中药残问题,已引起世界各地养蜂业的高度关注。近几年,对狄氏瓦螨防治的研究有了新的进展。笔者分别从物理防治、化学防治、天然源物质防治、生物防治方法等方面作一综述,便于深入了解狄斯瓦螨的防治现状,及其存在的问题,找出更好的防治措施,不仅利于蜂群繁殖生产,而且提供给人类优质的天然蜂产品。

关键词:意大利蜜蜂;狄斯瓦螨;植物源物质

中图分类号:S895.3+2

文献标志码:A

论文编号:2010-3772

The Research Advances on Control of *Varroa destructor*

Zhao Hongxia^{1,2}, Zeng Xinnian², Zhang Xuefeng¹, Chen Huasheng¹, Huang Wenzhong¹, Luo Yuexiong¹

¹Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260;

²South China Agricultural University, Guangzhou 510642)

Abstract: The ectoparasitic mite *Varroa destructor* poses a major threat to the survival of western honey-*bee* (*Apis mellifera*) populations. *Varroa destructor* parasite in adult's worker body and influent nurse or forage behavior, et al. *Varroa destructor* lays eggs in the bottom of nestroom, then affects the development of bee larvae. *Apis* is 'sweet career', but *Varroa destructor* harms *Apis mellifera*, sweet career becomes bitter. With varroa mite drug-resistant and bee products medicine residual problem, has caused the high attention in the world. There were new advances on researches of *Varroa destructor* in recently years. The essay summarized the progress, including physical method, chemical methods, natural material, and biology control.

Key words: *Apis mellifera*; *Varroa destructor*; natuatural material

0 引言

狄斯瓦螨(*Varroa destructor*, 俗称“瓦螨”)是对世界养蜂业威胁最大的蜜蜂病虫害^[1]。狄斯瓦螨是意大利蜜蜂体外的一种寄生物,严重影响蜂群的繁殖与生产。瓦螨不仅影响蜜蜂的发育,而且传播蜜蜂残翅病毒DWV、蜜蜂急性麻痹病毒、蜂群衰竭性死亡等^[2-3]。近年来,蜂产品的药物残留问题,不断敲响警钟,另外

杀螨剂影响蜂王发育、雄蜂精子活力等^[4-5],于是人们开始从生物防治、天然源物质、蜜蜂免疫力等方面探讨狄斯瓦螨的防治问题。

1 物理防治

科学的饲养管理在防治瓦螨的过程中发挥了不可忽视的作用。瓦螨常常寄生于封盖的幼虫和蛹中,日常的饲养管理中,首先,借助于越冬和人为断子的措

基金项目:中蜂抗逆增产技术体系研究与建立(2010B020306001);不同蜜蜂生产区抗逆增产体系研究与示范(nyhyzx07-041);现代农业产业技术体系建设专项资金资助。

第一作者简介:赵红霞,女,1981年出生,山西长治人,在读博士研究生,研究方向:农业昆虫与害虫防治。通信地址:510260 广东省昆虫研究所,广州市新港西路105号蜜蜂研究中心, Tel: 020-84191724, E-mail: hxzh110@126.com。

通讯作者:罗岳雄,男,1956年出生,广东普宁人,高级工程师,研究方向:蜜蜂及其蜂产品。通信地址:510260 广东省昆虫研究所,广州市新港西路105号蜜蜂研究中心, Tel: 020-84191724, E-mail: lyxbee@126.com。

收稿日期:2010-12-29, **修回日期:**2011-04-02。

施,减少瓦螨繁殖,进而控制瓦螨^[6];另外,利用人工分蜂,旧蜂王带着部分成年工蜂离开原群,留下的新王需羽化并交配成功后开始产卵,至少10天的停产期,从而阻止瓦螨繁殖^[7-8]。非洲化蜜蜂有较强的分蜂倾向,它能成功抵御大瓦螨和一些其他疾病^[9];其三,成年雌螨比蜜蜂幼虫和蛹对温度更敏感,热处理治螨时,要提出子脾,抖掉蜜蜂,将子脾放在孵化箱中44℃加热4 h,封盖子内100%的螨被杀死,在此过程中,只有大约5%的蜂子被杀死^[10];其四,利用瓦螨喜寄生于雄蜂房^[11],及时割除雄蜂巢脾的方法^[12]和加入底部筛板进行瓦螨的防治^[10,13]。

