

● 联合国粮农组织畜牧生产及动物卫生 / 第 25 号准则

可持续养蜂 良好做法指南

FAO, IZSLT, Apimondia and CAAS 编著

中国农业科学院 编译



联合国
粮农组织



中国农业科学院
CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES



Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana Al. Alessandrini



中国农业科学技术出版社

● 联合国粮农组织畜牧生产及动物卫生 / 第 25 号准则

可持续养蜂 良好做法指南

FAO, IZSLT, Apimondia and CAAS 编著

中国农业科学院 编译

Published by arrangement with
Chinese Academy of Agricultural Sciences



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可持续养蜂良好做法指南 / 中国农业科学院编 .
— 北京 : 中国农业科学技术出版社, 2022.12
ISBN 978-7-5116-6128-9

I . ①可… II . ①中… III . ①养蜂—指南 IV .
① S89-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 243153 号

版权声明

© 中国农业科学院, 2025 (中文翻译)
© FAO、Apimondia 和 CAAS, 2021 (英文版)

责任编辑 朱 绯
责任校对 马广泽
责任印制 姜义伟 王思文

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 82109707 (编辑室) (010) 82106624 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)
网 址 <https://castp.caas.cn>
经销者 各地新华书店
印刷者 北京建宏印刷有限公司
开 本 210 mm × 285 mm 1/16
印 张 18.25
字 数 527 千字
版 次 2022 年 12 月第 1 版 2022 年 12 月第 1 次印刷
定 价 200.00 元

—— 版权所有 · 侵权必究 ——

翻译声明

本书最初由联合国粮食及农业组织（FAO）、IZSLT、Apimondia 和中国农业科学院（CAAS）以英文出版，标题为“Good beekeeping practices for sustainable apiculture. FAO Animal Production and Health Guidelines No. 25”。中文翻译由中国农业科学院（CAAS）负责。如有差异，以原文为准。

FAO 免责声明

本信息产品中使用的名称和材料的表述并不意味着联合国粮食及农业组织（粮农组织）表达任何关于任何国家、领土、城市或地区或其当局的法律或发展状况的意见，以及关于其边界或边界的划定。文中所提及的特定公司或产品，无论这些公司或产品是否已获得专利，都不意味着已得到粮农组织的认可或推荐。本信息产品中表达的观点仅代表作者本人，不一定代表粮农组织的观点。

贡献者名单

第 1 章

Baumung R., Formato G., Pettis J.

第 2 章

Baumung R., 陈超, Formato G., Pettis J., Pietropaoli M., Shouten C.N.

第 3 章

Bradbear N.

第 4 章

Roubik D., Vergara C.

第 5 章

陈超, Meixner M., 石巍

第 6 章

陈超, 房宇, Fontana P., Lloyd D. J., Martinez L., Mukomana D., Roberts J. M. K., Schouten C.N.

第 7 章

Bertrand D., Bicksler A.

第 8 章

Brodshneider R., Cervancia C., 陈超, Cornelissen B., Costa C., Dall'Olio R., De Jong D., Formato G., Goncalves R., Heard T., Joshi S., Julmansyah J., Kajobe R., 李继莲, Lloyd D.J., Manara V., Matias D.M.S., Mutinelli F., Nates-Parra M.G., Pietropaoli M., Roubik D.W., Schouten C.N., 石巍, Uzunov A., Vergara C., Wright G., 徐书法, Zajitschek S.

第 9 章

Abalaru Dostetan C., Dall'Olio R., D'Ascenzi C., Donato A., Fenucci S., Gregorc A., Kilpinen O., Kormendy-Racz J., Maroni Ponti A., Mateescu C., Palmieri C., Pasini B., Pietropaoli M., Presutti L., Quaglia G., Ricci M., Varadi A., Vejsnæs F.

第 10 章

Di Donato A., Formato G., Gavaudan S., Pietropaoli M.

第 11 章

Cazier J.A., Rünzel M.

第 12 章

Garibaldi L.A., Orr M., Sol Gomez Carella D.

第 13 章

Van der Steen J.J.M.

第 14 章

Colonna A., Mateescu C., 繆晓青, Piotto B.

第 15 章

Bubnič J., Corredor J., García P., López M.A., Menegotto A.

第 16 章

Jannoni-Sebastianini F.

第 17 章

Lloyd D., Shouten C.N.

第 18 章

Baumung R., Bicksler A., Canale A., Grobelšek D., Jannoni-Sebastianini F., Lietaer C., Lloyd D., Mortarino M., Ramasamy S., Shouten C.N., Smodiš Škerl M.I., Tlak Gajger I., 于丽娜

第 19 章

Pietropaoli M., Vejsnæs F.

第 20 章

D'Ascenzi C., Pietropaoli M.

第 21 章

Cazier J.A., Haefeker W., Hassler E.E.

第 22 章

Cazier J.A., Rünzel M.

前 言

蜜蜂是生态系统的—个基本组成部分。在维护生物多样性、确保多种植物生存、确保森林再生、可持续发展和适应气候变化以及提高农业生产系统的数量和质量上，蜜蜂发挥着重要作用。

事实上，世界上近 75% 的作物或多或少需要依赖授粉者才得以持续产出，确保产量和质量。

蜜蜂养殖，又称养蜂，是指与群居蜂种实际管理有关的所有活动。养蜂不同于猎蜜，后者指的是“侵占野生蜜蜂的巢穴获取蜂蜜和蜂蜡等蜜蜂产品”。历经数千年，人们早已知道，诱使蜜蜂在人造蜂箱内筑巢，可以更容易、更方便地获取蜂蜜（联合国粮食及农业组织，2009）。蜂群的管理在某种程度上也取决于蜂箱的类型以及蜜蜂的种类（种和亚种）。养蜂活动在世界许多农村地区很普遍，成千上万的小规模养蜂人依靠养蜂谋生。群居蜜蜂可以为人类提供宝贵的蜂产品（蜂蜜、蜂蜡、蜂胶、蜂花粉、蜂王浆、蜂王和蜂群）和服务（授粉、蜂疗、蜜蜂观光旅游和环境监测），并发挥其他重要经济、文化和社会作用。

世界各地的养蜂业一般采用不同的蜂种（亚种）：欧洲、美洲和西亚主要采用西方蜜蜂（西蜂），而东亚和南亚的养蜂人则主要养殖本土的东方蜜蜂（东蜂）。在热带地区，养蜂业采用无刺蜂等其他种类的群居蜜蜂，主要用来生产蜂蜜。另一方面，熊蜂（熊蜂属）因其授粉能力突出而在世界各地养殖。某些地区养殖其他蜂种（如尼泊尔、印度的大蜜蜂和黑大蜜蜂以及东南亚的小蜜蜂和黑小蜜蜂）。

本准则旨在通过为世界各地蜜蜂管理提供有用信息和建议，然后应用于项目开发和实施，以促进养蜂业的可持续发展。

致 谢

本准则的完成离不开以下各方的共同努力：联合国粮食及农业组织（简称粮农组织）、国际养蜂工作者协会联合会（简称国际蜂联）、中国农业科学院（简称中国农科院）、中国养蜂学会、意大利拉齐奥和托斯卡纳区域动物预防研究所（暨粮农组织动物健康和食品安全参考中心—养蜂、健康和生物安全科、世界动物卫生组织养蜂业良好管理方法和生物安全措施合作中心，IZSLT）。上述机构希望在此感谢所有人慷慨付出自己的时间、精力和专业知识。

本准则的编制部门为：粮农组织畜牧生产及遗传资源处以及动物生产及卫生司。在此特别感谢 Badi Besbes（畜牧生产及遗传资源处负责人）对本准则编制工作的大力支持以及 Roswitha Baumung（动物生产官员）在这个起草过程中提供的全面指导。粮农组织其他部门也做出了重要贡献，包括 Riccardo Jannoni、Abram Bicksler、Charlotte Lietaer、Selvaraju Ramasamy 和于丽娜等人。

本准则由 Jeff Pettis（国际蜂联主席）和 Giovanni Formato（IZSLT 养蜂业、蜂产品和蜜蜂健康实验室负责人）合作编著。

感谢陈超（中国农业科学院蜜蜂研究所副研究员）对本准则的编排和制定做出了重要贡献。

同时感谢以下评审专家的贡献：

Damien Bertrand、Nicola Bradbear、Etienne Bruneau、陈黎红、Norberto Luis García、Lucas Alejandro Garibaldi、Pierre Giovenazzo、Fani Hatjina、Filippo Jannoni–Sebastianini、Peter Kozmus、Luis Martinez、Cristina Mateescu、David Mukomana、Marco Pietropaoli、Gilles Ratia、Cleofas Rodriguez Cervancia、Marc Schäfer 和 Cooper Nat Shouten。

粮农组织在此特别感谢国际蜂联、中国农科院、IZSLT 以及此处未提及的但对本准则编制工作做出贡献的所有人。

本书由陈超整体负责，章节翻译和校对由以下人员完成：陈超（前言、定义部分、执行摘要、第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 8 章部分、第 16 章、第 17 章、第 18 章），李继莲（定义部分、第 7 章、第 8 章部分、第 12 章、第 13 章），房宇（第 6 章部分、第 8 章部分、第 19 章），代平礼（第 8 章部分），王凯（第 9 章、第 10 章、第 11 章、第 20 章），缪晓青（第 14 章、第 15 章），徐践（第 21 章、第 22 章）。

单金琼、陈超负责全书的译审。

定 义

非洲化蜜蜂（俗称杀人蜂）：一种极具攻击性的西方蜜蜂（*Apis mellifera*）杂交品种，由东非低地蜜蜂（*Apis mellifera scutellata*）与意大利蜂（*Apis mellifera ligustica*）、伊比利亚蜂（*Apis mellifera iberiensis*）等西方蜜蜂的欧洲亚种杂交而成。

养蜂场：蜜蜂养殖地。

养蜂业：养蜂的科学和艺术，涉及该部门的所有方面，蜜蜂的知识、蜂产品及其用途和市场、贸易和设备制造等。

蜂：蜜蜂总科中的任何膜翅目昆虫，包括群居和独居种类。

蜂维护：猎蜜和养蜂之间的一个中间阶段：养蜂人在拥有蜜蜂和 / 或树木的同时也负责保护它们（防止其他猎蜜者或天敌破坏）。

养蜂：为达到养殖目的而对各种群居蜜蜂进行的实际管理。

生物多样性：生物体的多样性程度，包括生态相互作用、生物种群以及它们生活的群落。

养蜂生物安全措施：养蜂人为降低特定蜜蜂病原体引入和传播风险所实施的操作活动。

熊蜂养殖：为了熊蜂的授粉功能而对熊蜂群进行的养殖和管理（例如，在欧洲，利用熊蜂的“振动”为温室内番茄授粉）。

群体：共同生活或生长的同种类或同种群生物体的集群。

巢脾：由数千个巢房连结而成的蜂巢蜡片，内有幼虫、花粉和花蜜 / 蜂蜜。

保护：保护一个特定地区的资源、环境质量和 / 或生物多样性，常指在人为因素压力下而对自然系统进行的管理，或对需要保护的物种进行的管理。

花粉筐：位于蜜蜂后足胫节外侧端部略凹陷处，被向内弯曲的坚硬细毛覆盖，用于携带花粉。

作物授粉：为各种作物授粉（受精）的过程，确保结出果实和种子。

异花授粉：花粉从植物的花药上转移到另一个植物柱头上，可能导致植物受精和结实，也被称为异型杂交或异株异花授粉。

雄蜂：群居蜂群中的雄性蜂，与蜂王进行交配。

觅食：生物体在环境中移动时获取食物。

巢框蜂箱：多个模块化箱体组装而成的蜂箱，每个箱体内有多个平行悬挂的巢框，就像一个文件柜里的文件夹。蜜蜂在巢框上修造巢脾。巢框方便开箱取出巢脾进行检查，而且可以实现蜂蜡巢脾的循环利用。造脾完成的平行巢框模拟的是天然蜂群的平行巢脾结构。最下方的箱体包含了蜂王产卵和育雏区域。其与上方的箱体（称为“继箱”）之间通常由隔板隔开，工蜂在继箱中储存蜂蜜。一个巢框蜂箱还包含一块底板、一块上层结构顶板和一块盖板。这种蜂箱在 19 世纪标准化并获得专利，常被误称为“现代”蜂箱。

良好养蜂实践：养蜂人从人类、蜜蜂和环境的最佳健康角度出发在养蜂场生产中进行的综合活动。

栖息地：生物体或群落生活的自然环境，主要根据物理和生物学性状进行特征描述。

单倍体：只有一套来自单亲的染色体，通常指基因细胞或配子。

蜂箱：一个蜂群或为 / 由蜜蜂建造的住处。

蜜蜂：西方蜜蜂（学名：*Apis mellifera*，简称“西蜂”）和东方蜜蜂（学名：*Apis cerana*，简称“东蜂”）是养蜂业常用的群居蜜蜂，用于获得蜂产品（蜂蜜、蜂蜡、蜂花粉、蜂胶、蜂王浆、蜂王、蜜蜂和毒液）和相关服务（授粉、蜂疗、蜜蜂观光旅游等）。西蜂和东蜂均是大小中等的穴居蜜蜂。蜜蜂属的分类标准尚未完全确定，但目前认定的其他蜜蜂约有 9 种：大蜜蜂（学名：*Apis dorsata*）、黑大蜜蜂（学名：*Apis laboriosa*）、菲律宾黑大蜜蜂（学名：*Apis breviligula*）、小蜜蜂（学名：*Apis florea*）、黑小蜜蜂（学名：*Apis andreniformis*）、苏拉威西蜂（学名：*Apis nigrocincta*）、绿努蜂（学名：*Apis nuluensis*）、印度蜂（学名：*Apis indica*）以及在大小中等的穴居蜂中最有名的沙巴蜂（学名：*Apis koschevnikovi*）。

猎蜜：侵占野生蜜蜂的巢穴以获得蜂蜜和蜂蜡（粮农组织，2009）。

膜翅目：昆虫纲第二大目，包括锯蝇、蜂、蚁以及群居和独居胡蜂等种群。这个名称（“膜翅”）来源于这类动物身上两对透明的翅膀。它们有一个完整的蜕变过程，从卵到幼虫，到蛹，再到最后的成虫（Buchmann 和 Nabhan，1996）。

