

## 蜂蜜孢粉学研究进展

宋晓彦<sup>1</sup>,姚轶锋<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>山西农业大学农学院,山西太谷 030801;

<sup>2</sup>中国科学院植物研究所系统与进化植物学国家重点实验室,北京 100093)

**摘要:**蜂蜜孢粉学是研究蜂蜜中花粉的科学,是孢粉学的一个重要分支,主要应用于蜂蜜的植物来源和地域来源的鉴定、蜂蜜品质的检验以及有毒蜜源的鉴别等方面。蜂蜜孢粉学经过一个多世纪的发展以后,已经从定性分析发展到定量研究的阶段,而且研究方法不断改进提高,由最初的整体封片法、醋酸酐分解法发展到追踪孢子法。综述了近20年来国内外蜂蜜孢粉学的研究进展,分析了国内研究的现状和存在的不足,并对今后的发展趋势进行了展望。

**关键词:**蜂蜜孢粉学;蜂蜜来源;品质检验;有毒蜜鉴别;研究进展

**中图分类号:**S89 **文献标识码:**A

### Advances in Melissopalynology

Song Xiaoyan<sup>1</sup>, Yao Yifeng<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>College of Agronomy, Shanxi Agricultural University, Taigu Shanxi 030801;

<sup>2</sup>State Key Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany,

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

**Abstract:** Melissopalynology is an important branch of palynology, dealing with the pollen in honey. It is extensively applied to identification of the botanical and geographical origin of honey, examination of honey quality, recognition of toxic honey source, etc. Since the end of the nineteenth century, it has developed towards quantitative analysis and three techniques, viz. slide-integrated technique; acetic anhydride technique and spore-tracker technique were improved. This paper reviews the advances in melissopalynology at home and abroad during the past twenty years, the research status and problems in China, and also brings forward the trend of development in future.

**Key words:** melissopalynology, origin of honey, examination of quality, recognition of toxic honey, advances

蜂蜜孢粉学(Melissopalynology)是研究蜂蜜中花粉的科学,是孢粉学的一个重要分支。其主要任务是通过分析蜂蜜中的花粉及蜜源植物花粉形态比较研究,来确定蜂蜜的来源、产地和种类。对蜂蜜中有毒花粉形态的分析鉴别,可以确保蜂蜜消费者的食用安全。对来自不同蜂种的蜂蜜中的花粉分析,有助于研究蜜蜂的种间竞争<sup>[1]</sup>。

笔者综述了近20年来国内外蜂蜜孢粉学的研究进展,并对国内蜂蜜孢粉学研究存在的问题和发展趋

势作了简要的探讨。

### 1 国外研究概况

国外蜂蜜孢粉学研究的历史可以追溯到19世纪末,早在1895年Pfister开始利用光学显微镜观察了产自瑞士、法国和北欧一些国家的蜂蜜中的花粉,据此来推断、确定蜂蜜的地区来源<sup>[2]</sup>。在接下来的一个多世纪里,欧洲、美洲和亚洲的许多国家,如西班牙、意大利、巴西、阿根廷和印度等国家,立足于本国的植物资源,相继开展了大量的蜂蜜孢粉分析工作,积累了丰富

基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(No.40701191)。

第一作者简介:宋晓彦,女,1976年出生,博士,讲师,从事孢粉学和农业生态学的教学和研究。通信地址:030801 山西省太谷县山西农业大学农学院, E-mail: songxiaoy123@hotmail.com。