2 化学防治

2.1 国内外的化学防治

中国自引入意大利蜜蜂之后,瓦螨危害意大利蜂继而产生。国内外,研究应用防治瓦螨的化学药物,大致经历了几个时期。首先,20世纪60年代初期,国内主要生产中使用卫生球、鱼藤精或升华硫治疗瓦螨^[14-15];接下来的70年代,国内成功研制“敌螨”熏烟剂和“灭螨特”熏烟剂进行防治瓦螨^[16],同时期国外的产品为Folbex;1980年—1990年,国内研制成功“杀螨剂1号”、速杀螨^[17],国外,同类产品为Amitraz和Perizin。90年代,国内研制成功“螨扑”^[18];国外此期的同类产品是Fluvalinet, Apistain和Bayvarol。随着时间的推移,瓦螨对“螨扑”的抗药性问题越来越突出,于是在“螨扑”的基础上,又成功研制出“螨净”杀瓦螨药物^[19]。台湾地区防治瓦螨使用福化利,但近年抗药性也逐渐增大^[20]。

在国外,第1个被批准用于治螨的杀螨剂是Apistan(氟胺氰菊酯),Apistan效果显著,可以杀死蜂群中90%以上的大瓦螨,但是它会造成长蜂蜡、蜂蜜的污染以及抗药瓦螨的出现^[12-13]。已经把氟胺氰菊酯列入蜂蜜检测草案^[14],而且抗氟胺氰菊酯性的瓦螨具有钠离子通道的突变,随着研究的深入,已经检测到钠离子通道中某些碱基的突变导致产生瓦螨产生抗性^[15-17]。然后,开始使用毒性更强的富集在塑料条上的蝇毒磷(Check-Mite⁺)^[18-19],不久就发现瓦螨开始产生抗性^[19]。另一类杀虫剂双甲脒,也由于问题太多而停止生产。

在养蜂业中,硫磺具有防治大小瓦螨的功效,而且物美价廉,养蜂人经常使用。养蜂生产中,硫磺主要有4种形式:水剂、烟剂、粉剂、螨扑挂片^[20-21]。另外,研究者发现使用重金属铜也可以防治瓦螨。昆虫中特殊含铜的血蓝蛋白进行氧和二氧化碳的交换与运输。研究者发现瓦螨体内含较多的铜^[22],可能具有类似血蓝蛋白的铜蛋白,同时发现瓦螨的铜含量是蜜蜂的6倍,于

是,提出,饲喂蜂群含铜化合物可以杀死瓦螨,对蜜蜂无影响。通过饲喂蜜蜂含铜盐的硫酸铜糖浆,结果证实铜结合到瓦螨的组织里,引起瓦螨生理上阻断氧的运输,导致瓦螨死亡,对蜜蜂无害^[23]。在春秋冬等地区的蜂群中,饲喂含有不同剂量硫酸铜糖浆,得出1 L糖浆中含0.25 g硫酸铜,杀螨率达70%;糖浆中含硫酸铜0.35 g/L时,蜜蜂自由采食,1 L糖浆中含硫酸铜达到0.5~1.0 g时采食量下降,糖浆中硫酸铜含量大于1.0 g时蜜蜂不采食^[24]。另外,在1500蜂群里饲喂硫酸铜、葡萄糖铜和乳酸铜,试验得出,以葡萄糖铜的效果最好,葡萄糖铜浓度对蜜蜂无害,但易受季节影响。每周饲喂1 L糖浆,含有0.5 g铜盐,连续饲喂4周。它们不仅对蜜蜂毒性低,而且对蜜蜂增殖具有刺激作用;在非主要流蜜期施用,不污染蜂产品^[25]。