近交：亲缘关系近的个体间的有性繁殖。

昆虫：一种无脊椎动物，成年后身体分为 3 个部分（头部、胸部和腹部），有 3 对多节型胸足，通常有两对翅膀。

入侵物种：任何能够在先前不曾占据的生态系统中称霸而对本土物种造成伤害的非本土物种。

土地利用：人类利用某块土地的方式（如城镇化、农业化、工业化利用）。

景观：一个特定地理区域的基本属性，包括土地覆被、土地利用模式以及生物和物理特征。

幼虫：从卵中孵化出来的幼体昆虫。它在形态上与成虫完全不同，食性往往也不同。

当地蜂箱：一种在当地筑造的简单蜂箱，箱内巢脾一般附在蜂箱的顶部。这种蜂箱的利润很可观，因为箱内饲养的蜜蜂可以自然生存、健康发育，为形成群势大、健康、基因优良的蜂群提供了基础。养蜂人可以使用几百个这种蜂箱养蜂，因为它们的成本很低。这种蜂箱环保、经济、可持续性很强，在很多情况下成为养蜂人的最佳选择。经过长年应用，这种蜂箱通常被称为“传统蜂箱”，又叫“当地蜂箱”。

无刺蜂蜂箱：养殖无刺蜂所用的蜂箱。

无刺蜂养殖：无刺蜂养殖科学与技术，涉及无刺蜂知识、无刺蜂产品、无刺蜂用途、市场、交易和设备制造等所有方面。

无刺蜂族：无刺蜂族有 60 多个无刺蜂属（如 *Melipona* 和 *Trigona*），分布于新大陆和旧大陆热带地区。无刺蜂高度群居，常年生活在众多无刺蜂聚集的蜂群中。

蜂蜜孢粉学：分析蜂蜜中的花粉，通常用于确定蜂蜜的地域来源和植物来源。

蜂媒传粉：蜜蜂授粉的作用。

转地放蜂：一种根据花期转移蜂群的养蜂方式，目的是生产蜂蜜或为指定农作物（如加州杏树）授粉。

本土物种：一个地区内天然存在的动物或植物物种。

本土蜜蜂：区域内天然存在的蜜蜂。

本土生物群：某一地区内天然存在的生物（动物、植物、真菌等）集合。

本地蜂箱：见“当地蜂箱”。

花蜜：花朵为了吸引授粉者而分泌的一种液体，通常含有糖类、氨基酸和其他化合物，对访花昆虫有重要的营养价值。

分泌花蜜：产生花蜜的过程。

蜂巢：成年蜂和未成年蜂的群居处，有入口、幼蜂和食料结构。

(昆虫)产卵：产下卵。

表型：基因型的外在表现(基因型与环境相互作用的结果)。

花粉：由被子植物的花药或裸子植物的小孢子囊产生的粉状颗粒，其中含有使大孢子受精形成种子的细胞核。每个花粉粒由管状细胞及其所连接的1~2个精细胞组成，这些细胞被坚韧的双层壁包裹着。

花粉流：花粉粒向异株植物花朵迁移。

花粉粒：植物的多细胞雄配子体。

花粉采集器：设在蜂箱入口处的装置，用于收集进入蜂箱的蜜蜂携带的花粉。

授粉(作用)：花粉从一朵花的花药转移到另一朵花或同一朵花的柱头上的过程，从而完成受精和结实的重要过程，它既可以通过非生物的方式，如重力、风和水，也可以通过动物，如蝙蝠、蝴蝶和蜜蜂来影响。

授粉减少：由于各种因素(包括土地利用变化、土地管理集约化和气候变化)导致栖息地破碎化和改造加剧，导致植物授粉率下降。

授粉服务：传粉行为是由各种各样的动物在特定种类的开花植物上进行的。

储罐蜜：由无刺蜂加工并储存在叮貯罐中的花蜜。

储罐粉：由无刺蜂加工并储存在叮貯罐中的花粉。

蜂胶：工蜂收集的用于密封蜂巢缝隙，有时也用于困住庞大入侵者(如老鼠)的黏稠植物树脂。据研究，蜂胶对人类有药用价值。

蛹：昆虫经历完全蜕变的一个生命阶段。在这个阶段，昆虫不活动，身体形态从幼虫变成了成虫。

蛹化：变成蛹的行为。

蜂王：群居蜂群中的产卵雌蜂。

盗蜂：为了获取蜂粮或蜂蜜等资源，一个蜂群对另一个蜂群发起的攻击行为。

群居蜜蜂：西方蜜蜂、东方蜜蜂、无刺蜂和熊蜂等群居蜜蜂，可被养蜂人养殖，以获取蜂产品[如活蜂(向其他养蜂人供应蜂王或蜂群)、蜂蜜、蜂花粉、蜂蜡、蜂胶、蜂王浆]或服务(如授粉、环境污染监测、蜂疗)谋利。群居蜜蜂一起生活在同一个蜂巢中，经常一起觅食或筑巢。最高形式的群居性涉及代际重叠，即母蜂将与其后代共享一个巢穴。这些蜜蜂也被称为真社会性蜂，有明显的工蜂、雄蜂和蜂王等级，有时还有分工。

群居昆虫：生活在群体中，一起筑巢、饲养和养育后代的昆虫。

独居蜂：交尾后不与其他蜂合作，而是独自筑巢的蜂。绝大多数蜂种都是独居生活。

无刺蜂：分布于新大陆和旧大陆热带地区的一种群居蜜蜂，常年生活在巨大蜂巢中，有明显等级之分。无刺蜂尾刺已退化，但捍卫蜂群时通常会激烈撕咬入侵动物。

亚属：介于属和种之间的分类，通常以斜体、首字母大写显示在括号内。

亚种：按地域定义的群体，与同一种类其他群体外观相异，但相互之间可以自由交尾。亚种名称通常以斜体显示在相应种类之后，字母不大写。

可持续：自然资源的产生或使用方式，随着时间的推移，不会对这些资源造成净减少或负面影响。

蜂团：在特定区域集中分布或分蜂后从先前分布区转到另一个固定区的大量蜜蜂。

分蜂群：蜜蜂保持蜂群数量的一种方式。当蜂群分蜂时，侦察蜂会离开蜂群寻找新筑巢点。一旦

侦察蜂找到新巢址，分蜂的所有蜜蜂便会离开原蜂巢，集体迁往新巢。蜜蜂可以维持聚集成群状态，短至几分钟，长至多天，具体取决于找到合适新巢需要多长时间。

分蜂：一种蜂群层面上的蜜蜂繁殖方式。一群蜜蜂（蜂群）从原蜂群中分离，离开巢址，寻找/迁入新巢址。分蜂发生在蜂群开始培育新蜂王之时。在新蜂王出现之前，蜂群中 30%~70% 的成蜂会跟随老蜂王离开巢址。剩余成蜂将留在原巢址，培育新蜂王，继续以正常蜂群活动。离开蜂巢后，老蜂王会停在附近的结构物（通常是树枝、房屋侧面或栅栏柱）上。和老蜂王一起离巢的蜜蜂会在空中盘旋寻找老蜂王，然后落在老蜂王周围形成一个新蜂群。新蜂群可大可小，可能小至一个橙子或大至一个 18.9 L 水桶。

分类学：生物的科学分类。

野生授粉者：在没有人类协助或操纵巢穴的情况下生活和觅食的授粉者。野生授粉者包括野生蜂、飞蛾、鸟类、蝙蝠、飞虫、甲虫等各种动物。

工蜂：群居蜂群中的雌蜂，负责觅食、筑巢和照顾幼虫。在大多数情况下，工蜂不产卵。

其他定义可参见：www.fao.org/pollination/resources/glossary/en/。

执行摘要

通过适当地饲养和照料群居蜜蜂，养蜂人可以为联合国可持续发展目标（SDG）的实现做出贡献。专家们一直建议养蜂业采用可持续的“同一健康”方法，从而获得高质量的蜂产品和服务。本准则在国际蜂联专家和其他国际蜜蜂专家支持下编制而成，定义了不同的养蜂模式、群居蜜蜂种类（包括西方蜜蜂、非洲化蜜蜂、东方蜜蜂、小蜜蜂、大蜜蜂、无刺蜂和熊蜂等）及其地理分布以及每种蜜蜂的良好养蜂实践。

本准则还研究了群居蜜蜂提供的产品（蜂蜜、蜂花粉、蜂王浆、蜂胶）和服务（授粉、环境监测、蜂疗、蜜蜂观光旅游、文化服务），并为蜜蜂及其产品的可持续管理制定了良好养蜂实践和可追溯系统。本准则的内容涵盖了从捕捉或购买蜜蜂到获得高质量蜂产品和服务的整个生产过程，特别聚焦小规模养蜂人的情况。如此一来，本准则旨在指导发展项目中可持续养蜂的实施。

与养蜂业发展相关的话题（如联合国粮食及农业组织和养蜂协会的作用以及养蜂培训等）也在专门章节中讨论。

养蜂业的可持续发展需要精通蜜蜂管理的有关知识，从而优化养蜂人所依赖的自然系统和资源。确切地说，最先进的技术和创新知识可以帮助提高生产力。因此，最后一章专门讨论现代养蜂业的未来前景和创新举措，如精准农业、创新的可追溯系统、蜜蜂数据标准化和区块链技术等。

目 录

第 1 章 简 介	1
1.1 本准则的目的	1
1.2 如何使用本准则	1
第 2 章 良好养蜂实践和可持续生产核心要素	5
第 3 章 养蜂业的发展：知识整合	6
3.1 关于蜜蜂	6
3.2 现状分析	6
3.3 规模和效率	7
3.4 技术	7
3.5 市场和贸易	8
3.6 保证质量的采收和处理程序	8
第 4 章 蜜蜂的地域分布：历史和更新	9
综述	9
4.1 世界各地的蜜蜂	10
4.2 如何寻找和维护可再生蜜蜂	12
第 5 章 蜜蜂遗传资源	14
5.1 本土蜜蜂	14
5.2 遗传多样性	15
第 6 章 养蜂模式	19
6.1 当地蜂箱	19
6.2 活框蜂箱	26
第 7 章 蜜蜂与环境	41
7.1 环境因素	41
7.2 蜜蜂如何影响环境?	42
7.3 环境威胁	42
7.4 如何改善蜜蜂和其他授粉者的生存环境	43



第 8 章 蜂种：良好养蜂实践和管理策略	45
8.1 蜜蜂属	45
8.2 无刺蜂（麦蜂族）	96
8.3 熊蜂属	108
第 9 章 生产线	112
9.1 蜂蜜	112
9.2 蜂王和蜂群	121
9.3 蜂花粉	134
9.4 蜂王浆	140
9.5 蜂蜡	145
9.6 蜂胶	150
9.7 蜂毒	153
第 10 章 与可追溯性有关的良好养蜂实践	163
10.1 UNI EN ISO 22005：2008 规定的可追溯性原则	163
10.2 结论	166
第 11 章 利用区块链技术为农村发展建立蜂蜜可追溯系统	167
11.1 概述	167
11.2 简介	167
11.3 数据化养蜂业促发展	168
11.4 数据化养蜂和蜂蜜生产	168
11.5 数据保密性、所有权和透明度	169
11.6 数据完整性和分布式账本技术	170
11.7 在养蜂业中结合使用许可区块链和无许可区块链	171
11.8 结论	172
第 12 章 授粉服务	173
12.1 授粉服务的重要性	173
12.2 当前做法存在的问题	173
12.3 什么是可以改变的？	174
12.4 结论	176
第 13 章 蜂群作用：环境监测	178
结论	180
第 14 章 蜂 疗	181
14.1 简介	181

14.2	蜂疗历史	181
14.3	国际蜂疗	181
14.4	蜂疗产品和蜂疗的经济价值	183
14.5	蜂疗在人类医学中的应用以及蜂疗产品的质量	184
14.6	蜂疗及其潜在社会价值	186
第 15 章	蜂疗在兽医学中的应用	188
15.1	在兽医学中应用蜂疗的原因	188
15.2	国际蜂联兽类蜂疗工作组	188
15.3	蜂蜜在兽类蜂疗中的用途	188
15.4	蜂胶在兽类蜂疗中的用途	191
15.5	蜂花粉在兽类蜂疗中的用途	191
15.6	蜂王浆在兽类蜂疗中的用途	192
15.7	蜂毒在兽类蜂疗中的用途	193
15.8	结论	194
第 16 章	蜜蜂观光旅游	195
16.1	蜜蜂观光旅游的范围和利益相关者	195
16.2	蜜蜂观光旅游活动的实施方式和要求	196
16.3	结论	197
第 17 章	社会和文化服务	198
	结论	200
第 18 章	养蜂人培训	201
18.1	简介	201
18.2	高校在养蜂业发展中的作用	203
18.3	提高养蜂研究、教育和推广水平的策略	207
18.4	高校层面的培训：医学（兽医）和农学（农艺师）	208
18.5	兽医教育和养蜂业	209
18.6	农学教育和养蜂	213
18.7	养蜂人协会对养蜂业可持续发展的促进作用	214
18.8	粮农组织在发展可持续养蜂业方面的作用	215
第 19 章	养蜂业与精准畜牧业	218
19.1	简介	218
19.2	可应用于精准畜牧业的养蜂工具	218
19.3	开发精准畜牧业管理系统的良好实践	219
19.4	结论	220



第 20 章	采收后可追溯性与蜂产品附加值	221
第 21 章	蜜蜂数据标准化：将数据科学引入养蜂业	225
21.1	数据科学帮助养蜂人和政策制定者的方式	225
21.2	在养蜂业应用数据科学所面临的挑战	226
21.3	致力于蜜蜂和养蜂数据标准化的国际蜂联工作组	226
第 22 章	蜜蜂区块：释放区块链技术潜力，促进养蜂业可持续发展	230
22.1	商业模式创新	230
22.2	分布式账本技术促成的新商业模式	230
22.3	区块链的不可更改性	231
22.4	新商业模式举例	231
22.5	结论	234
参考文献		235

第1章 简介

1.1 本准则的目的

养蜂或养蜂业涉及以食品和农业生产为目的而对各种群居蜜蜂进行的实际管理。本准则主要介绍世界不同地区各种群居蜜蜂的管理。

养蜂业可以为许多农村地区和小农场提供生计或收入来源。现代养蜂业正在向可持续性更强、更注重本土蜜蜂发展的农作制度转变。但是养蜂业的可持续发展需要精通蜜蜂管理的有关知识（和培训），从而优化养蜂人依赖的自然系统和资源。此外，最先进的技术和创新可能会大力推进养蜂活动。