通讯作者:姚轶锋, Tel: 010-62836935, E-mail: yaoyf@ibcas.ac.cn。

收稿日期:2008-12-11, 修回日期:2009-02-13。

的研究资料。在此,笔者主要回顾了近20年来这些国家在蜂蜜孢粉学方面取得的进展。

### 1.1 西班牙

Jato等(1991年)对西班牙西北部奥伦塞地区94个蜂蜜样品进行了定量的孢粉分析,确定了该地区主要的蜜源植物有欧洲板栗(*Castanea sativa* Mill.)、悬钩子属(*Rubus* spp.)、百脉根(*Lotus corniculatus* Linn.)和杜鹃花科(Ericaceae)<sup>[3]</sup>。次年,Seijo等对拉科鲁尼亚60个蜂蜜样品进行了花粉分析,其中37个样品为多花蜜,23个为单花蜜。栗属(*Castanea*)、桉属(*Eucalyptus*)、悬钩子属、石南属(*Erica*)和染料木属(*Genista*)花粉组合在87%的样品中存在,该花粉组合特征可用于鉴别本地区的蜂蜜<sup>[4]</sup>。1994年Ortiz研究发现了蜂蜜和花粉样品中半日花科(Cistaceae)植物花粉的存在,结果证明半日花科植物可以作为西班牙西南部地区蜜蜂的食物来源<sup>[5]</sup>。1997年,Diaz Losada等研究了采自加利西亚省6个不同养蜂场的20个蜂蜜和花粉样品,结果表明花蜜是当地主要的蜂蜜来源,而金雀儿(*Cytisus scoparius* (L.) Link.)、欧洲板栗、悬钩子属、夏栎(*Quercus robur* L.)和石南属等植物是当地主要的花粉源<sup>[6]</sup>。同年,Seijo等分析了该省530个蜂蜜样品,并报道了其中212个单花蜜的地理来源<sup>[7]</sup>。2001年Perez-Atanes等研究了加利西亚省30个蜂蜜样品中的真菌孢子,并探讨了样品中真菌孢子和花粉数量之间的关系<sup>[8]</sup>。同期,Seijo和Jato为了解栗属花粉在加利西亚蜂蜜中的重要性,对599个蜂蜜样品进行了花粉分析<sup>[9]</sup>。2002年Herrero等分析了采自利昂和帕伦西亚的89个蜂蜜样品,根据蜂蜜中花粉的组成,确定了46个样品为单花蜜。同时,聚类和相关分析结果表明从地理和植物的角度对蜂蜜进行品质鉴定是行之有效的<sup>[10]</sup>。2004年Terrab等研究了西班牙25个百里香蜂蜜初步的孢粉学特征<sup>[11]</sup>。2006年de Sa-Otero等对西班牙西北部11个蜂蜜样品进行了定性和定量的分析,其结果表明不同种类的蜂蜜其花粉组成也不同<sup>[12]</sup>。2008年de Sa-Otero和Armesto-Baztan对采自Allariz-Maceda不同养蜂场的45个样品进行了蜂蜜孢粉学的定性和定量研究<sup>[13]</sup>。

### 1.2 意大利

Ferrazzi(1992年)阐述了蜂蜜孢粉学的研究目的和意义以及在意大利的研究概况<sup>[14]</sup>。1995年Oddo等利用感官、显微观察(主要是定性和定量的蜂蜜孢粉分析)和理化特性分析对14种意大利单花蜜的特征进行了综合研究<sup>[15]</sup>。1996年Floris等对150个撒丁蜂蜜(包括87个多花蜜和63个单花蜜)进行了定量的花粉分

析,其主要目的是通过检测蜂蜜中花粉的绝对数目来确定撒丁蜂蜜的等级<sup>[16]</sup>。1997年Poiana等对意大利市售的198个蜂蜜样品进行了孢粉学、化学、物理化学和感官特性的综合分析,通过研究确定了这些蜂蜜样品的植物来源以及可能的进口国<sup>[17]</sup>。

### 1.3 希腊

Dimou等(2006年)对希腊4个不同地区的73个冷杉和松粉蜂蜜样品进行了显微观察,结果显示借助显微分析能够将不同植物来源的松粉和冷杉蜜露蜂蜜区分开,但并不能鉴别蜂蜜的地理来源<sup>[18]</sup>。同年,Karabournioti等对产自不同区域的180种希腊百里香蜂蜜进行了花粉分析,并利用判别模型来预测这些蜂蜜的地理来源<sup>[19]</sup>。

### 1.4 巴西

Ramalho等(1991年)通过对圣保罗和巴拉纳地区的256个蜂蜜样品进行花粉分析确定了这些蜂蜜的特征和蜜源植物<sup>[20]</sup>。1998年Barth和Da Luz研究了采自里约热内卢瓜纳巴拉海湾附近的红树林区域的蜂蜜样品和西方蜜蜂携带的花粉,分析结果表明蜜蜂经常从杂草植物和作物摄取花粉,而从典型的红树林植物摄取的花粉很少<sup>[21]</sup>。2004年Barth对巴西蜂蜜孢粉学的研究历史和现状进行了总结<sup>[22]</sup>。2007年Sodre等分析鉴定了采自皮奥伊州和塞阿拉州的58个蜂蜜样品中的花粉,并证实了2—8月期间可以作为蜜源的主要植物<sup>[23]</sup>。