2.2 有机酸的防治

近年来,养蜂者开始使用比较温和的有机酸防治瓦螨。首先,甲酸的治螨是符合现行的欧盟条例^[10,26]。甲酸治螨效果毋庸置疑,甲酸不仅可以渗入封盖子巢房内,而且可以杀死成蜂体外的瓦螨。甲酸产品已经在美国、加拿大和欧洲地区广泛使用,第1代的甲酸产品“mite away”袋装甲酸,袋子内装甲酸溶液,袋子上开若干个口、开口数依蜂群群势而定,放在框梁上使用;第2代甲酸产品,利用软纤维板可以吸附甲酸装入塑料袋中,而且纤维板可以重复使用。第3代是美国批准的有机杀螨剂胶体型甲酸产品“Apicure”,胶体型的产使用更安全^[27],缓慢释放,可以杀死70%的瓦螨。目前,蜂蜜和蜂蜡等产品中未检测到甲酸残留。甲酸的杀螨机制还未探明,瓦螨未对甲酸产生抗性,具有广阔应用前景。

国外学者,开始探讨其他有机酸防治瓦螨,并取得明显的效果。草酸开始用来治螨,在无子的蜂群中,用3~4 mL 3%的草酸溶液喷1张巢脾,杀螨率达98%。但是有子的蜂群有效率仅为30%~40%。草酸具有腐蚀性,而且有毒,也会在蜂蜜中留下明显味道^[28-29]。

另外有研究发现,乳酸有杀螨效果,秋末,每张巢脾喷上8 mL 15%乳酸,杀螨率为92%~99%,但处理后有时高达60%的卵会被蜜蜂立即清除。乳酸治螨耗时较多,大约每人每小时只能处理12群蜂,仍需戴护眼镜和防护手套^[30]。

3 遗传育种

鉴于东方蜜蜂可以通过咬开封房盖,清出巢房内感染瓦螨的幼虫,并且东方蜜蜂对瓦螨的气味异常敏感,故而瓦螨不能危害东方蜜蜂^[31-32]。通过中意蜂营养杂交,结果得出亲本意蜂群与营养杂交子代抗螨力都

存在显著差异,营养杂交子代的抗螨力得到显著提高;但营养杂交子1代和营养杂交子2代之间差异不显著;另外,通过蜜蜂营养杂交培养抗螨新品种;并运用ISSR分析瓦螨对不同亚家系的选择性寄主存在差异,有些亚家系蜜蜂对瓦螨的抗性较高,可能具有抗螨基因,并可能从其父代雄蜂中遗传获得^[33-34]。

由于意大利蜜蜂与瓦螨的长期进化关系,部分的意大利蜜蜂具有卫生行为和清扫行为^[35],选育这类特征的蜜蜂,便于抗病育种的研究^[36],研究者证明了卫生行为的确比较复杂,并提出“许多基因似乎对这种行为有影响”,他们发现7个数量特性位点(QTL)与卫生行为有关。另外有报道至少有70个不同的基因参与卫生行为,这给选育抗螨蜜蜂提供很多可能性^[37-39]。

研究报道,感染瓦螨后的蜜蜂行为上存在明显的区别,而非免疫力方面的差异^[40],通过RNAi干扰技术,引起特定的生理改变,干扰瓦螨GSH代谢酶转录和表达,影响一系列生理生活反应,最终干扰瓦螨的代谢^[41],便于今后新型杀螨剂的研制。另外,中蜂不受瓦螨的危害,意蜂易受瓦螨的危害,从两者寻找突破点,借助分子生物学的手段,寻找瓦螨感染中蜂和意蜂后,基因表达的差异,进而,借助遗传学手段研究瓦螨的防治,开辟了一条新的路径^[42]。

4 植物源防治

由于长期化学药剂的使用,瓦螨产生了抗药性;而且抗药性水平逐渐升高,有必要寻找新的替代性的杀螨物质^[43-44]。在中国,植物性的杀虫杀螨剂,具有丰富的天然资源。据统计,全世界有杀虫植物10000多种,中国已知近千种,这些植物大都具有杀虫灭菌作用,便于今后开展杀螨药物的研究^[45]。中国植物源物质防治瓦螨,一直都有尝试。