蜜蜂对环境的健康发展至关重要。它们的授粉活动促进生物多样性，堪称最重要的农业环境服务。事实上，蜜蜂授粉的价值估计比蜂产品（如蜂蜡和蜂蜜）的价值高 30~50 倍。世界上近 75% 的作物或多或少需要依赖授粉者才得以持续产出，确保产量和质量。据估计人类食物中农业产出总经济价值的 10% 依赖昆虫授粉。遗憾的是，外部压力因素经常干扰蜜蜂的生产和服务。这些因素包括用地变化、病虫害、化学品（兽药和 / 或杀虫剂）滥用、气候变化、单作推广、全球化（意味着病原体物种的入侵）以及管理方法不当等。所有这些压力因素不仅影响蜜蜂的健康，也影响蜂产品和服务的质量和数量，既减少了养蜂人的收入，也削弱了蜜蜂对环境的积极作用。

政策制定者、政府机构和养蜂发展项目的所有实施方在计划新的养蜂活动或使现有的养蜂活动更高效和可持续时，应了解养蜂障碍、对环境的益处以及恰当的养蜂实践。

本文件可作为项目设计团队、国家项目管理者和政策制定者的综合养蜂准则，帮助他们提高世界各地特别是农村地区养蜂业的可持续性。

养蜂业的可持续发展有助于：

- 缓解农村贫困
- 提高小养蜂户的恢复力
- 获得高质量产品
- 通过授粉维持环境生物多样性和作物产量

换言之，养蜂业的可持续发展将有助于实现联合国可持续发展目标（SDG）。本准则详细介绍了可持续的养蜂方法，包括养蜂人为了获得优质高产的产品（活蜂、蜂蜜、蜂花粉、蜂蜡、蜂胶、蜂王浆等）而应遵循的正确程序。当然，养蜂方法也因蜜蜂种类（西方蜜蜂、东方蜜蜂、无刺蜂、熊蜂等）、地理区域、养蜂惯例的不同而不同（本准则包含蜂箱和养蜂有关的最新规范）。

1.2 如何使用本准则

本准则遵循“同一健康”方法，介绍了养蜂与可持续发展之间的关系、群居蜜蜂的地域分布、蜜



蜂养殖和生产线上采用的良好实践以及提高和支持养蜂业的战略。此外，本准则还对蜜蜂提供的服务以及养蜂的创新举措进行了概述，在注重消费者健康的同时提出了获取优质产品的新工具和新方法。

本节主要说明在计划制定战略或项目支持养蜂业（特别是中小规模的养蜂人）时应如何使用本准则。

无论是实施项目还是制定战略支持中小规模的养蜂人，都应首先：

1.2.1 分析背景。需要确定和说明

- a. 有关地区的地理和气候条件（环境）；
- b. 该地区的蜜蜂种类（种 / 亚种）、养蜂模式以及使用的蜂箱；
- c. 当地养蜂人目前是如何管理蜜蜂的。

1.2.2 评估所在背景下获得的蜂产品和服务，从而确定可以采取的改进措施。因此，我们建议对养蜂人和消费者进行市场分析或调查。

本准则介绍了不同的养蜂模式 / 管理方法和蜂产品 / 服务。参考本准则时，应与所在地区的现状进行比较。为了准确了解背景情况，还应寻求当地专家和养蜂人的协助。之后才能确定适当的产品和服务，并制定适当的战略来提高养蜂业的可持续性。

第 2 章主要关于良好养蜂实践和可持续生产的核心要素，也对养蜂进行定义。现代养蜂概念与可持续性和良好实践密切相关，符合“同一健康”理念。关于良好养蜂实践的未来战略应考虑定期监测和实施方案。

第 3 章的目标读者是考虑对养蜂发展施加干预的人。每个项目都必须确保环境、经济和社会发展的可持续性，而蜜蜂和蜂箱只是其中的一部分。在利用养蜂业帮助人们摆脱长期贫困时，必须正确分析现况，充分了解市场和贸易环境。

第 4 章和第 5 章概述了群居蜜蜂的地域分布和遗传资源。蜜蜂在全球分布上具有显著差异性，尽管分布范围广，种类繁多，但现代养蜂业大多选用其中几种。自古以来，养蜂业一直是人类历史上的重要组成部分。第 6 章探讨了养蜂模式如何随着时间的推移而变化，并从历史角度对当地蜂箱进行了概述，还分析了世界各地蜂箱之间的差异，从大洋洲到欧洲，再到非洲和美洲，以及蜂箱如何适应不同的蜂种、当地气候、社会经济和文化条件。第 6 章旨在计划活动前帮助分析所在地区的条件。养蜂模式可以反映养蜂所在地区的所有区域特殊性，各地的蜜蜂管理也不尽相同。本章解释了特定地区采用特定养蜂模式的原因以及改进养蜂模式的方法，其中涉及可持续生产的所有核心要素：“环境”“遗传学”“实践”“教育和推广”。

蜜蜂与环境的关系是第 7 章的重点。蜜蜂和环境相互依存。本章讨论了生物多样性、邻近洁净水源和花期错开等有助于蜜蜂健康的因素，还解释了蜜蜂的环境需求，以及如何使环境对授粉者更加友好。土地利用的管理者和决策者（如政策制定者）可能对这部分内容尤为感兴趣，其中涉及可持续生产的所有核心要素：“环境”“遗传学”“实践”“教育和推广”。

为了实施养蜂项目，必须了解蜜蜂的遗传背景和动物行为学。蜜蜂的群居行为是进化的一个成功案例，通常饲养的蜜蜂会进行类似的种内互动。第 8 章涉及群居蜜蜂的管理和生产。西方蜜蜂是世界上最多产的养殖类昆虫，但许多其他养殖类蜂种也发挥着必不可少的作用，不仅提供生态系统服务，而且对社会经济和文化领域也有重要意义。本章介绍了养殖类蜜蜂的主要种类：蜜蜂属、无刺蜂属和熊蜂属，并解释了如何按种类管理蜜蜂。本章还介绍了最新的养蜂实践，为养蜂人指出各种蜜蜂最具可持续性和恢复力的养蜂策略，并提出了改善养蜂业的方法。其中涉及可持续生产的所有核心要素：“环境”“遗传学”“实践”“教育和推广”。

第8.1节主要介绍了蜜蜂属。蜜蜂属的地域分布一直局限于旧大陆，直至世界各地都引进了西方蜜蜂。本节详细介绍了全世界普遍饲养的蜜蜂属种类最相关的管理和养殖方法。良好养蜂实践涵盖从养蜂场到单个蜂群管理的所有实践，包括饲喂、洒水和病害防控等。本节还讨论了改善养蜂业所面临的挑战和机遇，可供养蜂人以及决策者和政策制定者参考。

第8.1.3节主要介绍了东方蜜蜂（“东蜂”）。东蜂被视为西方蜜蜂（“西蜂”）的东方对应蜂种。两者都是穴居蜜蜂，分布广泛，从热带地区到温带地区均有踪迹。然而，在亚洲的许多地区，当地的东蜂正受到威胁，部分原因是引入了产蜜量更大的西蜂。东蜂对养蜂业的可持续发展和小规模养蜂人的生计具有重要意义。本节讨论了东蜂养殖和西蜂养殖之间的区别。

第8.2节主要关于无刺蜂。无刺蜂一般生活在大多数热带或亚热带地区，可以产出蜂蜜、蜂花粉和蜂胶。虽然生产力远不及西方蜜蜂，但无刺蜂的产品以其独特的治疗特性而闻名。此外，无刺蜂的授粉功能、创收潜力和文化作用正在促使养蜂人将它们应用于养蜂业的可持续发展项目中，特别是在中低收入国家利用本土无刺蜂。项目规划者或实施者必须了解，无刺蜂的饲养人经常是原住民。因此，在计划开展任何活动时，应尊重、考虑并包容本土知识和传统，同时创造公平的贸易条件。

本节还介绍了所使用的无刺蜂种类、设备、质量标准、威胁和无刺蜂可持续养殖策略。

授粉是蜜蜂最重要的益处：全世界最重要的作物中约有75%依靠动物授粉。如第8.3节所述，出于商业目的养殖某些熊蜂属的蜜蜂，专门用于授粉。它们正是蜜蜂体现巨大经济价值的实例，但这种经济价值经常被低估。本节介绍了温室授粉和可持续养殖所采用的技术和方法。对授粉者的需求越来越大，特别是在温室中，但同时也为育种者带来了新的机遇。熊蜂的可持续利用和养殖创造了新的农业生态系统。

第9章解释了群居蜜蜂的养殖如何为众多农户（包括农村地区和小农场的农户）提供生计和收入来源，并综合说明了可以确保不同蜂产品质量和产量的养蜂方法，虽然主要关注的是西方蜜蜂，但类似程序可以应用于整个养蜂业。本章涉及可持续生产的所有核心要素：“环境”“遗传学”“实践”“教育和推广”。

养蜂可以为农村人口提供稳定的收入来源，是公认的低成本、可持续减贫战略。养蜂的经济可承受性和灵活性降低了准入门槛，让小农户随时随地加入养蜂队伍。除了创收之外，养蜂业对农村发展至关重要，因为蜜蜂有授粉作用。关于蜂产品质量、无污染环境、是否尊重蜜蜂自然行为以及是否源于良好养蜂实践的数据应提供给消费者。如今，可追溯系统可以追溯相关产品的历史记录，第10章、第11章介绍了待追溯产品和需在食物和食品链中定位的产品。第11章讨论了加强可追溯性的顶尖技术，如区块链技术和二维码，以增强消费者对所购产品的信任。在可追溯系统的支持下，小农养蜂人能够提供关于生产方法、产品来源、质量和完整性的信息，从而推销自产的蜂蜜。本章涉及可持续生产的以下核心要素：“教育和推广”及“实践”。

蜂产品只是养蜂的效益之一，尽管与经济有关，但并非最重要的效益。第12章涉及群居蜜蜂提供的服务，强调仅蜜蜂的授粉服务便可对世界经济产生巨大影响。理想情况下，养蜂应将授粉者直接监测和农业景观考虑因素纳入决策，协同提高产量和生物多样性。

但人们经常忽略了蜜蜂还有更多的作用，例如：

- a. 通过蜂疗改善人类和动物的健康；
- b. 蜜蜂可以充当生物指标，有助于监测环境状况；
- c. 在社会和文化层面提供创新服务。

第12章讨论了这些服务，旨在鼓励活动规划者将这些服务纳入规划中，同时考虑质保和营销问



题。本章涉及可持续生产的以下核心要素：“实践”及“教育和推广”。

养蜂业的可持续发展取决于人们对养蜂的认识。成功的培训活动是分享和推广养蜂知识的最佳途径，可以在不同层次（从大学到农村社区）上达到宣传目的。推广可持续养蜂和汇报成功案例是必不可少的环节。

第 13 章给出了改进养蜂教育、推广活动和相关研究的成功范例和建议，可以帮助确定最适合项目或活动规划背景的培训方案。本章涉及可持续生产的以下核心要素：“实践”及“教育和推广”。

第 13.4 节深入探讨了养蜂人协会的作用，以及良好养蜂实践的应用如何提高养蜂人在可持续养蜂方面的技能。养蜂人协会不仅让养蜂人拥有发言权，而且还帮助他们掌握相关知识（包括良好养蜂实践）。这类协会是促使养蜂业朝可持续发展方向转变的主要动力。持续的培训活动和养蜂知识共享将使养蜂业与地方当局、国家部委和推广单位的联系更加紧密，以便共同应对养蜂业面临的新挑战。

第 13.4 节简要介绍了粮农组织在养蜂业进行的活动；粮农组织是联合国的一个专门机构，负责领导国际各方共同努力消除饥饿。粮农组织的目标是让全世界的人都能得到食物保障，确保人们能够定期获得足够的高质量食物，过上积极、健康的生活。蜜蜂和养蜂业对这个目标的实现具有重大的促进作用。本节还提供了各种链接，有助于了解项目准备、培训组织等内容以及专家和从业者的联系方式。

第 14 章主要介绍专题和创新。最先进的技术和创新有可能改善养蜂现状，提高生产力。养蜂人可以将这些新技术融入他们的日常生活，从而加深对蜜蜂的认识，进而降低成本，增加收入。天平、温度和相对湿度传感器、麦克风和 GPS 系统只是部分可以提高养蜂效率和可持续性的工具（包含在物联网中）。这些工具不仅可以改善蜜蜂的健康和福利状况，还有助于实现整条供应链的可追溯性。在养蜂人的决策过程中，技术也可以提供解决方案。本章还探讨了现已应用于养蜂业的工具和理念，以及对未来一代养蜂人的支持。本章涉及可持续生产的以下核心要素：“实践”及“教育和推广”。

第2章 良好养蜂实践和可持续生产核心要素

养蜂涉及群居蜂种的实际管理（通常归入农作系统），能够对食物和营养保障、扶贫和经济增长做出重大贡献。

可持续的创新综合方法会考虑到养蜂价值链的所有环节，从确保植物来源基地和养殖类蜜蜂的可持续发展到采收蜂产品和加强蜜蜂服务（主要指授粉服务），这对可持续养蜂企业的发展至关重要。可持续养蜂需考虑的主要核心要素是环境、遗传学、实践以及教育和推广服务。

环境：外部环境（包括环境参数和生物多样性）构成了可能影响觅食活动、开花植物可用性、物理压力因素等方面的“外部”因素，最终可能影响蜜蜂提供的产品和服务。这些外部因素包括自然环境（气候条件）。花蜜和花粉来源的质量和数量以及蜜蜂可利用植物的多样性是养蜂系统成功的基础，在某些情况下，能够受到人类干预的影响和管理。

遗传学：蜜蜂遗传学是养蜂系统正常生产、运行和可持续性发展的关键因素。除了选择能够应对自然环境和人为环境的当地蜜蜂外，某些特性可以通过育种活动得到改善。因此，保护本土蜂种和当地遗传多样性对蜂种的长期生存能力和养蜂企业的长期发展至关重要。已经适应当地环境的蜂种也许更能应对特定的环境压力，因此在这些环境系统中比引进的蜂种或基因型更具生产力和可持续性。在大多数情况下，选择蜂种时，本土蜜蜂应优于外来蜜蜂。