### 1.5 阿根廷

Valle等(2001年)对产自Sistema Ventania山前平原的22个蜂蜜样品进行了花粉和物理化学特性分析。其中15个蜂蜜样品被证明是单花蜜,其他7个是多花蜜<sup>[24]</sup>。2003年Forcone等通过花粉分析探讨了巴塔哥尼亚丘布特流域的蜂蜜中花粉组成的年内变化<sup>[25]</sup>。2006年Fagundez等对38个产自恩特雷里奥斯中部地区的蜂蜜样品进行了定性和定量的花粉分析,并根据植物和地理来源对蜂蜜样品进行了分类<sup>[26]</sup>。2008年Forcone分析了1995—2004年间在巴塔哥尼亚丘布特省采集的140个蜂蜜样品中的花粉,其目的主要在于确定意大利蜜蜂的蜜源植物<sup>[27]</sup>。

### 1.6 乌拉圭

Daners等(1998年)运用蜂蜜孢粉学研究来鉴定乌拉圭市售的21个蜂蜜样品的植物和地理来源<sup>[28]</sup>。2008年Corbella等对乌拉圭49个不同植物来源的蜂蜜样品进行了花粉分析,基于统计的花粉数量并结合主成分分析和线性判别分析对蜂蜜样品进行了检测。结果表明用花粉数量结合多变量分析的方法来检测蜂

蜜样品是行之有效的<sup>[29]</sup>。

### 1.7 印度

Jhansi等(1991年)研究了采自印度南部安得拉邦普拉喀桑地区排蜂蜂巢的6个蜂蜜样品,通过花粉分析证实了这些蜂蜜均为多花蜜,同时确定了该地区夏季主要的蜜源植物<sup>[30]</sup>。1995年Ramanujam等分析了安得拉邦哥达瓦里东部地区养蜂场的29个蜂蜜样品,结果表明其中20个样品为单花蜜<sup>[31]</sup>。2002年Jana等对孟加拉邦穆希达巴德地区的25个养蜂场蜂蜜和6个压榨蜜进行了定性和定量的花粉分析,结果表明这些蜂蜜大部分是以黑芥(*Brassica nigra* (L.) Koch.)、芫荽(*Coriandrum sativum* L.)、向日葵(*Helianthus annuus* L.)、辣木(*Moringa oleifera* Lam.)、枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)和蓝桉(*Eucalyptus globulus* Labill.)为主的单花蜜<sup>[32]</sup>。2004年Jana对采自恒河平原的122个蜂蜜样品进行了花粉分析,鉴定了该地区主要的蜜粉源植物<sup>[33]</sup>。2005年Bhusari等对马哈拉施特拉邦27个蜂蜜样品和从19个蜂巢中获得的245个花粉团进行了花粉分析,其结果对该地区商业养蜂企业的建立和发展非常重要<sup>[34]</sup>。

### 1.8 其他国家和地区

Kerkvliet等(1991年)研究了产自苏里南滨海平原30个不同地点的97个蜂蜜样品,分析结果表明该地区重要的蜜源植物主要有亮叶白骨壤(*Avicennia germinans* (L.) L.)、药用紫檀(*Pterocarpus officinalis* Jacq.)、乌墨(*Syzygium cumini* (Linn.) Skeels.)和圭亚那冬青木(*Ilex guianensis* (Aubl.) Kuntze.)等<sup>[35]</sup>。1992年Jones等综述了20世纪以来美国蜂蜜孢粉学的研究概况<sup>[36]</sup>。1993年Dustmann等运用蜂蜜花粉分析方法探讨了花蜜来源,结果显示大戟科的大戟属(*Euphorbia*)和乌臼属(*Sapium*)中的多个物种是花蜜的主要来源,同时借助光学显微镜和扫描电子显微镜对大戟属和乌臼属植物花粉进行了形态观察<sup>[37]</sup>。同年,Lutier等对蜂蜜花粉分析方法提出了改良<sup>[38]</sup>。1994年Villanuevag通过蜂蜜样品花粉分析探讨了墨西哥尤卡坦半岛意大利蜜蜂的花蜜来源<sup>[39]</sup>。与此同时,Vit等对委内瑞拉23个不同地点的68种无刺蜂蜂蜜进行了花粉分析<sup>[40]</sup>。1996年Behm等论述了蜂蜜花粉分析在确定蜂蜜种类和来源等方面的可靠性<sup>[41]</sup>。1997年Coffey和Breen研究了爱尔兰蜜粉源的季节性变化<sup>[42]</sup>。1998年Aira等对产自葡萄牙的80个蜂蜜样品进行了孢粉分析,鉴定出63个单花蜜,并认为利用某些具有指示意义的花粉可以将葡萄牙的单花蜜和西班牙的单花蜜区分开<sup>[43]</sup>。同年,Molan认为蜂蜜中的花粉揭示出蜜蜂产蜜时周围生长的一些植物,因而可以利用蜂蜜孢粉学确定蜂蜜