目前,国内报道的防治瓦螨的植物源物质有:烟叶、洗衣粉、生石灰粉、芹菜提取物、楝树油、元胡、姜黄、菟丝子、花椒、大茴香、小茴香、地椒^[46]等;国外报道的防治瓦螨的植物源物质^[47-51]:胡桃叶、香薄荷、荷兰薄荷、麝香草酚、桉树油、葡萄香精油、蔗糖辛酸酯、轮叶黑藻、酒神菊等。香精油是防治瓦螨中使用最广的一类植物源物质,具有强烈特殊气味、高挥发性的液态植物组分^[52-54]。不同植物的香精油其功能也不尽相同,通过提取混合麝香草油和桉树油,可以杀死98%瓦螨,而且还能消灭细菌和真菌。用楝树油喷雾杀螨,其效果可达90%±6%;对比试验中,杀螨效果高于百里酚^[55]。百里酚在蜂群中的抑螨活性,每张巢脾使用0.25 g百里酚,瓦螨的死亡率为55%。

5 生物防治瓦螨

5.1 真菌防治瓦螨

狄斯瓦螨严重影响蜜蜂繁殖与发展,防治瓦螨的过程中化学性杀螨剂的应用导致了产品中农药残超标,影响人类身体健康^[56]。总之,急切需要一种控制措施,花费低廉,环境友好,对哺乳动物和蜜蜂无毒性。

国内外,开始使用真菌类杀螨剂^[57],例如 *Hirsutella thompsonii* 汤普森多毛菌^[58],金龟子金龟子绿僵菌^[59-61]和球孢白僵菌^[62-63],对于真菌防治瓦螨已经进行了大量的研究,针对真菌在蜂群中具有杀螨浓度、杀螨时间均有详细的研究,并且已经有相关的产品应用于生产^[64],对于病原真菌的研究经历了病原真菌—筛选优势菌—剂型应用的改进。国内外,金龟子金龟子绿僵菌和白僵菌已经广泛的研究,并形成不同的产品形式,例如条状^[65],饼状^[66]等形式,而且发挥杀螨时真菌的浓度也逐渐精确,友好型金龟子绿僵菌防治意大利蜜蜂体外寄生瓦螨的方法,效果明显,对蜜蜂无害,不影响蜂蜜、蜂蜡、蜂胶等产品品质,并形成产品推广应用。首先,塑料 strip 覆盖真菌孢子,形成的产品 strip *M. anisopliae* 金龟子绿僵菌,可以成功防治瓦螨;但面对数量多的蜂群,对于该产品的使用时间要求很难满足,而且使用该产品7~14天后,蜂群中,真菌的感染率影响着瓦螨防治效果。因而,有必要研制一种具有稳定性能、持效期长的金龟子绿僵菌产品^[65]。于是,金龟子绿僵菌的第2代产品产生,该产品由于干性孢子、蔬菜/植物油、粒状糖形成 patty 友好的金龟子绿僵菌产品防治瓦螨。

5.2 以虫治螨

赤眼蜂是一种卵寄生蜂,根据瓦螨的生活习性,在蜂箱内人工放置交尾后的赤眼蜂,雌性赤眼蜂就在寻找瓦螨作为寄主,根据螨卵大小不同产下不同的卵量,卵内物质刚够子代幼虫吃至化蛹为止,然后将尾部针状产卵管插入螨卵内,把自己的卵产在其中^[67]。赤眼蜂的卵很快孵化成幼虫,吸食螨卵内的物质,供给自身生长发育,被寄生的螨卵内的物质被吸干后,便不能再孵化成幼虫,或偶有孵化,也因体残不全而死亡或失去繁殖能力,这样经过多次寄生后,即可完全根绝瓦螨^[68]。利用赤眼蜂防治虫害不污染环境 and 破坏生态平衡,可以保护自然界多种害虫天敌,节省农药,避免害虫产生抗药性及产品中的农药残留。