实践：养蜂实践包括为管理蜜蜂以获得特定成果（如蜂蜜生产、蜜蜂保护或授粉服务）而开展的所有养蜂活动，包括相应的房舍搭建、技术创新应用、良好养蜂实践和养蜂生物安全措施。这些实践是确保养蜂系统恢复力和生产力的基础，应结合起来使用。良好养蜂实践指的是养蜂人从人类、蜜蜂和环境的最佳健康利益出发在养蜂场生产中进行的所有综合活动。它们是实施养蜂生物安全措施的基础，包括养蜂人为了降低特定蜜蜂病原体入侵和传播风险而实施的所有操作活动。

教育和推广：这些服务是提高养蜂人可持续养蜂技能的基础，帮助他们掌握关于良好养蜂实践的相关知识和技术技能。持续有效的培训和推广活动对养蜂系统的应用和成功至关重要，也是养蜂人与研究者、推广单位和其他相关当局建立合作关系的机会，从而巩固蜂蜜价值链，共同应对养蜂业面临的新挑战。

总之，能够产生影响力的养蜂方法应考虑上述所有核心要素，确保养蜂业可持续发展，具备恢复力和竞争力，让养蜂人能够提高各自企业的生产力、盈利能力和可持续性。如此一来，养蜂业就能对行业冲击、季节性影响和压力因素有更强的恢复力，在不加剧环境退化的情况下提供创收机会，提高作物产量，并以更高的效率提供盈利的蜂产品和服务。

第3章 养蜂业的发展：知识整合

本章的目标读者是考虑对养蜂发展施加干预的人。每个项目都必须确保环境、经济和社会发展的可持续性，而蜜蜂和蜂箱只是其中的一部分。在利用养蜂业促使人们摆脱长期贫困时，必须正确分析现状，充分了解市场和贸易环境。

3.1 关于蜜蜂

使用当地蜂种或亚种，并了解当地蜜蜂的生物学特征和行为。天然情况下，蜜蜂一般生活在树洞内或养蜂人的蜂箱内。西方蜜蜂是常用的蜂种，天然生存的地区包括北极圈以北以及整个欧洲、中东和非洲。这种蜜蜂已被世界各地引进，如今的踪迹遍布全球。蜜蜂有许多不同的亚种，亚种之间特性不同，因此能够在差异巨大的气候条件下生存，不管是欧洲冬季的 -20°C ，还是中东地区的 40°C ，都能发现蜜蜂的踪迹。

换言之，只要有开花植物的地方，就有蜜蜂以及能够产出让人赖以谋生的蜂蜜、蜂蜡和蜂胶（详见后文章节）的许多其他蜂种。

许多发展中国家都位于热带地区，而热带蜜蜂的生物学特征和行为与生活在温带气候地区的蜜蜂大不相同。因此，在温带气候的工业化国家中行之有效的养蜂技术不一定适合热带气候和偏远农村地区。

蜜蜂在自然界中自由生活，无法像其他动物一样被人圈养，而是自由进食和交尾。切勿从其他地区引进蜜蜂，因为近年来出现的蜜蜂寄生虫（如狄斯瓦螨）和病毒就是这样传播的。由于蜜蜂是在野外自然交尾，引进蜜蜂没有任何意义，而且蜜蜂的引进通常需要年复一年地持续进行，并非可持续的养蜂做法。引进蜜蜂还会干扰已经进化到完全适应当地环境的本土蜂群。但由于人们经常通过蜜蜂买卖以及吹捧某种蜜蜂获利，因此发生了许多不必要且具有破坏性的蜜蜂贸易和流动。若对当地信息感到困惑或不确定，请联系国际蜂联等可靠的组织，获取客观意见。

3.2 现状分析

养蜂遍及世界各地的贫困农村地区，是一种可恢复、可持续、低风险的活动。但各地的养蜂人和养蜂业不尽相同，作为生计的养蜂不一定能创造财富。不妨尝试找出目前当地养蜂人真正面临的限制因素（如有）。应认识到：长久发展需要时间；应准备好在培训方面进行投入，以便相关技能能够得到长期应用。

真正可持续的养蜂项目依靠的是当地养蜂技能、专业知识和相关资源，并提供至少两年的培训和后续支持。有必要就提供培训和后续支持做出决策。例如，在埃塞俄比亚的“养蜂促发展”项目中，

领头养蜂人带追随者的模式取得了不错的效果。在其他地方，由当地技能娴熟的养蜂人提供更正式的培训比养蜂达人向养蜂新手传授技能的模式效果更好；事实证明，这类培训在加纳成效显著。因此，必须找到适应当地环境的最佳模式，而养蜂模式的选择取决于文化规范、乡村生活的社会结构、养蜂技能的普及和运输资源等当地因素。

3.3 规模和效率

养蜂人需要掌握一定商业技能才能权衡直接成本、销售价格、间接成本和数量的影响。企业分析表明，注重数量而非每千克的单价是一种常规做法，可能成为增加养蜂场年总收入的关键。项目应投资培养养蜂人的商业技能，使其能够胜任养蜂工作。

3.4 技术

许多政府正在实施农业现代化计划，而养蜂业现代化计划也是一个不错的想法。目前的许多干预措施主要是为了改变养蜂人使用的蜂箱类型，认为这种改变可以自动产出更多蜂蜜，而且蜂蜜质量更好，生产力更高。虽然技术变革可能带来扶贫成效，但这些干预措施所实现的变化几乎未经过评估。没有达到预期效果时，人们往往归咎于培训不足、天气或其他变量，而不是质疑技术变革是不是真正的解决之道。需要设备支撑的项目对设备制造和供应企业以及当地的养蜂设备使用顾问来说最有利可图。

目前，许多非洲国家（如埃塞俄比亚、坦桑尼亚和赞比亚）已成功将符合世界蜂产品严格标准的优质蜂蜜和/或蜂蜡出口到欧盟和世界其他市场上销售。这些产品中的每一滴蜂蜜和蜂蜡都取自当地蜂箱，而这些当地蜂箱可作为环境标准，符合养蜂业的简化、经济、天然和可持续性原则。

在非洲，巢框蜂箱（例如 Rev Langstroth 于 1852 年获得专利的朗氏蜂箱）有时也被称为“现代”蜂箱。然而，非洲的低成本、易制造、使用广和高效率的本地蜂箱更配得上这个称号。我们现在知道，大量健康的蜜蜂之所以仍能够在非洲存活，是因为当地养蜂人普遍采用简单天然的养蜂方式，使用的是简单的圆柱形蜂箱。当地蜂箱的制造材料一般是原木、芦苇、禾草和黏土。通常设计成一个圆柱体，吸引蜜蜂在蜂箱内筑巢。这种蜂箱没有可移动的部件，蜜蜂直接把巢脾固定在圆柱体的内壁上。经过多年的尝试和测试，事实证明，这类蜂箱作用高效，因采用当地的天然资源制成，成本低，连最贫穷的农户也能负担得起。

相关当局广泛鼓励贫穷农户将养蜂商业化，以此提高收入，但许多人认为养蜂商业化需要技术变革。相关当局鼓励养蜂人弃用简单的当地蜂箱，转用所谓的“现代”蜂箱。这种干预是对当地现况分析不充分的结果，往往是一种不恰当的做法。某些成本效益分析表明，养蜂人在几年后就能收回巢框蜂箱的成本，但这些预测很少基于当地的实际数据。Svensson（2002）报告了在不当分析和错误预测基础上制定的养蜂项目所遭遇的失败。例如，即使养蜂人能够在 4 年后收回成本，他们也没有启动资金，只能被迫陷入借债窘境。Wainwright（2002）在一篇介绍西北蜂产品有限公司（North Western Bee Products，一家生产者所有的赞比亚公司）的论文中表示：“很难在这些（巢框）蜂箱中管理非洲蜜蜂。最重要的是，蜂箱的高昂成本将使养蜂人背上无法偿还的债务。”反过来说，免费发放蜂箱也不是一种可持续的做法。

养蜂项目已经受到捐助者和非政府组织的青睐，这是有原因的。不过，非政府组织需根据捐助项



目的要求和预期设计项目，让相关方能够看见和衡量项目成果。为一定数量的蜂箱制定预算并不难，交付后直接拍照统计，证明非政府组织已按照计划实施了项目。而要看到并衡量一项新技能或新市场关联的成效则难得多。在蜂箱上投入资金也会增加项目的成本，但不会让设计或交付变得更复杂。若实施项目靠的是从项目总成本中抽成，简单价高的项目很有吸引力。但发展项目往往错误地认为，“现代”蜂箱可以帮助人们赚到更多钱。

从质量方面考虑，生活在巢框蜂箱的蜜蜂和生活在当地蜂箱的蜜蜂都以同一个地方的同一片植物群为食，产出同样的产品。不同的是采收时和采收后的处理方法。某些使用当地蜂箱的养蜂人在采收时不留心，所以只能向市场提供低质量的产品。不过，进一步的分析表明，他们所在的买卖市场接受这种产品标准，所以养蜂人不了解其他市场要求。了解这一点有助于采取有效、有用的项目干预措施。

由于蜂蜡在巢框蜂箱中回收利用，因此与当地蜂箱相比，在巢框蜂箱的采收总量中，蜂蜜较多、蜂蜡较少。不过，蜂蜡是一种有用的产品，在许多方面比蜂蜜更容易储存和销售。目前全球市场对蜂蜡的需求量也很大。如果销售蜂蜡可以产生大量收入，同时巢础成本高或难以获取，那么回收巢脾就没有经济效益。

乌干达的一位养蜂人说过：“有人建议给蜜蜂提供巢础，这样蜜蜂就有更多的时间采蜜，拿来卖的蜂蜜也来得更多更快。”

他的邻居回答说：“所有蜜蜂都需要蜂蜡修造的巢脾。如果要我提供巢础，我就得自己花钱买。我宁愿让蜜蜂自己修造，还不用花钱。”

此外，虽然巢框蜂箱可以方便检查巢脾，然后再放回蜂箱，但热带蜜蜂经常在养蜂人操作蜂箱时快速逃离。巢框蜂箱也方便在摇蜜后更换巢脾，但由于离心机价格较高，每年可能只用一两次，因此必须集中存放和共用巢框蜂箱。这意味着必须步行或骑自行车将巢框蜂箱运到加工中心，但这项工作不仅容易扬尘，而且十分耗费时间和成本。

3.5 市场和贸易

在实施任何干预之前，应尽量了解当地的市场系统。一旦项目启动，需构建一个支持环境，并听取养蜂人的建议，同时评估和记录项目的进展情况。

养蜂业的商业化意味着规模和效率目标的实现。为了确保盈利性，必须计算实际生产成本。当地蜂箱的制造成本极低，因此盈利性比巢框蜂箱更强，尽管有各种假设和说法，但至今没有证据表明，在撒哈拉以南非洲，用巢框蜂箱的养蜂人可以比大量使用当地蜂箱的养蜂人收到更多的蜂蜜。

准入门槛低、盈利可观且公平可靠的市场环境将鼓励养蜂人加大对养蜂活动的投入。

贫困国家普遍存在供应链问题，而这些问题的根源在于市场信息不足、联系不充分、缺乏周转资金、缺乏容器、投资少、沟通不畅。因此，养蜂项目应集中精力解决这些问题。

3.6 保证质量的采收和处理程序

任何养蜂人只要按照简单的良好养蜂实践操作就能生产出高质量的蜂蜜，并按照超市要求进行包装和贴标。所有项目都应在养蜂人和采集中心工作人员的培训上进行投入，使他们掌握从任何一类蜂箱中采收蜂蜜的正确方法、实现产品可追溯性的记录方法以及收蜜后正确的处理和储存方法。

第 4 章 蜜蜂的地域分布：历史和更新

综述

野生蜜蜂遍布世界各地，但只有少数人类社会设法繁殖和维护蜜蜂，以满足对蜜蜂的需求。自古以来，人类便利用本土蜜蜂进行养蜂采蜜的活动。在现代，养蜂已成为一项全球性活动，而最常使用的是西方蜜蜂（西蜂）。据估计，全世界有 2 万多种蜜蜂，但世界上的许多本土蜜蜂栖息地正在消失。今天，蜜蜂的价值不仅在于蜂蜜，更在于它们提供的授粉服务。这两个重要功能只有在某些有蜂群和蜂王的群居蜜蜂中才能同时实现，本章将对此进行研究。

生活在蜂群中的产蜜蜂种有 3 类：蜜蜂、熊蜂和产蜜无刺蜂（图 4-1）。它们最早出现在大约 1 亿年前。现在，大约有 1 000 种不同的产蜜蜂种在地球上生存和繁衍，它们也是人类最常遇见的蜜蜂。



图 4-1 能够产蜜的 3 个蜂族：蜜蜂属 / 蜜蜂族 / 菲律宾（左上）、熊蜂属 / 熊蜂族 / 美国（右上）、无刺蜂属 / 麦蜂族 / 巴拿马（底部）

左上—©D. Roubik, 右上—©D. RUBIK, 底部—©B. TAUBERT



自然，它们并非在同一时间、同一地点进化，而且这个分布广泛的重要群体也有不同的生物学特征。蜜蜂需要有花蜜的花朵来产出蜂蜜，需要花粉来为幼虫提供蛋白质。而这类植物在分布、丰富度和开花时间上也有各自的特征。本节将尽量简明扼要地介绍蜜蜂和相关植物。人们对蜜蜂的分布已有充分了解，包括许多蜜蜂的保护和管理问题，我们对蜜蜂数量和“功能群”的认识也越来越深刻。

4.1 世界各地的蜜蜂

群居蜜蜂最早发现于古老的冈瓦纳超大陆，冈瓦纳古陆残存部分约占当今大陆面积的 2/3，包括南美洲、非洲、南极洲、印度、澳大利亚、新西兰和阿拉伯半岛。蜂巢携带着蜂蜜，通过大陆漂移、浮岛或是一棵树，沿河而下、跨越海洋，传播到很远的地方。蜜蜂曾生活在恐龙时代，见证了全球灭绝事件。在恐龙时代末期，大约 6 500 万年前，一颗巨大的小行星在现如今的墨西哥湾尤卡坦半岛附近撞击了地球。另一颗在印度附近发生了撞击。人们仍在探究当时小行星撞击地球引起的众多变化，但可以确定的是，70% 的物种（无疑包括蜜蜂在内）在那时就被淘汰了。如今，我们可以对产蜜的蜜蜂做一些重点概括（表 4-1），具体如下：