的地理来源,但是在确定蜂蜜的植物来源时存在问题<sup>[44]</sup>。2005年D'Albore等对克罗地亚64个蜂蜜样品进行了花粉分析,鉴定出106种花粉类型,并根据这些花粉类型来确定蜜蜂的采蜜场所<sup>[45]</sup>。2006年Dag等对以色列鳄梨蜂蜜进行了物理、化学和孢粉学特征的分析<sup>[46]</sup>。此外,Kanjeric等对112个南斯拉夫达尔马提亚鼠尾草蜂蜜样品进行了物理化学、孢粉学以及感官特性的综合分析。结果表明虽然鼠尾草蜂蜜的化学组成具可变性,但同时也具有它独特的特征<sup>[47]</sup>。Ramos等对产自耶罗岛19个不同养蜂场的31个蜂蜜样品进行了定性和定量的花粉分析以及运用感官特征来评判蜂蜜品质<sup>[48]</sup>。2007年Dimou等研究了蜂王浆样品中的花粉,并与花粉捕捉器捕集的花粉进行了比较,结果表明花粉分析可用于确定蜂王浆的地域来源<sup>[49]</sup>。同时,Dimou等对比研究了3种用于评价蜜蜂采集到的花粉相对丰度的方法<sup>[50]</sup>。Dongock对产自喀麦隆的30个蜂蜜样品进行了花粉分析,其主要目的是通过蜂蜜孢粉学的研究来确定哪些蜜源植物是塞内加尔蜂经常光顾的<sup>[51]</sup>。Sajwani等对48个采自阿曼马斯喀特和阿曼湾巴提奈地区的蜂蜜样品中的花粉进行了光学显微镜和扫描电子显微镜的观察,共鉴定了50科122种花粉类型。结果显示32个蜂蜜属单花蜜,其余16个属多花蜜<sup>[52]</sup>。

## 2 国内研究现状

相比而言,国内蜂蜜孢粉学的研究起步相对较晚。大多数研究工作集中在蜜粉源植物(包括有毒蜜粉源植物)花粉形态观察和描述方面,很少涉及到蜂蜜中花粉的定性和定量研究。

### 2.1 蜜粉源植物(包括有毒蜜粉源植物)花粉形态研究

为适应中国农业和养蜂业发展的需要,1965年中国科学院植物研究所张金谈和中国农业科学院蜜蜂研究所王嘉琳首次报道了国产的26科、42种蜜源植物花粉形态,标志着国内蜂蜜孢粉学研究的开端<sup>[53]</sup>。1978年张玉龙等撰文介绍了蜂蜜中的危险分子——有毒花粉的形态<sup>[54]</sup>。1986年郝海平观察、描述和研究了西北地区28科59属68种蜜粉源植物花粉形态<sup>[55]</sup>。1992年徐万林出版了“中国蜜粉源植物”一书,全面系统地介绍了全国各地的主要和辅助蜜源植物<sup>[56]</sup>。1994年蒋选利等观察描述了陕西省境内30种常见蜜源植物的花粉形态,并就花粉形态特征在鉴定蜜源植物花粉的属种、确定蜂蜜的产地、评价蜂蜜的品质等方面进行了探讨<sup>[57]</sup>。1995年刘炳仑观察了国产毛茛科的乌头(*Acomtum carmichaeli* Debx.)、罂粟科的博落回(*Macleaya covdata* (Willd.) R. Br.)和卫矛科的雷公藤(*Tripterygium wilfordii* Hook. f.)等14种有毒蜜粉源植