5.3 信息素

蜜蜂长期生活在黑暗的蜂巢中,除依靠接触、声音、舞蹈动作进行通讯联系外,很多信息是通过信息素来传递^[69]。研究者分别从卵、幼虫、蛹、成年阶段分离

到相应的信息素,并通过GC-MS测定了相应的信息素的成分^[70,74];而且试验也证实瓦螨具有某些趋性,瓦螨对雄蜂的选择明显高于工蜂,对哺育蜂的选择优于采集蜂;对雄蜂幼虫的选择显著高于工蜂幼虫,对雄蜂大幼虫显著高于小幼虫^[75]。雄蜂幼虫与工蜂幼虫体表挥发物对大瓦螨具有明显的引诱作用,而且两者成分存在相似性,但各自具有独特的成分^[76]。

6 综合防治

有害生物综合防治,内涵采用各种方法将瓦螨控制在一定的经济损害水平之下,造成经济损失的最低有害生物种群密度;根据外界蜜粉源情况,蜂群发展情况,外界温度湿度的条件,瓦螨的蜂群内的寄生情况,采取相应的防治措施^[10]。例如,通过非化学和化学控制方法的相互联系,密切结合,将瓦螨控制在经济损害水平之下。早春时,科学合理的使用化学杀螨剂 Apistan® (fluvalinate), Mite-Away II™ (formic acid)^[7] and Sucroside™ (sucrose octanoate esters),使用过程中注意耐受性的范围,例如,蜂蜜中氯氟胺氰戊菊酯 0.5 mg/L 和 0.1 mg/L 蝇毒磷。蜂蜡中 100 mg/L 蝇毒磷。蚁酸和蔗糖辛酸酯按照使用说明进行^[10]。薄荷醇、百里香、桉树油等精油无耐受性,但需要周期性的使用。生产过程中使用化学性物质杀螨是不可避免的,但只在蜂群必要的情况下使用,并根据操作说明进行。尽量在育子区使用,坚决不在采蜜期使用。另外结合割除雄蜂子,应用底部筛板,抗螨品种的遗传育种,分蜂防止等方法进行全面的防治。在一些地方,蜂群越冬前,再进行化学杀螨剂的使用,但不能将螨剂放于蜂群中过冬。

7 小结

食品安全问题,越来越受到消费者的关注。化学性药物防治狄斯瓦螨的过程中,不仅狄斯瓦螨产生抗药性问题,而且影响蜂产品的品质。因此,必须采用有害生物综合防治狄斯瓦螨的措施。借助于现代分子生物学的手段,例如RNA干扰狄斯瓦螨的某个相关基因的表达或影响DNA的转录水平,从分子水平影响狄斯瓦螨的发育与繁殖;充分利用天然植物源物质,达到绿色科学的防治狄斯瓦螨;伴随着微生物学的发展,科学合理、方便实用的微生物制剂,达到科学防治狄斯瓦螨的目的。狄斯瓦螨严重影响世界养蜂业的病害之一,故而,有必要深入地探讨狄斯瓦螨的科学防治,进而保护蜜蜂并为人类提供优质的蜂产品。

参考文献

[1] Bailey L, Ball B V. Honey Bee Pathology, 2nd edn[M]. London:

Academic Press,1991:193.