- a. 它们大多是热带蜜蜂（除一个蜂种外，其他绝大部分都是热带蜜蜂）。
- b. 蜜蜂通常具有迁徙性，产生可以飞行的分蜂团。
- c. 无刺蜂以蜂群形式繁殖，会直接飞入新巢。
- d. 无刺蜂的种类最多，分布最广，起源最早。
- e. 熊蜂虽然是重要的授粉者，但蜂群内一般储存的蜂蜜很少，寿命也不超过一年。

表 4-1 世界上属于蜜蜂科和蜜蜂亚科的产蜜蜂

族别	常用名	分类大小	时间 / 起源（百万年）
麦蜂族	无刺蜂	约 60 个属 [*] ，600 个种	80—100
蜜蜂族	蜜蜂	1 个属，12 个种 ^{**}	34
熊蜂族	熊蜂	1 个属，250 个种	24—40

* 较大的属包括：*Melipona*、*Plebeia*、*Trigonisca*、*Trigona*、*Lestrimelitta*、*Partamona*、*Scaptotrigona*、*Paratrigona*、*Meliponula* 和 *Tetragonula*。

** 包括西方蜜蜂、绿努蜂、苏拉威西蜂、东方蜜蜂、印度蜂、沙巴蜂、黑小蜜蜂、小蜜蜂、大蜜蜂、炳氏大蜜蜂、菲律宾黑大蜜蜂和黑大蜜蜂。

蜜蜂在世界各地存在明显的分布差异。在地域分布上，只有一种蜜蜂（西方蜜蜂）占绝对优势，遍布旧大陆西部、美洲和大洋洲（现如今东方蜜蜂已侵入，成为大洋洲第二大优势蜂种）。在亚洲，通常有 3 ~ 5 种蜜蜂生活在同一片地区。无刺蜂的种类最多，按多样性排列：非洲 < 亚洲 < 热带美洲（表 4-2）。这种差异不是由于土地面积或大陆面积造成的；准确地说，蜂种的多样性与所在地区的植物丰富度大致相当。

在亚洲山区、北温带和美洲山区，熊蜂种类最多，但安第斯山脉除外，因为熊蜂属大约在 800 万年前才在那里出现。

在农业密集或人口稠密的地区，自然植被和植物生物多样性通常会减少。因此，蜂种也比较少。在这些地区，可以通过保护自然栖息地、限制杀虫剂使用和降低污染程度等措施维持蜜蜂种群。

生物多样性在不同地区有很大差异。值得注意的是，单个蜂种（如西方蜜蜂）对明显的旱季条件

的利用程度要高于季节性较弱的环境中连续较长的花期。新热带区蜜蜂多样性的聚集地位于近赤道的厄瓜多尔亚马孙河流域，在当地雨林方圆 8 km 范围内发现了 100 个蜂种。那里生长着大约 3 000 种树木、600 种藤本植物和 500 种草本植物。旧大陆的非洲蜜蜂近来才出现在那里，但仍然很罕见。相比之下，巴拿马的低地（9°N）在降水量、植物丰富度和蜜蜂多样性方面有所不同。巴拿马运河流域保护区沿岸大约有 2 000 种木本植物（树木、灌木和藤本植物）和 200 种草本植物。产蜜蜂种的多样性约为太平洋低地森林和加勒比潮湿低地的一半。同时，巴拿马地峡中部、太平洋地区和加勒比沿岸分别有 32 个、22 个和 46 个蜂种，在这个横断面上，仅 76 km 内总共约有 56 个产蜜蜂种。高纬度和高海拔地区的群居蜜蜂较少，不过在一定纬度范围内，地形和海拔差异很大时单位面积的蜂种较多，例如在哥斯达黎加的小国范围内（表 4-2）。

表 4-2 研究相对透彻的地区内属于麦蜂族的产蜜蜂的属数和物种数

区域	国家或地区	面积 (1 000 km ²)	属数	物种数	单位面积物种数*
新大陆	阿根廷	2 780	18	37	1
	巴西	8 516	34	315	4
	哥伦比亚	1 142	25	101	9
	哥斯达黎加	51	19	58	114
	厄瓜多尔	283	25	150	53
	法属圭亚那	83	23	80	96
	墨西哥	1 973	15	46	2
	巴拿马	76	21	63	83
	委内瑞拉	916	19	83	9
旧大陆	澳大利亚	7 692	2	14	<1
	加蓬	268	8	16	6
	印度	3 287	3	11	<1
	巴布亚新几内亚	460	4	12	3
	马来西亚半岛	132	12	35	26
	沙捞越州	124	11	21	17
	泰国	513	12	34	7

* 单位面积种数 × 10²

所有产蜜者依赖的开花植物往往在施加干预的开阔区域中更丰富。阳光越充足，花朵和花蜜越多，特别是在再生林、天然草地或大草原上。在某些情况下，放火焚烧是为开花植物创造开阔肥沃生境的一个必要环节。因此，经过改造但并未退化的地区通常更适合群居蜜蜂生活。许多产蜜的蜂（种或者属）可以在这些地区繁衍生息，包括从其他大陆引进的蜂种。外来蜂种的悄悄扩散已经引起了人类的关注，特别是为了支持种子或果实作物生产而引进的蜜蜂和熊蜂。人们有理由担心，病害本身或传播病害的生物体（如寄生虫）在外来蜂种和本土蜂种之间发生所谓的“溢出效应”。在本土蜜蜂病害或寄生虫传播或侵入外来蜜蜂的问题上，目前尚无相关文件记载，许多文件记录的是外来蜜蜂病害或寄生虫对本土蜜蜂的传播或侵入（Kirishnan 等，2020；Goulson，2003）。似乎只有产蜜的无刺蜂没有发现病害问题，也不能在温带地区传播病害。



总之，在某些施加干预但管理有序地区附近的野地，蜂蜜产量可能超过未加干预的广阔野地的预期产量。部分原因在于，野生动植物（包括蜜蜂和它们依赖的开花植物）尚未达到平衡或稳定状态。本土蜂种可能不需要用到所有可用的植物资源。如果蜜蜂种群或共同依赖开花植物生存的蜂种数量存在限制条件，蜜蜂会通过适应达到相关的条件。热带和温带农田和人居环境中有大量十分吸引蜜蜂的各种开花植物。即便如此，现有信息不足以计算短期或长期内需要的植物和授粉者数量：简单地将花植资源（花粉、花蜜、油脂等）与开花量相乘，甚至无法粗略估计有多少蜜蜂或其他授粉者可以得到维持或续存。蜜蜂的繁殖可能受不同的生物学特征影响，无论是否是本土蜜蜂。如果蜂巢充足、几乎没有杀虫剂干扰、来自天敌（寄生虫、病害、捕食者）的压力相对较小或能够得到人类适当的管理和饲养，蜜蜂可以大量繁殖。

4.2 如何寻找和维护可再生蜜蜂

目前，一次性授粉昆虫有蜜蜂属、熊蜂属、切叶蜂属、壁蜂属和一些分布规模较小的种类（大多生活在温带地区）。养蜂人往往被迫使用然后丢弃这些独居（非群居）蜂群或蜂巢，因为这些蜂在完成授粉使命后会因食物太少而无法存活。不过西方蜜蜂是一个例外；它们被广泛运送到各地完成授粉使命，之后又在其他地方恢复活力。相反，如果周边植被充足，并且没有杀虫剂等前文所述的外界压力因素，长期生活于热带地区的蜜蜂属或无刺蜂属可以正常生存。

虽然大部分蜂种从未受到管理（目前养殖的蜂群仅占总数的10%左右），但可以考虑在当地使用或开发各种蜂群。许多自然区域大约有10个产蜜蜂种，某些地区有20~50个，少数地区有50~100个（表4-2）。这些蜜蜂方便移动，因此是最受欢迎的授粉者。如前所述，产蜜蜂种的多样性因地域而异，访花昆虫可以反映相关植物资源的多样性。在一个等级生态系统中，用某种蜜蜂代替几种无刺蜂，又用无刺蜂代替几种到多种其他蜜蜂，这样似乎最能解释蜜蜂的分布和聚集模式。但孤立区域（如海洋岛或被其他障碍物围绕的地区，详见表4-2）属于其中的例外情况。这些蜜蜂大多有一个俗称和学名，每个类群也有一个构成蜜蜂族的属名，并对应一个亚科。所有产蜜的蜜蜂都属于蜜蜂科中的蜜蜂亚科。熊蜂和蜜蜂分别属于熊蜂属（熊蜂族）和蜜蜂属（蜜蜂族），无刺蜂（麦蜂族）有许多个属。

温带地区只发现了几种蜜蜂能大量产蜜。这表明蜂种数量较少时，每个种的种群数量较大。西方蜜蜂主要分布在非洲地区。近期西方蜜蜂的几个亚种从非洲进入温带地区，现已成为地球上养殖最广泛的蜜蜂。经过人为运送，西蜂遍布美洲和部分澳大利亚地区。西蜂的分布会再次发生变化，不仅因为生境交替，还因为土地、空气和水中的化学品影响、气候变化以及近来出现的疫病和限制条件等。除了西方蜜蜂外，真正非热带的产蜜蜂种只有澳大利亚的无刺蜂和老挝、印度北部和尼泊尔的黑大蜜蜂以及大多数熊蜂。美洲热带地区的少数熊蜂生活在低地。

在这些蜂种中，有哪些共同生活在本土环境中呢？非洲大约有10种，热带美洲的低地有20~100种。在其他地方，包括大陆般大小的岛屿（如澳大利亚、新几内亚、马达加斯加和婆罗洲）或被高山阻隔的较小地区（如印度）或被海洋阻隔的地区（如菲律宾），估计有5~30种。

无刺蜂

无刺蜂的踪迹遍布新热带地区，从乌拉圭的34.90°S（蒙得维的亚）到墨西哥的27.03°N（索诺拉州阿拉莫斯）。不管是从南非28.54°S（埃绍韦）到塞拉利昂18.00°N（恩贾拉）的非洲地区，还是

从澳大利亚 36.41°S 到中国台湾 24.23°N 的印度—马来西亚 / 澳大利亚地区，都发现了无刺蜂的踪迹。据记载，最北端的无刺蜂出现在印度北方邦的台拉登（30.32°N），印度的其他几个记载也在 28°N 以上。印度次大陆的大部分地区（在印度和尼泊尔的海拔至少达到 1 000 m）都发现了无刺蜂。在南美洲和亚洲，其分布很少在海拔 2 500 m 以上，但也有罕见的例外，在秘鲁和玻利维亚的安第斯山脉高达 4 000 m 的地方也有记载。

目前，对无刺蜂在印度的确切分布知之甚少。一种对寒冷条件的适应性有限的社会性昆虫，却长期生活在纬度如此高的北纬地区，面临连续几天低于冰点的低温，这样的现象应能够促使研究人员在印度北部进行新的行为学和生理学研究。

熊蜂

熊蜂是相当有名的一个蜂属，某些熊蜂大量分布于世界上人口稠密的地区。它们体型庞大，一般色彩鲜艳。大多数熊蜂属于蜜蜂科下的熊蜂属，但有些是拟熊蜂亚属下的寄生种。全世界大约有 250 种熊蜂，北温带地区的熊蜂多样性最高。熊蜂一般生活在欧洲、北美洲和亚洲的大部分地区，鲜少活跃于地中海等气候较温暖的地区，但却有一些分布于东南亚和中南美洲的低地热带地区。从北美到南美的山脉几乎连绵不绝，使得熊蜂这种主要生活在北方的生物能够穿越赤道，在从委内瑞拉到智利的安第斯山脉地区，具有一定的多样性。在喜马拉雅山脉和热带地区，熊蜂一般只出现在海拔 1 000 ~ 5 600 m 的地区。西藏以东山区和中亚山区的熊蜂多样性最高。而在欧洲，以上层森林和亚高山带花卉资源丰富的草地的熊蜂最具多样性。

熊蜂被认为是原始真社会性昆虫，其社会组织比蜜蜂更简单。蜂王独自创建蜂群并觅食，不需要工蜂的协助。与无刺蜂和蜜蜂不同，大多数熊蜂有一个年度周期。不过，一些热带熊蜂也通过分蜂建立新蜂群，这一点与蜜蜂类似。每个蜂群通常有一个蜂王（但某些热带蜂种可能同时有两个或两个以上的蜂王）。蜂群中的个体合作育雏，其中没有生殖能力的工蜂负责照管幼蜂、维护蜂巢、防御和觅食，这一点与无刺蜂很像。

虽然熊蜂的产蜜量不足以让人类获利，但它们是至关重要的作物授粉者。目前在人工条件下商业化养殖的熊蜂至少有五种，并用在了世界各地的塑料大棚和温室中。另有两种熊蜂在墨西哥和南美以半商业规模养殖。

蜜蜂

蜜蜂是欧亚大陆和非洲大陆的本土物种，现已被人类传播到四大洲。它们常年用蜂蜡筑巢，蜂群群势大，能生产和储存过量的蜂蜜。蜜蜂最早出现在始新世—渐新世界线的化石记录中（3 400 万年前）。目前公认的蜜蜂有不少于 12 种（表 4-2），还有许多亚种。

西方蜜蜂是最有名的一种蜜蜂，常用于产蜜和作物授粉。另外一种人工饲养的蜜蜂是生活在亚洲的东方蜜蜂，尽管尼泊尔喜马拉雅山脉地区的养蜂人经常采集黑大蜜蜂的蜂蜜。在世界的某些地方，蜜蜂的蜂群数量正在减少，但全球总数却在增加，这与许多人担忧蜜蜂灭绝的现实相反。

第5章 蜜蜂遗传资源

5.1 本土蜜蜂

尽管西方蜜蜂（学名：*Apis mellifera*）分布广泛，种内变异大，现有亚种达到30多个，但现代养蜂业大多选用其中几种。

养蜂要求经济效益高，又要求特定的行为特征，导致蜂种在分布上发生重大变化，自然分布区内蜜蜂种群的遗传组成也常有巨变。养蜂一直注重经济价值高的优良性状，多采取亚种间杂交和少量种蜂大量繁殖，继而与原生蜜蜂种群杂交，甚至在很多地方取而代之（de la Rúa 等，2009；Meixner 等，2010）。