物的花粉形态,为一般蜜粉源植物花粉的形态鉴别提供了对比的依据。同时,观察了十字花科的油菜 (*Brassica campestris* L.)、无患子科的荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.)、胡麻科的芝麻 (*Sesamum indicum* Linn.)等8种主要蜜粉源植物的花粉形态。并利用光学显微镜和扫描电子显微镜观察研究了北京地区13属24种百合科蜜粉源植物的花粉形态<sup>[58-60]</sup>。1996年刘炳仑对毛茛科部分有毒蜜粉源植物(如驴蹄草、飞燕草和白头翁等)及其花粉形态进行了研究<sup>[61]</sup>。随后对蜜粉源植物花粉形态观察研究的历史渊源进行了回顾与总结<sup>[62]</sup>。2000年又总结了驴蹄草 (*Caltha palustris* L.)、飞燕草 (*Consolida ajacis* (L.) Scher) 和白头翁 (*Pulsatilla chinensis* (Bunge) Regel.)等23种有毒蜜粉源植物名录。并对国产芸香科(Rutaceae)辅助粉源植物的花粉形态进行了观察描述<sup>[63-65]</sup>。2001年刘炳仑观察研究了春夏秋冬44种主要蜜源植物的花粉形态。春季主要包括油菜和龙眼 (*Dimocarpus longan* Lour.)等7种,夏季主要包括洋槐 (*Robinia pseudoacacia* L.)和枣树等21种,秋季包括向日葵和胡枝子 (*Lespedeza bicolor* Turcz.)等10种,冬季包括大叶桉 (*Eucalyptus robusta* Smith) 和枇杷 (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.)等6种。与此同时,又观察了国产柿属 (*Diospyros*)1属18种1变种蜜源植物及其花粉形态<sup>[66-67]</sup>。2007年赵风云等调查了云南部分地区常见的蜜源植物,并得出了相应的植物花粉图谱<sup>[68]</sup>。

## 2.2 蜂蜜花粉分析方法与定性、定量研究

1966年张金谈等介绍了蜂蜜花粉分析方法,并对10种国产蜂蜜进行了花粉分析<sup>[69]</sup>。2006年姚铁锋等对海南岛清澜港红树林区域内采集的蜂蜜和中华蜜蜂体内的花粉团进行了定性和定量的花粉分析<sup>[70]</sup>。2007年王玉良等依据花粉形态特征,对枣、银杏 (*Ginkgo biloba* L.)和洋槐等8种蜂蜜中花粉粒的数量和种类进行鉴定,探讨了花粉的特征和比例作为判断蜂蜜产品产地和质量辅助依据的可行性<sup>[71]</sup>。

## 2.3 其他方面

1984年林丰安在植物学通报上发表了题为“应用花粉粒鉴定椴树蜜品质的探讨”的实验报告<sup>[72]</sup>。1994年刘炳仑阐述了蜜粉源植物孢粉学的概念,蜜粉源植物花粉形态与养蜂业的关系,有毒花粉及其中毒的防止等问题<sup>[73]</sup>。1995年王宪曾报道了利用花粉来鉴别假蜜是一个行之有效的办法<sup>[74]</sup>。2007年赵风云等针对国内外蜂蜜孢粉学的研究与应用进行了探讨<sup>[1]</sup>。

## 3 结语与展望

蜂蜜孢粉学在经历了一个多世纪的发展以后,已

经从定性分析发展到定量研究的阶段,研究方法不断改进提高,从最初的整体封片法、醋酸酐分解法发展到追踪孢子法。同时,花粉分析与感官、物理化学、数理统计分析相结合,应用于综合探讨蜂蜜的特性、种类以及植物和地域来源等方面。

国内上述研究工作的开展为进一步研究中国蜜粉源植物和蜂蜜孢粉学奠定了良好的基础。然而,国内蜂蜜孢粉学研究与国外研究水平还有一定差距,还存在不少问题。目前,国内主要集中在蜜粉源植物的花粉形态研究方面,对蜂蜜中的花粉进行定性和定量的研究以及确定蜂蜜的植物和地域来源等方面相对缺乏,发表的相关论文也非常有限,而且研究比较零散,不够集中,研究的样品数量较少。今后有待在蜂蜜中花粉的定性和定量研究方面加大力度,系统性地开展研究工作,并尝试运用国外的先进技术和方法,不断提高国内蜂蜜孢粉学的研究水平。笔者相信国内蜂蜜孢粉学仍然存在很大的研究空间和广阔的应用前景,必将得到进一步的发展。同时,对中国整个养蜂业的发展也具有十分重要的意义。