- [2] Berenyi, O, Bakonyi,T. et al., Phylogenetic Analysis of Deformed Wing Virus Genotypes from Diverse Geographic Origins Indicates Recent Global Distribution of the Virus[J]. Appl. Envir. Microbiol., 2007,73(11):3605-3611.
- [3] Berenyi O, Bakonyi T, et al., Occurrence of Six Honeybee Viruses in Diseased Austrian Apiaries[J]. Appl. Envir. Microbiol., 2006, 72 (4):2414-2420.
- [4] 吴艳艳,周婷,王强.杀螨剂对蜜蜂的危害[J].中国蜂业,2010,61(7):53.
- [5] 黄文诚.瓦螨的危害及综合防治措施[J].中国养蜂,2005,56(4):20-21.
- [6] Alternative Varroa control[J]. Swiss Bee Research Centre,2003.
- [7] 袁春颖,丁桂玲.大狄斯瓦螨的生物学及防治方法[J].中国蜂业,2008,59(10):69-70.
- [8] 张翠平,胡福良.大狄斯瓦螨生物防治的原理与方法[J].中国蜂业,2009,60(2):51-52.
- [9] Calderon R A, Veen J W. Reproductive biology of Varroa destructor in Africanized honey bees (*Apis mellifera*) [J]. Exp Appl Acarol, 2010,50:281-297.
- [10] Natural Products for Control of Parasitic Honey Bee Mites. Organic Farming Research Foundation Project Report. Nicholas Calderone, Cornell University. web: www.ofrf.org
- [11] Willem J. Minus. Sabelis. Why do Varroa mites invade worker brood cells of the honey bee despite lower reproductive success[J]. Behav Ecol. Sociobiol,1995(36):283-289.
- [12] 黄文诚.提出雄蜂子脾控制瓦螨[J].中国蜂业,2006,57(8):45-46.
- [13] Nicholas W. Calderone. Integrated Pest Management *Varroa destructor* in the Northeastern United States.Bee-Files.
- [14] 超山.消灭狄斯瓦螨,完全可能-介绍用鱼藤精治疗经过[J].中国养蜂,1958(3):11.
- [15] 多种多样的治螨方法[J].中国蜂业,1964(6):17.
- [16] 范正友.一种最新型杀狄斯瓦螨剂“灭螨特”自动扩散杀螨条研制成功[J].蜜蜂杂志,1991,(3):10-11.
- [17] 李独举.螨卵酯熏剂防治狄斯瓦螨试验[J].蜜蜂杂志,1983(01).
- [18] 魏华珍,郑国安,许正鼎.高效杀螨片“螨扑”的研制初报[J].中国蜂业,1991(3):2.
- [19] 吴登桢,吴辉虎.蜂蟹螨(*Varroa destructor*)对福福利抗药性及其防治的研究[J].蜜蜂杂志,2010(9):9-10.
- [20] 剪象林.防治狄斯瓦螨的药物及其使用方法[J].蜜蜂杂志,2009 (11):38-40.
- [21] 陶春林.箱底撒升华硫治小狄斯瓦螨[J].中国蜂业,2008,59(8):26.
- [22] 黄文诚.防治瓦螨的铜盐[J].蜜蜂杂志,2005(9):21-22.
- [23] Alekceev J. Of Apiculture Research,1988(3):32.
- [24] Guiraudg, Netctouxandre, et al. Evaluat ion of cupric sulphate as an acaricide against varroa jacobsoni[J]. J of Apiculture Research.1989, 28(4):201-207.
- [25] Bounias M, Andre J- F, Nectoux et al. Varroa jacobsoni control by feeding honeybees with organic cupric salts. Honeybee Science.
- [26] James W. Amrine, Robert Noel. Formic acid fumigator for conteolling varroa mites in honey bee hive[J].Internat.J.Acarol, 2006, 32(2):115-126.