此外，西蜂还被引入亚洲其他异域蜂种的分布区，造成蜜源争夺和病原传播。病原传播最著名的例子要数原始寄生于亚洲东方蜜蜂的狄斯瓦螨宿主迁移至西方蜜蜂（Rosenkranz 等，2010；Dietemann 等，2013），全球仅极少数地区的蜂群幸免感染，对全球养蜂业造成灾难性影响（Wilfert 等，2016）。

然而，鉴于过去几十年的蜜蜂健康和蜂群损失问题，如今人们愈发认识到，本地适应性是影响蜂群生存力和繁殖力的一个重要因素（Costa 等，2012；Büchler 等，2014；Hatjina 等，2014）。

在本地蜂群相对未受干扰的地区，它们可能很好地适应了当前的环境条件，包括气候、植被、害虫和病原等。但是，西方蜜蜂在目前的大片分布区内（如美洲新大陆或澳大利亚）不是本土蜂种。此外，在许多地区，特别是中欧和北欧的大部分地区，本土蜂群已被杂交或取代（de la Rúa 等，2009）。在这些地区，同域多代（25代以上）饲养和选育的蜜蜂品系可视作适应当地环境的蜂群。

专栏1 欧洲范围内的基因型与环境互作实验研究

为了评估地方适应性和基因型与环境互作对蜜蜂活力和性状表现以及蜂群损失的影响，2009—2012年进行了一项国际实验研究。该次实验中，共在欧洲选定了20个蜂场，对5种西方蜜蜂亚种和16种不同基因型的597个蜂群进行了生存力和性状表现的比较研究（Costa 等，2012）。各蜂场均采取本土品系搭配至少两种外来品系的比较研究方法。本土品系主要是本土亚种或在本土繁衍超过25代的基因型。

其间，依据一个统一的试验方案，对蜂群的生存和发育、繁殖特征和行为特征以及病虫害和病原体的发生和传播等参数进行定期评估。在实验过程中，未针对狄斯瓦螨或其他病害使用化学药剂进行防治。实验结果显示，本土蜂王所在蜂群的平均存活期明显更长，比非本土蜂群长83天（Büchler 等，2014）。虽然一般来说，本土蜂群和非本土蜂群之间的病害发生率没有明显差异（Meixner 等，2014），但其中一个养蜂场的案例研究表明，非本土蜂群的病原体感染率普遍较高（Francis 等，2014），这可能

是不适应当地环境的结果。本次实验研究的结果发表在《养蜂研究杂志》关于基因型与环境互作特刊的一系列文章中（www.tandfonline.com/toc/tjar20/53/2?nav=tocList，公开获取）。

5.2 遗传多样性

保护蜜蜂的遗传资源即是保护蜂种的适应潜力。为了应对气候变化和新病原等未来可能出现的挑战（Le Conte 和 Navajas, 2008; Cornelissen 等, 2019; Ray 等, 2020）以及市场需求的变化，我们必须保护世界各地适应不同环境的各种蜜蜂种群。蜜蜂种群可作为一个基因库，保存在未来条件下的潜在有利基因。遗传多样性越高，蜜蜂的环境适应力越强，保护蜜蜂的遗传资源是促进养蜂业可持续发展的一个重要环节。

此外，在养蜂工作中，随着种群中的劣质等位基因不断通过选育剔除，育种群体的遗传多样性可能会逐渐下降。在某些情况下，高强度选育可能导致近交衰退的负面效应。与其他禽畜相比，蜜蜂对近亲交配尤为敏感，因为蜜蜂有互补性别决定机制（Zayed 和 Packer, 2005）。为了消除这种负面效应，有时将其他遗传多样性引入现有的育种群体似乎是有益的。因此，在源种群中维持较高的遗传多样性十分重要。

蜜蜂的生存环境多样，遍布热带至温带地区。更多信息请见第4章。需要注意的是：对某些地区的蜜蜂遗传多样性还需要进一步研究，将来可能会发现更多遗传资源。

蜂种发现

对蜂种和亚种的首次科学描述可以追溯到19世纪。不过，早期的描述往往比较主观，缺乏科学严谨性。例如，直到20世纪中叶，东方蜜蜂的物种地位才有定论，而东方蜜蜂和西方蜜蜂之间存在生殖隔离的实验证明资料直到1983年才发表（Ruttner 和 Maul, 1983）。同样，几十年来，俄罗斯乌拉尔山脉一直被视为西蜂分布区的东部边界。直到最近，在中亚发现了特有的西方蜜蜂亚种，才将西方蜜蜂的分布区向东延伸了几千千米。时至今日，在对西方蜜蜂的分布区和亚种变异（以及其他蜂属物种）的认识上，我们仍然存在一些缺口。直到近年，才有人发现和描述了几个新的西方蜜蜂亚种，包括马耳他蜜蜂、卡赫斯坦蜂、埃塞俄比亚蜂和西域黑蜂（Sheppard 等, 1997; Sheppard 和 Meixner, 2003; Meixner 等, 2011; Chen 等, 2016）。然而，随着经济需求导致蜜蜂贸易和迁移越来越频繁，许多蜂种和亚种可能在被发现之前就已经灭绝了，这一前景令人担忧。

性状表征

蜜蜂多样性的表征和描述始于20世纪20年代，最早发表的文章主要关于蜜蜂的少数几个身体部位的形态参数的变异（Alpatov, 1929）。之后，研究人员采用更多的形态特征和完善的统计工具进行分析，建立了形态测定框架。从20世纪60年代开始，这一形态测定框架成为了研究蜜蜂地理变异和多样性的标准方法。1988年出版了一本全面描述蜜蜂多样性的专著（Ruttner, 1988）。自20世纪90年代以来，随着分子技术的发展〔主要是 Meixner 等（2013年）的线粒体DNA和微卫星多样性研究〕及其在蜜蜂多样性研究中的应用，相关研究已经取得了重大进展。目前，研究人员正在开发基于单核



苷酸多态性 (SNP) 分析的诊断工具, 可以一次性地准确鉴定未知蜂种的亚种 (Parejo, 2018)。

值得注意的是, 人们开始逐渐了解和重视蜜蜂种群和亚种的行为特征, 如季节性育雏周期和分蜂行为、蜂巢防御和交尾行为等。

利用

商用蜜蜂应具备优良的经济性状, 如产蜜量、分蜂倾向和温顺性。在世界许多地区, 这些性状长期以来一直通过选育进行持续改良 (Ruttner, 1972; Laidlaw 和 Page, 1997; Lodesani 和 Costa, 2003; Bienefeld 等, 2007; Uzunov 等, 2017)。近期以来, 与蜂群健康有关的性状 (如提高对寄生虫或病害的抵抗力) 变得越来越重要, 还被纳入世界各地的育种项目中 (Büchler 等, 2010; Rinderer 等, 2010)。

蜂群保护

遗传种群繁殖商业化、跨国蜂王交易以及转地放蜂等现代养蜂实践导致了本土蜂群的基因渗入和杂交。一旦形成规模化, 特别是在本土蜂群数量较小的情况下, 可能导致本土蜂群丧失对当地条件的特殊适应力, 甚至危及整个种群的安全。

为了保护本土蜂群免受外来蜂群的遗传影响, 许多地区已经建立了保护区, 而保护区的发起人通常是当地的养蜂人。保护区的主体是一个受保护地带, 内部只保留受保护的遗传资源, 并禁止利用商业化饲养的蜂种或外来蜂种开展商业养蜂或转地放蜂活动。

西西里岛上濒临灭绝的本土蜜蜂——西西里蜂保护项目就是一个成功的保护区建设例子, 它最初由养蜂人发起, 后来被政府当局正式接管 (Muñoz 等, 2014)。

在一些情况下, 为了保护本土蜜蜂, 有些国家决定制定有关蜜蜂遗传物质贸易和进口法规。例如, 斯洛文尼亚和克罗地亚明令禁止引进除本土亚种卡尼鄂拉蜂之外的任何其他亚种 (Bouga 等, 2011)。另一个知名的保护区例子是丹麦的莱斯岛, 岛上有一个纯种本土西方蜜蜂子遗小种群, 在保护下避免与周边引进的意大利蜂和布克法斯特蜂杂交 (Jensen 等, 2005; Kryger, 2009)。

关于蜜蜂育种的更多信息, 见 8.1 节。

保护方式

原位保护

原位保护是指在蜜蜂的自然分布区内对蜜蜂种群进行保护。

原位保护蜜蜂的一种常见做法是建立保护区。划定的保护区不仅要保护对蜂群生存至关重要的蜜粉源植物, 还要通过生殖隔离防止非本土蜂群与本土蜂群杂交。生殖隔离可以是物理屏障 (河流或高山), 如物理隔离不可行, 也可以利用地理距离。建议防止非本土蜂群进入蜜蜂保护区 6 ~ 7 km。

除了保护区, 本土蜜蜂的保护也可以由养蜂人通过本土蜂群的遗传改良得以实现, 即利用性保护。根据本土蜂群情况实施育种方案可以改进其性状表现, 使培育出的蜜蜂成为当地养蜂人的首选, 否则养蜂人可能从其他来源引进蜂王, 特别是引进经高度选育的蜂种。这可能导致本土蜂群与外来蜂群发

生竞争和杂交。因此，养蜂人持续选用本土蜜蜂能够实现可持续的保护。

在保护本土蜂群的同时，建议不断监测蜂群的遗传多样性和完整性。通过形态度量 and / 或分子生物学方法进行监测，可以提供有关蜂群现状的重要信息，在蜂群陷入危机时作为行动决策所需的依据。

专栏 2 亚洲地区新发现的原生西方蜜蜂亚种

2003 年以前，科学文献中将俄罗斯的乌拉尔山脉视作西方蜜蜂的东部自然边界 (Ruttner, 1988)。人们普遍认为，在乌拉尔山脉以东和喜马拉雅山脉以北的地区没有原生蜜蜂存在。

然而，在 2003 年，人们在中亚天山地区发现了一种新的西方蜜蜂亚种——卡赫斯坦蜂 (Sheppard 和 Meixner, 2003)，从此西方蜜蜂的自然分布区向东延伸了超过 2 000 km。卡赫斯坦蜂的分布区大致包括哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦境内的山区 (数据未发表)，但真正的分布区仍然未知。这种蜜蜂的形态和分子特征表明它与近东和西亚地区所谓的“东方系”亚种有着密切关系。几年后，遥远的中国西部发现了另一个亚种——西域黑蜂，使西方蜜蜂的分布区进一步向东延伸 (Chen 等, 2016 年)。分子分析表明，西域黑蜂与卡赫斯坦蜂不同，它属于“M 谱系”，因此与西欧和北欧的欧洲黑蜂密切相关。

异地活体保护

异地活体保护是指在原生地以外的地方保护活蜂，而保护区的环境往往与原生地环境不同。虽然原位保护通常是首选方案，但异地活体保护可以作为原位保护的补充手段，尤其适用于种群规模极小的濒危蜂群，因为在原地保护的过程中，原生蜂群可能由于传染病、自然灾害或遗传漂变等因素而丧失遗传多样性。在这种情况下，异地活体保护可以恢复原生蜂群。

但异地活体保护可能成本高昂，因此成功实施需要长期的经济支持。

冷冻保存

冷冻保存是另一种形式的异地保护，主要是在冷冻库中低温冻存遗传物质。冷冻保存需要专门的技术和设施，但一旦实施，被保存物质的维护成本相对较低。与活蜂迁地保护一样，冷冻保存也可以保障遗传多样性，防止传染病和自然灾害。遗传物质可以被收集保存很多代，因此可以重新利用已灭绝的前几代遗传物质。前几代遗传物质中可能含有当前蜂群因遗传漂变而失去的等位基因，而保存这些等位基因可以丰富未来的遗传多样性。多代遗传物质的冷冻保存也可以用于研究、跟踪一个蜂群的遗传学变化，进而了解该蜂群的发展趋势，为未来行动提供参考。

由于蜜蜂精液被冷冻保存，利用冷冻保存重建蜂群需要活蜂王，而活蜂王可能来自其他保护形式下的蜂群。因此，鉴于目前的技术条件，建议采用冷冻保存与原位保护或异地活体保护相结合的方式。

蜜蜂精子冷冻保存是一个新兴领域，目前只有几个冷冻库投入运作。近来已经开发并验证了能够成功冷冻保存蜜蜂精液的方法 (Hopkins 等, 2012 年; Wegener 等, 2014 年)，而且正在进行实现中长期蜜蜂精液保存的项目，以保护宝贵或濒危的蜂种。此外，也在进行蜜蜂胚胎冷冻保存的研究，但目前尚未有可靠的方法 (Collins 和 Mazur, 2006)。

除了精子库之外，还有许多用于科学研究资源，包括蜜蜂标本和数据，大多由研究机构保存。欧洲和美国没有国家级的蜜蜂种质资源库，而中国拥有世界最大的蜜蜂和传粉昆虫基因库 (表 5-1)。



表 5-1 用于冷冻保存的蜜蜂基因库

地点	基因库	说明
中国	中国国家蜜蜂基因库	蜜蜂和传粉昆虫的基因库
德国诺伊施塔特 Mariensee 的动物农场	德国基因库蜜蜂精子冷冻保存	蜜蜂试点项目
美国科罗拉多州柯林斯堡市	国家动物种质计划 (NAGP) —— 国家蜜蜂基因库	美国农业部农业研究局 (USDA ARS) 蜜蜂精子和卵子库

第6章 养蜂模式

6.1 当地蜂箱

6.1.1 历史

别具地方风格的蜂箱，或称本土蜂箱，是一种在当地筑造的简单蜂箱，在箱内蜜蜂附在蜂箱顶部的巢脾上。这种蜂箱具有悠久的历史，通常被称为“传统”蜂箱。

这种蜂箱对蜜蜂的生活有很多益处，因为箱内饲养的蜜蜂可以自由活动、健康发育，从而为形成大量健康、基因优良的蜂群提供了基础。由于造价低廉，养蜂人可以负担起几百个这样的蜂箱。这种蜂箱环保、经济、可持续性强，在很多情况下成为养蜂人的最佳选择，特别是在农村地区。