## 参考文献

- [1] 赵风云,董霞,李建军.蜂蜜孢粉学的研究与应用.云南农业大学学报,2007,22(2):270-274.
- [2] Wodehouse R P. Pollen grains. New York: McGraw Hill Book Company,1935:574.
- [3] Jato M V, Salallinares A, Iglesias M I, et al. Pollens of honeys from North-Western Spain. Journal of Apicultural Research,1991,30(2): 69-73.
- [4] Seijo M C, Aira M J, Iglesias I, et al. Palynological characterization of honey from La-Coruna Province (NW Spain). Journal of Apicultural Research,1992,31(3-4):149-155.
- [5] Ortiz P L. The Cistaceae as food resources for honey-bees in SW Spain. Journal of Apicultural Research,1994,33(3):136-144.
- [6] Diaz Losada E, Gonzalez Porto A, Saa Otero M P. Melisopalynological study in Galicia (Spain). Orsis,1997,12:27-38.
- [7] Seijo M C, Jato M V, Aira M J, et al. Unifloral honeys of Galicia (North-West Spain). Journal of Apicultural Research,1997,36(3-4): 133-140.
- [8] Perez-Atanes S, Seijo-Coello M D, Mendez-Alvarez J. Contribution to the study of fungal spores in honeys of Galicia (NW Spain). Grana,2001,40(4-5):217-222.
- [9] Seijo M C, Jato M V. Distribution of Castanea pollen in Galician honeys (NW Spain). Aerobiologia,2001,17:255-259.
- [10] Herrero B, Valencia-Barrera R M, San Martin R, et al. Characterization of honeys by melissopalynology and statistical analysis. Canadian Journal of Plant Science,2002,82(1):75-82.
- [11] Terrab A, Pontes A, Heredia F J, et al. A preliminary palynological characterization of Spanish thyme honeys. Botanical Journal of the