- [27] Rafael A, Calderón, Natalia Fallas, et al. Zamora Behavior of varroa mites in worker brood cells of Africanized honey bees[J]. Experimental and Applied Acarology,2009,49(4),329-338.
- [28] Jean-daniel charriere, Anton imdorf. Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions[J]. Bee World, 2002, 83(2): 51-60.
- [29] 丁桂玲,石巍.草酸滴加法治大狄斯瓦螨[J].中国蜂业,2009(9):50.
- [30] 张翠平,胡福良.三种可用于治螨的有机酸.中国蜂业,2008,59(4): 27-28.
- [31] 谭垦,余玉生,张学文.东方蜜蜂抗螨的试验研究[J].中国养蜂,2002 (06).
- [32] 周婷,王强,姚军,孙继虎等.中国狄斯瓦螨(*Varroa destructor*,大狄斯瓦螨)研究进展[J].中国蜂业,2007,58(2):5-7.
- [33] 谢宪兵,曾志将,邹阳,等.中蜂与意蜂营养杂交对意蜂抗螨力的影响研究[J].江西农业大学学报,2005(04).
- [34] 刘益波,曾志将.中意蜂混合饲养对意蜂狄斯瓦螨寄生率的影响[J].江西农业大学学报,2009,31(5):830-832.
- [35] 顾贵波,李建科.抗螨蜜蜂的饲养技术[J].现代畜牧兽医,2009(11): 8-11.
- [36] 周婷,张青文,王强,等.蜜蜂巢房大小影响狄斯瓦螨的繁殖行为[J].昆虫知识,2006,43(01):89-93.
- [37] Lapidge K, Oldroyd B, Spivak M. Seven suggestive quantitative trait loci influence hygienic behavior of honey bees[J]. Naturwissenschaften,2002,89:565-568.
- [38] Gramacho K P, Spivak M. Differences in olfactory sensitivity and behavioral responses among honey bees bred for hygienic behavior [J]. Behav. Ecol. Sociobiol,2003,54:472-479.
- [39] Spivak M, Reuter G S. *Varroa jacobsoni* infestation in untreated honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) colonies selected for hygienic behavior[J]. J. Econ. Entomol,2001b,94:326-331.
- [40] Navajas M, Migeon A, Alaux C. et al. Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection[J]. BMC Genomics, 2008, 9: 301.
- [41] Ewan M, Campbell, Giles E Budge Alan S Bowman, et al. Gene-knockdown in the honey bee mite *Varroa destructor* by a non-invasive approach: studies on a glutathione S-transferase[J]. Parasites & Vectors,2010, 3:73.
- [42] Zhang Y, Liu X J, Han R C, et al. Differential gene expression of the honey bees *Apis mellifera* and *A. cerana* induced by *Varroa destructor* infection[J]. Journal of Insect Physiology,2010(56): 1207-1218.
- [43] 李旭涛.中国植物源狄斯瓦螨控制剂的研究与开发[J].蜜蜂杂志, 2002(7):8-10.
- [44] 李旭涛,何旭.研制杀螨剂的一些思考[J].中国养蜂,2002,53(5): 16-17.
- [45] 杨俊杰.新型植物:农药医药的天然宝库[J].科技日报,1998(8):3.
- [46] 张凯,刘英,温海波.地椒提取物杀螨活性研究[J].中国农学通报, 2010, 26(5): 236-238.
- [47] Ardeshir A, Rahim E, Gholamhosein T. Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) [J].Experimental and Applied Acarology,2002,27:319-327.
- [48] Anton I, Stefan B, et al. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies[J]. Apidologie, 1999 (30): 209-228.
- [49] Natalia Damiani, Liesel B, Gende, et al. Acaricidal and insecticidal activity of essential oils on *Varroa destructor*(Acari: Varroidae)and *Apis mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*) [J]. parasitol Res,2009(106): 145-152.
- [50] Elke G, Michel A. Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera* L.) [J]. Vet. Res,2010(41):54.
- [51] 师鹏珍,雷明霞,刘彩云.利用生物技术和中草药防治中蜂囊状幼虫病[J].蜜蜂杂志,2010(3):28-29.
- [52] Natalia D, Liesel B G, Matias D M. Repellent and acaricidal effects of botanical extracts on *Varroa destructor*[J]. Parasitol Res, 2010(9).
- [53] 胡福良,朱威,李英华.香精油抗狄斯瓦螨作用的研究进展[J].养蜂科技,2004(5):21-24.
- [54] 胡福良,朱威,李英华.香精油的抗狄斯瓦螨作用及其在蜂群中的应用[J].2005,42(4):375-378.
- [55] Floris I, Satta A, Cabras P, et al. Comparison between two thymol formulations in the control of *Varroa destructor*: effectiveness, persistence and residues[J]. J Econ Entomol,2004,96:187-191.
- [56] Elzen P J, Eischen F A, Baxter J B, et al. Fluvalinate resistance in *Varroa jacobsoni* from several geographic locations, Am[J]. Bee J. 1998,138:674-676.
- [57] Kanga L H B, James R R. *Varroa* control with fungal pathogens may be an option soon. Am[J]. Bee J,2002,142:519.
- [58] Kanga L H B, James R R, Boucias D G. *Hirsutella thompsonii* and *Metarhizium anisopliae* as potential microbial control agents of *Varroa destructor*, a honey bee parasite[J]. Journal of Invertebrate Pathology,2002(81):175-184.
- [59] Garcí'a-Ferna'ndez P, Rivera-Gonza'lez M, Santiago-A'lvarez C, et al. Pathogenicity and thermal biology of mitosporic fungi as potential microbial control agents of *Varroa destructor* (Acari: Mesostigmata), an ectoparasitic mite of honey bee, *Apis mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*) [J]. Apidologie,2008(39):662-673.
- [60] Christine Peng Y S, Zhou X S, et al. Virulence and site of infection of the fungus, *Hirsutella thompsonii*, to the honey bee ectoparasitic mite, *Varroa destructor*[J]. Journal of Invertebrate Pathology,2002, 81:185-195.
- [61] Lamber T, Houssouble, Kanga, et al. Field Trials Using the Fungal Pathogen, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes: Hyphomycetes) to Control the *Ectoparasitic Mite, Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Honey Bee, *Apis mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*) Colonies[J]. J. Econ. Entomol,2003,96(4):1091-1099.
- [62] Meikle W G, Mercadier G, Holst N, et al. Duration and spread of an entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycota : Hyphomycetes), used to treat varroa mites (Acari : Varroidae) in honey bee (*Hymenoptera:Apidae*) hives[J]. JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY,2007,100(1):1-10.
- [63] Tefera T, Pringle K. Germination, radial growth, and sporulation of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates and their virulence to *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) at different