有人认为养蜂业出现在最早的古代文明中，这些文明发源地有大量分泌花蜜的植物，因此也就有了蜜蜂。这些地方植被丰富、人口稳定，因此诞生了农业。新月沃土，是古代文明发源地之一，通常被称为“文明的摇篮”，它是中东的一个地区，源起波斯湾，呈新月形，贯穿现代的伊拉克南部、叙利亚、黎巴嫩、约旦、以色列和埃及北部。新月沃土对源于古代美索不达米亚、埃及和黎凡特文明的世界文化（包括苏美尔人、巴比伦人、亚述人、埃及人和腓尼基人的文化）具有重要意义，一直以来都是公认的文明发源地之一。从新石器时代到青铜和铁器时代，新月沃土是人类历史的重要组成部分，主要包括该地区四大河流（尼罗河、约旦河、底格里斯河和幼发拉底河）形成的肥沃河谷，而最早的农业文明也在这里发展起来。

当一些人类群落放弃游牧聚集的生活方式，转而以务农方式身份定居时，他们需要制造容器储存某些季节特有的食物，以便全年食用。由于群居蜜蜂习惯在洞穴内筑巢，养蜂可能是偶然开始的行为。自史前时代起，人类就开始制造各种工具，而容器是最重要的工具之一。然而，当人类过着游牧生活，没有驮畜和马车时，这些容器必须小巧轻盈，而且极有可能只是临时使用。定居意味着可以用更坚固耐用的材料制作容器，而最重要的特征是，容量更大。其中一些容器的尺寸非常适合西方蜜蜂在容器内筑巢，繁衍新的蜂群。一些学者认为，蜜蜂是自愿进入这些容器的。农业对环境产生的巨大影响也可以用来解释蜜蜂决定在容器内筑巢的现象。

人类制造出 30 ~ 50 L 的容器，与蜜蜂偏好的空间容量相似，这无疑是养蜂业诞生的一个重要契机。在观察到蜜蜂选择这些容器筑巢后，人类制造了专业的蜂机具。

随着养蜂业扩展到不同的地理区域，饲养蜜蜂的蜂箱也根据地点和材料的可行性而发生变化（图 6-1）。

最早的养蜂业使用收蜂笼和蜂群诱捕方法。通过在分蜂蜂群寻找新巢址的关键路径上设置诱捕器，在蜜蜂找到新巢址之前将其捕获。

许多出版物概述了养蜂业从起源到现代的历史，其中 Eva Crane 的《养蜂采蜜世界史》（*The World History of Beekeeping and Honey Hunting*）（1999 年）尤其值得一读。



图 6-1 各种当地蜂箱

6.1.2 定义

“传统蜂箱”一词常指某些地区常见的或发展中地区中某些群落常见的特定蜂箱。这形成了一种误导，让人误以为传统蜂箱不适合在现代环境中使用。因此，“传统蜂箱”应改为“当地蜂箱”，以反映其用当地材料制作而成。

当地蜂箱主要可以分为两大类：

1. 巢脾固定的“立式蜂箱”。巢脾由蜜蜂自由筑造，位于蜂箱顶部。管理蜂群的操作要从箱体下方开始。
2. 重叠排列、巢脾固定的“卧式蜂箱”。巢脾由蜜蜂自由筑造，位于蜂箱顶部。通常从箱体两侧开始管理蜂群。

此后，卧式蜂箱的使用从新月沃土延伸到整个地中海盆地。直到今天，在非洲、中东和部分南欧国家的传统养蜂业中，各种形状和造材的卧式蜂箱仍然是最常用的蜂箱类型。

显然，上述蜂箱分类并不是完全固定不变的。例如，西西里养蜂人曾经使用，而且目前仍在使用的（但不经常使用）大茴香秆建造天然蜂巢（图 6-2）。他们可以将原木蜂箱巢脾拆解成尺寸极小的巢脾，并将原蜂群分成两部分，一个放入原来的蜂王，另一个放入无王蜂群。

当地蜂箱的管理与活框蜂箱的管理不同。有些人认为，当地蜂箱的使用需要更多的养蜂技术知识，但只要经过一些基本技能培训，就很容易应用。而且建造蜂箱可以利用当地的自然资源（植物、矿物质、石头以及常见的 / 可获得的 / 经常使用的材料，图 6-3 至图 6-7），因此造价更低、可以大量生产，以此来弥补产蜜量较低的不足（与活框蜂箱相比）。

后文章节将对世界各地使用的各种当地蜂箱进行更详细的介绍和举例。



图 6-2 茴香秆制成的当地蜂箱



图 6-3 软木制成的当地立式蜂箱



图 6-4 当地木制立式蜂箱



图 6-5 稻草和陶土瓦制成的当地立式蜂箱



图 6-6 藤条编织而成的当地立式蜂箱

图 6-7 石头制成的当地卧式蜂箱
(在普利亚当地语言中叫作“piluni”)

6.1.3 欧洲当地蜂箱

养蜂业从小亚细亚传到爱琴海地区，然后逐渐传遍整个希腊，再传到大希腊地区，包括从马耳他到西班牙的整个地中海地区，其间可能有腓尼基人的帮助。

原木蜂箱用陶瓦、石头、木材、软木、稻草和其他材料制成，通常会涂上黏土泥浆、石灰或粪土，以防止风化并增强保温性能，再根据气候和当地材料增加其适用性，应用于欧洲的各个地区（图 6-8）。

人们对养蜂和蜜蜂的认识主要归功于后来几个世纪传遍整个地中海地区的古罗马文化。科学和技术上的重大发现大多发生在 17 世纪以后。

虽然罗马人所用蜂箱的图片资料和考古发现极少，但从相关描述中可以推断，大多数是卧式蜂箱。从卧式和立式蜂箱中取蜜时，只需要取出有蜂蜜的巢脾，从而保证蜜蜂生存所需。随着罗马帝国的衰亡（公元 476 年），养蜂业因杀蜂剂的传播而陷入低迷。当时，为了采集蜂蜜和蜂蜡，所有蜜蜂被赶出



蜂箱，这也是古代养蜂业中经常被忽略的一点。

放眼整个欧洲，在西罗马帝国灭亡后的几个世纪里，各种类型的蜂箱开始流行起来，不过形状和材料大致不变，只是用途和名称往往不同（例如，某种蜂箱在西西里岛称为“fasciddi”，而在普利亚称为“piluni”）。由于低洼地区难以找到大树干筑造蜂巢，所以常用篮筐涂上泥浆或粪土制成蜂箱。基于实际原因，低洼地区的木制卧式蜂箱通常改成了立式蜂箱。仅阿尔卑斯地区和意大利南部延续了悠久的卧式蜂箱传统。

此后，大部分欧洲地区弃用了当地蜂箱，改用活框蜂箱，因为活框蜂箱更能适应标准化、高产量的工业化流程。

6.1.4 非洲当地蜂箱

蜜蜂在非洲存在了几千年。一些岩画证明，许多非洲国家已经有长达几个世纪的养蜂史了。在文明早期，许多非洲部落会食用蜂蜜，一般通过猎取蜂蜜进行采集。随着工具和设备的发展，生活更加便利，许多地区开始制作蜂箱养蜂。根据不同地区可得到的材料，几种类型的蜂箱世代沿用，形成了各种地方风格的蜂箱。

随着全球市场对天然蜂蜜的需求增加，对欧洲市场和其他认可非洲蜂蜜特色的市场，非洲的蜂蜜出口量明显增加。非洲出口的蜂蜜中，90%以上采自世代沿用的当地蜂箱。正是当地蜂箱的使用，非洲还生产了大量蜂蜡，出口到全球许多国家。

在各种因素的影响下，许多非洲地区的当地蜂箱并不规范，蜂箱大小不一。这主要取决于树干/树皮等可用材料的类型。例如，原木蜂箱的长度从50 cm到1.5 m不等。它们的直径也不同，小到25 cm，大到50 cm。

原木蜂箱

原木蜂箱由不同树木的原木制成，具体取决于相应地区或国家的森林情况。根据树木的类型，某些地区可以直接采用中空枯木制作蜂箱，而有些地区则需要砍掉树木，凿空树干。将准备好的原木两端用精心编织的弧形材料密封，留下一个口供蜜蜂进出。

出于安全考虑，原木蜂箱通常放在高树上，距离地面平均3 m高（图6-8）。

树皮蜂箱

树皮蜂箱是一种用特定树种的树皮制成的蜂箱。从树上取下树皮时保持了树皮的原始形状。蜂箱两端用弯曲的木片、编织草皮或细树枝密封。

旱地林区中的树木（Miombo）最常用于制作树皮蜂箱，特别是在南非和东非地区。与原木蜂箱一样，树皮蜂箱通常也是放在高树上，距离地面平均3 m高（图6-9）。

芦苇秆/草秆/竹条制成的蜂箱

这类蜂箱用芦苇秆/草秆/竹条编织而成，而为达到耐用，有时会涂上牛粪或黏土。它们的形状与原木或树皮蜂箱相同，两端用木片、编织草皮或树枝密封，有些形似篮子（图6-10、图6-11）。

陶罐蜂箱

非洲有许多地区十分擅长制陶，常用黏土制作一些器具。破损或不再使用的储水陶罐有时会被用作蜂箱。但有些陶土蜂箱是专门制作的。



©MUKOMANA D.

图 6-8 当地原木蜂箱



©MUKOMANA D.

图 6-9 树皮蜂箱



©MUKOMANA D.

图 6-10 芦苇秆/草秆/竹条制成的圆形蜂箱



©MUKOMANA D.

图 6-11 草秆包裹的当地蜂箱

葫芦蜂箱

葫芦是一种常见的葫芦科植物，可以用于储存水和小谷物。有些地方会把葫芦当作蜂箱使用。

6.1.5 拉丁美洲当地蜂箱

欧洲定居者来到拉丁美洲是西方蜜蜂养殖业的开端，他们引进的是原籍国制造的蜂箱。

有些地区利用丰富的原材料，如黏土、陶瓷或苇草等，制作蜂箱（图 6-12，图 6-13），但这些蜂箱通常与欧洲国家的蜂箱大小和形状一致，这也是拉丁美洲没有用所谓的“当地蜂箱”养殖西方蜜蜂的原因。

拉丁美洲的本土蜜蜂一般是无刺蜂属的无刺蜂（见无刺蜂相关的 8.2 节），不同地区和蜂种有着不同类型的蜂箱。它们形状不一，大小各异，材质多样，可以通过不同方式储存食物。



图 6-12 泥土蜂箱



图 6-13 泥土蜂箱内部

6.1.6 亚洲当地蜂箱

4500年前，中东地区古埃及用的是重叠排列的管状蜂箱，至今仍在沿用（但数量较少）。由于当地材料的不同，养殖东方蜜蜂的当地蜂箱也截然不同。与西方蜜蜂一样，东方蜜蜂的分布覆盖了从热带到温带的广阔区域，环境多样性很高。原木蜂箱是最常见的类型之一。为了远离地面，蜂箱通常放在支撑物上方。有些地区，蜂箱会装在墙上或放在屋顶上（图 6-14）。

东南亚地区至今仍有野外收获东方蜜蜂的活动。当地的蜂箱有诸多类型，如陶罐蜂箱、简单的泥塑/草编/竹制蜂箱、中空原木蜂箱、活框蜂箱和顶梁蜂箱（图 6-15）。



图 6-14 中国宁夏回族自治区的当地蜂箱



图 6-15 东南亚当地蜂箱

6.1.7 大洋洲当地蜂箱

欧洲移民的到来使大洋洲地区的社会、环境、政治和农业环境发生了翻天覆地的变化，蜜蜂和养蜂业也不例外。虽然整个大洋洲有许多本土蜂种，但华莱士线（即沿着印度尼西亚苏拉威西岛和龙目岛西部边缘区的分界线）以东没有本土蜜蜂（蜜蜂属）。因此，该地区的社会文化传统中没有养蜂的历

史。^①这是设计和实施该地区养蜂发展项目的一个重要考虑因素，因为这会影响到本地技术知识的普及、社会观念的改变、养蜂的作用和受众度、蜜蜂的收集和管理、蜂箱的制作以及蜂产品作为食物和药物相关的生产规范和用途。

在过去的两个世纪里，大洋洲地区已多次通过草编蜂箱引进西方蜜蜂，并在不同程度上借鉴养蜂方法，创下成功案例。1831年，西方蜜蜂首次被成功引入澳大利亚塔斯马尼亚州的朗塞斯顿，之后在1839年被引入新西兰霍坎加（Hokianga）的Mangungu Mission Station。又过了50年左右，朗氏蜂箱才被采用。

澳大利亚和新西兰的蜜蜂最早来源于英国，而英国也是欧洲或英国黑蜂的“故乡”。意大利蜜蜂（意蜂），又名利古里亚蜂，1862年被引入澳大利亚。意蜂可能是全世界养殖最普遍的亚种，因为能够适应大多数气候，分布范围覆盖亚热带到温度较低地区。后来其他亚种也陆续引进，包括卡尼鄂拉蜂和高加索蜂。许多亚种很难找到纯种：自从西方蜜蜂被引入澳大利亚后，逃窜（分蜂）的蜂群经常与野蜂交尾，产生杂交种。

其他太平洋岛屿的国家和地区是在1840年后引进西方蜜蜂，而大多数国家是在1950年后才引进的（表6-1）。很少有文献介绍整个大洋洲引进西方蜜蜂时采用了哪种蜂箱技术，不过朗氏蜂箱不太可能在1880年前出现。大多数太平洋岛屿国家和地区通过双边援助项目从澳大利亚和新西兰引进西方蜜蜂。

大洋洲发展中国家的蜂箱技术应侧重发展当地工业，同时在设计和制造适合当地环境和社会背景的蜂箱时，应充分利用当地材料和技术。

表 6-1 大洋洲国家和地区引进西方蜜蜂的时间

地区	国家	引进的大致年份	地区	国家	引进的大致年份
美拉尼西亚	新喀里多尼亚	1848	波利尼西亚	瓦利斯和富图纳群岛	不详
美拉尼西亚	斐济群岛	1872	波利尼西亚	夏威夷	1857
美拉尼西亚	巴布亚新几内亚	1948	波利尼西亚	库克群岛	1990
美拉尼西亚	所罗门群岛	20世纪50年代	波利尼西亚	法属波利尼西亚	1902
美拉尼西亚	瓦努阿图	1910—1930	波利尼西亚	萨摩亚群岛	1951
密克罗尼西亚	关岛	1907	波利尼西亚	纽埃	1952
密克罗尼西亚	帕劳	20世纪50年代	波利尼西亚	美属萨摩亚	1976
密克罗尼西亚	皮特凯恩岛	1963	波利尼西亚	图瓦卢	1983
密克罗尼西亚	密克罗尼西亚联邦	1976	波利尼西亚	汤加	1986
密克罗尼西亚	马绍尔群岛	1979	波利尼西亚	托克劳群岛	无数据
密克罗尼西亚	北马利亚纳群岛	1981	澳大拉西亚	澳大利亚	1822
密克罗尼西亚	基里巴斯	无数据	澳大拉西亚	新西兰	1839
密克罗尼西亚	瑙鲁	无数据			