- Linnean Society, 2004, 146(3): 323-330.
- [12] De Sa-Otero M P, Armesto-Baztan S, Diaz-Losada E. A study of variation in the pollen spectra of honeys sampled from the Baixa Limia-Serra do Xures Nature Reserve in North-West Spain. Grana, 2006, 45(2): 137-145.
- [13] De Sa-Otero M P, Armesto-Baztan S. Study of variation in the pollen spectra of honeys sampled from the Allariz-Maceda (Ourense) geopolitical country in northwest Spain. Acta Botanica Gallica, 2008, 155(2): 201-217.
- [14] Ferrazzi P. Melissopalynology significance and Italian situation. Apicoltore Moderno, 1992, 83(2): 59-66.
- [15] Oddo L P, Piazza M G, Sabatini A G, et al. Characterization of unifloral honeys. Apidologie, 1995, 26(6): 453-465.
- [16] Floris I, Prota R, Fadda L. Melissopalynological quantitative analysis of typical Sardinian honeys. Apicoltore Moderno, 1996, 87(4): 161-167.
- [17] Poiana M, Manzi E, Postorino S, et al. Research on commercial honey in Italy. Melissopalynology, chemical, physico-chemical and organoleptic characteristics: Observations on honey produced in the 1989-1994 years. Rivista di Scienza dell'Alimentazione, 1997, 26(1): 13-42.
- [18] Dimou M, Katsaros J, Klonari K T, et al. Discriminating pine and fir honeydew honeys by microscopic characteristics. Journal of Apicultural Research, 2006, 45(2): 16-21.
- [19] Karabournioti S, Thrasylvoulou A, Eleftheriou E P. A model for predicting geographic origin of honey from the same floral source. Journal of Apicultural Research, 2006, 45(3): 117-124.
- [20] Ramalho M, Guibu L S, Giannini T C, et al. Characterization of some Southern Brazilian honey and bee plants through pollen analysis. Journal of Apicultural Research, 1991, 30(2): 81-86.
- [21] Barth O M, Da Luz C F P. Melissopalynological data obtained from a mangrove area near to Rio de Janeiro, Brazil. Journal of Apicultural Research, 1998, 37(3): 155-163.
- [22] Barth O M. Melissopalynology in Brazil: A review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. Scientia Agricola, 2004, 61(3): 342-350.
- [23] Sodre G D, Marchini L C, De Carvalho C A L, et al. Pollen analysis in honey samples from the two main producing regions in the Brazilian northeast. Anais Da Academia Brasileira De Ciencias, 2007, 79: 381-388.
- [24] Valle A, Andrada A, Aramayo E, et al. Honeys from the plains surrounding the Sistema Ventania Mountains, Argentine. Investigacion Agraria Produccion y Proteccion Vegetales, 2001, 16(3): 343-354.
- [25] Forcone A, Bravo O, Ayestaran M G. Intraannual variations in the pollinic spectrum of honey from the lower valley of the River Chubut (Patagonia, Argentina). Spanish Journal of Agricultural Research, 2003, 1(2): 29-36.
- [26] Fagundez G A, Caccavari M A. Pollen analysis of honeys from the central zone of the Argentine province of Entre Rios. Grana, 2006, 45(4): 305-320.
- [27] Forcone A. Pollen analysis of honey from Chubut (Argentinean Patagonia). Grana, 2008, 47(2): 147-158.
- [28] Daners G, Telleria M C. Native vs. introduced bee flora: a palynological survey of honeys from Uruguay. Journal of Apicultural Research, 1998, 37(4): 221-229.
- [29] Corbella E, Cozzolino D. Combining multivariate analysis and pollen count to classify honey samples accordingly to different botanical origins. Chilean Journal of Agricultural Research, 2008, 68(1): 102-107.
- [30] Jhansi P, Kalpana T P, Ramanujam C G K. Pollen analysis of rock bee summer honeys from the Prakasam District of the Andhra-Pradesh, India. Journal of Apicultural Research, 1991, 30(1): 33-40.
- [31] Ramanujam C G K, Kalpana T P. Microscopic analysis of honeys from a coastal district of Andhra Pradesh, India. Review of Palaeobotany and Palynology, 1995, 89: 469-480.
- [32] Jana D, Bandyopadhyay A, Bera S. Pollen analysis of winter honey samples from Murshidabad District, West Bengal. Geophytology, 2002, 30(1-2): 91-97.
- [33] Jana D. Melissopalynology and recognition of major nectar and pollen sources for honeybees in the lower Gangetic plains, India [D]. India, University of Calcutta, 2004: 348.
- [34] Bhusari N V, Mate D M, Makde K H. Pollen of Apis honey from Maharashtra. Grana, 2005, 44(3): 216-224.
- [35] Kerkvliet J D, Beerlink J G. Pollen analysis of honeys from the coastal-plain of Surinam. Journal of Apicultural Research, 1991, 30(1): 25-31.
- [36] Jones G D, Bryant V M Jr. Melissopalynology in the United States: A review and critique. Palynology, 1992, 16: 63-71.
- [37] Dustmann J H, Vonderohe K. Scanning electron-microscopic studies on pollen from honey .4. surface pattern of pollen of *Sapium-Sebiferum* and *Euphorbia* spp (Euphorbiaceae). Apidologie, 1993, 24(1): 59-66.
- [38] Lutier P M, Vaissiere B E. An improved method for pollen analysis of honey. Review of Palaeobotany and Palynology, 1993, 78(1-2): 129-144.
- [39] Villanuevag R. Nectar sources of European and Africanized honey-bees (*Apis mellifera* L) In the Yucatan Peninsula, Mexico. Journal of Apicultural Research, 1994, 33(1): 44-58.
- [40] Vit P, Dalbore G R. Melissopalynology for stingless bees (Apidae, Meliponinae) from Venezuela. Journal of Apicultural Research, 1994, 33(3): 145-154.
- [41] Behm F, vonderOhe K, Henrich W. Reliability of pollen analysis in honey. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 1996, 92(6): 183-188.
- [42] Coffey M F, Breen J. Seasonal variation in pollen and nectar sources of honey bees in Ireland. Journal of Apicultural Research, 1997, 36(2): 63-76.
- [43] Aira M J, Horn H, Seijo M C. Palynological analysis of honeys from Portugal. Journal of Apicultural Research, 1998, 37(4): 247-254.
- [44] Molan P. The limitations of the methods of identifying the floral source of honeys. Bee World, 1998, 79(2): 59-68.
- [45] D'Albore G R, Bubalo D. Bee forage in Croatia: Identification by pollen analysis of honeys. Mellifera, 2005, 5(9): 39-43.