- temperatures[J]. *Biocontrol Sci. Technol*,2003,13:699-704.
- [64] Marta Rodríguez, Marcos Gerding, Andrés France. Selection of entomopathogenic fungi to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) [J]. *Chilean Journal of agricultural research*, 2009, 69(4): 534-540.
- [65] Lambert H B, Kanga W A J, Carlos G. Efficacy of strips coated with *Metarhizium anisopliae* for control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in honey bee colonies in Texas and Florida[J]. *Exp Appl Acarol*, 2006, 40:249-258.
- [66] Lambert H B, Kanga , John Adamczyk, et al. Carlos Gracia · John Cascino. Development of a user-friendly delivery method for the fungus *Metarhizium anisopliae* to control the ectoparasitic mite *Varroa destructor* in honey bee, *Apis mellifera*, colonies[J]. *Exp Appl Acarol* , 2010, (52):327-342.
- [67] 逯彦果,刘守礼.利用赤眼蜂防治狄斯瓦螨的构想[J].蜜蜂杂志, 2003(8):18-19.
- [68] 逯彦果,刘守礼,田自珍,等.赤眼蜂(*Trichogramma*)防治狄斯瓦螨的效果初试[J].蜜蜂杂志,2004(12):8-9.
- [69] 曾志将,彭文君,刘益波.蜜蜂信息素与狄斯瓦螨防治[J].中国蜂业, 2007,58(11):25-26.
- [70] Le conte Y, Arnold G, Troiler J. Attraction of the parasitic mite *Varroa* to the drone larvae of honey bees by simple aliphatic esters [J]. *Science*,1989(25):638-639.
- [71] Troiler J, Arnold G, Leconte Y. Temporal Pheromonal and Kairomonal Secretion in the Brood of Honeybees[J]. *Naturwissenschaften*,1991(78):368-370.
- [72] Martin C, Salvy M. Provost E. Variations in chemical mimicry by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* according to the developmental stage of the host honeybee *Apis mellifera*[J]. *Insect Biochem Mol Biol*,2001(31):365-379.
- [73] Francesco N, Nnrberto M, Giorgio D. Semiochemicals from larval food affect the locomotory behaviour of *Varroa destructor*[J]. *Apidologie*,2001(3):149-155.
- [74] 颜伟玉,曾志将.西方蜜蜂卵标记信息素研究进展[J].蜜蜂杂志, 2008(1):34-36.
- [75] 刘益波,颜伟玉,吴小波,等.狄斯瓦螨对蜜蜂及幼虫表面信息素的选择性研究[J].蜜蜂杂志,2009(7):6-9.
- [76] 孙艳,秦玉川.大狄斯瓦螨对一些气味物质的趋性[J].昆虫知识, 2008,45(5):780-784.