- [46] Dag A, Afik O, Yeselson Y, et al. Physical, chemical and palynological characterization of avocado (*Persea americana* Mill.) honey in Israel. *International Journal of Food Science and Technology*, 2006, 41(4):387-394.
- [47] Kanjeric D, Primorac L, Mandic M L, et al. Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.) honey characterization. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 2006, 102(10):479-484.
- [48] Ramos Iels, Ferreras C G. Pollen and sensorial characterization of different honeys from El Hierro (Canary Islands). *Grana*, 2006, 45(2): 146-159.
- [49] Dimou M, Thrasylvoulou A. A comparison of three methods for assessing the relative abundance of pollen resources collected by honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research*, 2007, 46: 144-148.
- [50] Dimou M, Goras G, Thrasylvoulou A. Pollen analysis as a means to determine the geographical origin of royal jelly. *Grana*, 2007, 46(2): 118-122.
- [51] Dongock D N, Tchoumboue J, D'Albore G R, et al. Spectrum of melliferous plants used by *Apis mellifera adansonii* in the Sudano-Guinean western highlands of Cameroon. *Grana*, 2007, 46 (2):123-128.
- [52] Sajwani A, Farooq S A, Patzelt A, et al. Melissopalynological studies from Oman. *Palynology*, 2007, 31:63-79.
- [53] 张金谈,王嘉琳.中国蜜粉源植物花粉形态. *植物学报*, 1965, 13(4): 339-374.
- [54] 张玉龙,徐庭玉.有毒花粉—蜂蜜中的危险分子. *植物杂志*, 1978, 5 (2):8-10.
- [55] 郝海平.中国西北地区蜜源植物花粉[D].北京:中国科学院植物研究所, 1986:1-114.
- [56] 徐万林.中国蜜粉源植物.哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 1992: 1-553.
- [57] 蒋选利,杨桐春,姚雅琴,等.陕西省常见蜜源植物花粉形态的研究. *西北植物学报*, 1994, 14(5):22-27.
- [58] 刘炳仑.我国 14 种有毒蜜粉源植物的花粉形态. *中国养蜂*, 1995, (3):21-23.
- [59] 刘炳仑.我国八种主要蜜粉源植物的花粉形态. *养蜂科技*, 1995, (3): 10-11, 19.
- [60] 刘炳仑.北京地区某些百合科蜜粉源植物的花粉形态. *养蜂科技*, 1995, (5):3-8.
- [61] 刘炳仑.毛茛科部分有毒蜜粉源植物及其花粉形态. *养蜂科技*, 1996, (3):5-7.
- [62] 刘炳仑.蜜粉源植物花粉形态观察研究的历史源溯. *养蜂科技*, 1998, (2):36-37.
- [63] 刘炳仑.我国有毒蜜粉源植物及其花粉形态(一). *养蜂科技*, 2000, (6):4-5.
- [64] 刘炳仑.我国芸香科辅助粉源植物的花粉形态(一). *养蜂科技*, 2000, (3):5-7.
- [65] 刘炳仑.我国芸香科辅助粉源植物的花粉形态(二). *养蜂科技*, 2000, (5):3-5.
- [66] 刘炳仑.我国春夏秋冬 44 种主要蜜源植物的花粉形态. *养蜂科技*, 2001, (4):4-6.
- [67] 刘炳仑.我国柿属蜜源植物及其花粉形态. *养蜂科技*, 2001, (2):4-6.
- [68] 赵风云,周丽贞,邝涓,等.云南省部分蜜源植物花粉图谱. *蜜蜂杂志*, 2007, (11):45-46.
- [69] 张金谈,王嘉琳.蜂蜜的花粉分析. *植物学报*, 1966, 14(2):186-190.
- [70] Yao Y F, Bera S, Wang Y F, et al. Nectar and pollen sources for honeybee (*Apis cerana cerana* Fabr.) in Qinglan mangrove area, Hainan Island, China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2006, 48(11): 1266-1273.
- [71] 王玉良,郑玉华.八种蜂蜜的孢粉学研究. *中国农学通报*, 2007, 23 (2):121-124.
- [72] 丰林安.应用花粉粒鉴定椴树蜜品质的探讨. *植物学通报*, 1984, 2 (4):35-36.
- [73] 刘炳仑.蜜粉源植物花粉形态及蜂蜜花粉分析. *养蜂科技*, 1994, (5): 10-12.
- [74] 王宪曾.蜂花粉与蜂蜜质量鉴别. *蜜蜂杂志*, 1995, (3):7.