6.1.8 结论

本节旨在总体概述世界各地当地蜂箱的发展情况。使用当地蜂箱时，政策制定者和项目管理者应时刻考虑到自然、经济、社会和文化背景。当地蜂箱也许可以带来更高效益，并符合环保要求，为形

^① 大洋洲地区有大量本土蜜蜂以及关于蜜蜂和采蜜的重要本地技术知识、文化和传统方法，这些将在10.3节中进一步讨论。



成大量健康、基因优良的蜂群提供基础。

总之，应尽可能优先使用（快速）可再生的天然筑蜂箱材料，采用适合当地养殖的蜂种以及对环境影响较小的养蜂技术。

当地蜂箱和本土蜜蜂是农村发展地区进行养蜂项目的基础，而项目发展所处环境应始终作为决策的驱动因素，这类因素包括本地技术知识的普及情况、社会观念、养蜂的作用和受众度、蜂箱成本和潜在生产力、蜂产品作为食品和药品的用途和 / 或它们的其他潜在市场。

6.2 活框蜂箱

6.2.1 定义

随着养蜂业的发展，当地蜂箱逐渐演变成活框蜂箱。简单来说，活框蜂箱可以打开，所以养蜂人能够看到箱内情况。因此，活框蜂箱不需要用到杀蜂剂，可以避免破坏巢脾，处理起来也更加方便，这种蜂箱可以让蜂群大量繁殖。所有这些都提升了蜂蜜的产量和质量。活框蜂箱还可以让蜜蜂提供授粉服务，让一些养蜂技术得到应用。

活框蜂箱不仅适合蜂群筑巢，还有利于生产和采收蜂产品。养蜂人可以定点养蜂，保护蜂群免受恶劣天气或捕食者的影响，还能进行更密切的健康监测，也方便储存和采收蜂产品（例如将生产转向营养产品，而不是繁殖活动）。

不过，用活框蜂箱养蜂需要一定的资金和资源支持，而农村地区不一定能够提供。在选用活框蜂箱之前，应首先确保养蜂人能够独立获得更先进的养蜂技术所需的资源（专门培训、蜂箱、巢框、喷烟器、隔王板、撬杠、养蜂服、离心机、日光熔蜡器、分蜜机 / 采蜜设施、天平、筛子、罐子等），并确保农村人口愿意接受新的养蜂方法。

本节将介绍活框蜂箱的历史，并介绍各大陆目前使用的活框蜂箱。

6.2.2 历史

以前采集蜂蜜和蜂蜡时，必须控制或驱走所有蜜蜂，但这并不是一种高效的养蜂模式。在中世纪，欧洲普遍依靠这种方式的蜂箱，因此当地的蜂蜜和蜂蜡行业完全处于亏损状态。15 和 16 世纪的许多学者在整理有关蜜蜂和养蜂的拉丁文献时发现，古代养蜂的利润很高，而且从来不需要以牺牲蜜蜂的方式获取宝贵的蜂产品（图 6-16）。甚至达芬奇（1452—1519）都在他为数不多的关于蜜蜂的笔记中谴责杀蜂的做法，文中写道：

关于蜜蜂——人们会不加考虑地夺走蜂箱中的蜜蜂食物，残忍地浸没或淹死蜜蜂。哦，仁慈的上帝啊，您看到这些生物被虐待，为什么无动于衷呢？

在 17 世纪，乔治·惠勒（George Wheler）和雅各布·斯邦（Jacob Spon）指出，希腊蜂箱可以采集大量蜂蜜，还可以人工模拟分蜂，防止自然分蜂。1790 年，德拉·罗卡（Della Rocca）修士发表了一部分成三卷的作品，主要介绍作者的计划：“我已经想到了一种用于繁殖蜂群的蜂箱，按照这种方法……如今克里特岛的居民已经采用”（图 6-16）。因此，大约从 18 世纪开始，惠勒和斯邦在 130 年前所见到的带巢脾（可从前文推断）蜂箱也已经在基克拉泽斯群岛和克里特岛广泛使用。

在启蒙运动期间，人们愈发认识到杀蜂剂的弊端，也更加了解具体的替代方案，因此各大学者竞

相定义新的蜂箱形式，希望既能阻止残忍的杀蜂做法，又能提高养蜂的收益。只需参考当时的众多文献资料之一，即可了解蜂箱必须具备的特性：

1. 蜂箱尺寸灵活，可以根据蜂群群势缩小或扩大。

2. 蜂箱本身可以在不干扰蜜蜂的情况下打开、清洁或人工分蜂，将一个蜂群分为若干个蜂群，或在冬季时放入适当的食物。

3. 从蜂箱中取出蜂产品时，对蜜蜂的伤害可以降低到最低。

4. 蜂箱内部干净、光滑无裂缝。

除了研究如何提高养蜂业的产量，启蒙运动着实促进了对真正的蜜蜂科学研究。观察蜂箱和显微镜的使用揭示了很多西方蜜蜂的生物学特征。巢脾间距的发现（即蜜蜂修造的巢脾之间有一定间距，足以让几只蜜蜂接连通过）进一步推动了活框蜂箱的发展。乌克兰人彼得罗·普罗科波维奇（Petro Prokopovych）（1775—1850）发明了一种活框蜂箱，被许多人认为是商业化专业养蜂的创始人之一，他在自己的养蜂场里养了数千个蜂群。

美国马萨诸塞州的洛伦佐·洛林·郎斯特罗什（Lorenzo Lorraine Langstroth）（1810—1895）是一位新教牧师。他一生都在研究蜜蜂，基于各种其他模型设计了一种巢脾可移动的蜂箱。1851年，他发现了“蜂路”，即蜂箱或蜂巢内蜜蜂从来不会用蜂蜡或蜂胶填充的空间（9.5 mm）。当巢框之间留有蜂路大小的空间时，蜜蜂不会在其中修造巢脾，而且巢框可以移动，因此不需要破坏巢脾便可收取蜂产品。人们普遍认为，郎斯特罗什是现代蜂箱的发明者。他完善和规范了蜂箱尺寸，组装出的蜂箱模型为当今最常用的现代蜂箱奠定了基础。

但是，活框蜂箱的成功离不开其他两项伟大发明：约翰内斯·梅林（Johannes Mehring）（1816—1878）开发的巢础蜡片和弗兰蒂谢克·赫鲁什卡（František Hruschka）（1819—1888）发明的离心摇蜜机。



图 6-16 17 世纪文献资料中关于杀蜂的古代寓言式描述（标有“避免杀蜂的计划”）

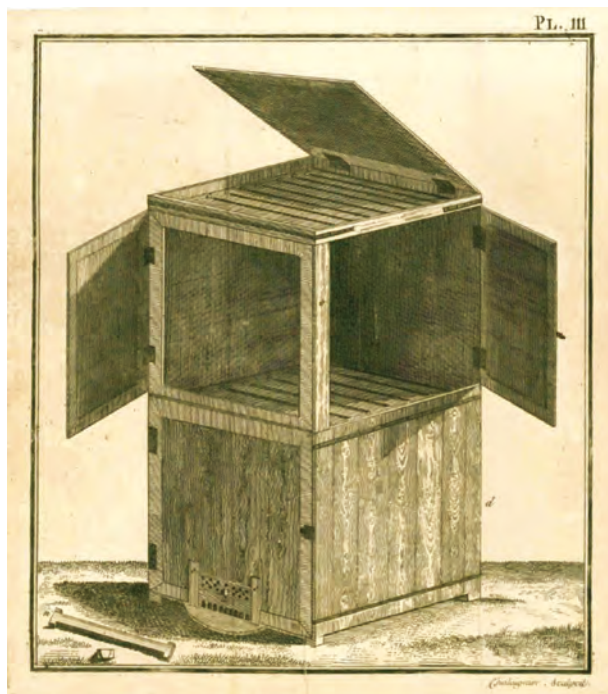


图 6-17 Della Rocca 描述的蜂箱



6.2.3 活框蜂箱类型

“活框蜂箱”指的是巢框不固定、养蜂人可以拆下并装回，甚至放到其他蜂箱上的蜂箱类型。如前所述，活框蜂箱可以方便养蜂人检查蜂箱，诊断和控制蜜蜂病害，同时适用于多种养蜂技术。此外，有的活框蜂箱（立式）采用的是模块化结构，全年都可以根据蜂群群势进行调整，按蜂群需要调整空间大小。同样的模块化技术也可用于某些立式蜂箱的贮蜜箱。

蜂箱的使用应适应本土蜜蜂的生产力。巢框（蜂巢或继箱）的尺寸以及在各模块内的数量（一般10或12个）根据蜂群的具体需求而定（图6-18）。通常情况下，与当地蜂箱相比，活框蜂箱模式由于对巢脾不造成破坏，可以收获更多更优质的蜂蜜。

活框蜂箱有一个或两个箱体：

1. 只有一个箱体的蜂箱：卧式蜂箱

顶梁蜂箱（top-bar hive）。蜜蜂的管理通常从箱体上方开始。这类蜂箱没有巢框，只有上梁式结构；蜜蜂在上梁式结构下方修造天然巢脾。这些巢脾可以移动，不会像在天然蜂箱内那般固定在蜂箱内壁上。顶梁蜂箱的特点介于“当地蜂箱”（巢脾固定在内壁上）和其他类型的活框蜂箱（有完整的巢框和两个箱体）之间，因此也被称为“过渡性蜂箱”。顶梁蜂箱可以分为两大类：肯尼亚蜂箱（图6-19）和坦桑尼亚蜂箱。它们方便检查，与常见的当地蜂箱不同。肯尼亚蜂箱的特点是长板倾斜，而坦桑尼亚蜂箱的长板则是垂直的。后来 Corwin Bell 设计的当代大教堂蜂箱也是一种顶梁蜂箱（表6-2）。



图 6-18 达旦蜂箱（继箱数量因蜂群生产力的不同而不同）



图 6-19 两个肯尼亚顶梁蜂箱

表 6-2 非洲标准规格的顶梁蜂箱和朗氏蜂箱（育虫箱和继箱）（单位：cm）

规格	顶梁蜂箱	朗氏蜂箱（育虫箱）	朗氏蜂箱（继箱）
长	80 ~ 100	50	50
宽	44（上宽）/19（下宽）	40	40
深	30.5	28	15

自从顶梁蜂箱出现后，近年来，各种卧式巢框蜂箱已经被世界上许多国家的养蜂人采用。莱恩斯蜂箱（Layens hive）。莱恩斯蜂箱是 Georges de Layens（1834—1897）发明的一种卧式蜂

箱。某些设计有 20 个大巢框（长 13 in，深 16 in，1 in 合 2.54 cm）。巢框的数量取决于当地的采蜜需求，可以在此基础上增减。巢框一般在春季放入蜂箱，在夏末 / 秋季采收蜂蜜。

2. 有两个箱体的蜂箱：立式蜂箱

直立组合式蜂箱是一种箱身为多个箱体的活框蜂箱，也是世界上最常见的蜂箱类型。蜂群及其后代（幼蜂、蜂花粉、蜂王和青年工蜂）集中在下方的蜂子箱内。蜂子箱的数量可以是一个或多个。上方箱体称为“继箱”，是蜜蜂储存多余蜂蜜的地方，这部分的用途是蜂蜜酿造和收获蜂蜜。

这些贮蜜箱可能与蜂子箱同高，也可能更小。隔王板通常放在蜂子箱和继箱之间，用于限制育虫箱的育虫空间，因为它可以阻止蜂王在继箱内产卵。

箱体上方有一个气室，使蜂箱不被阻隔，同时可以让蜜蜂在顶板和上方箱体之间产生气流。

蜂箱的顶部是一块金属盖板，在有大量降雪的地区，顶板一般是平面顶或三角顶。

蜂箱的底座或底板通常采用硬木或高密度纤维板制成，因为下部容易受潮（图 6-20）。蜂子箱的蜡屑等小碎片也会掉落在底板上。

世界上最常用的直立组合式蜂箱有：沃瑞蜂箱、朗氏蜂箱、山德尔蜂箱（Zander hive）、标准蜂箱和达旦蜂箱（Dadant hive）。

沃瑞蜂箱（图 6-21）是最著名的活框组合式蜂箱之一，起源于 18 世纪。这种蜂箱的蜂子箱在上方，贮蜜箱在下方。养蜂人可以利用沃瑞蜂箱进行人工分蜂和采蜜，不会对蜜蜂造成严重干扰。

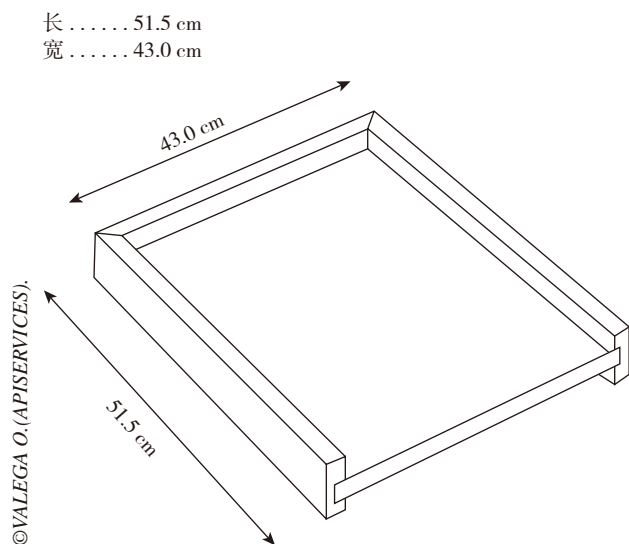


图 6-20 朗氏蜂箱示意图



图 6-21 两个沃瑞蜂箱（Warré hive）

在朗氏蜂箱（图 6-22）中，由于箱体大小相同，所以可以随意调换。但在达旦蜂箱和巨型蜂箱（Jumbo hive）中，贮蜜箱比蜂子箱长，因此调换难度加大，需要加装贮蜜箱。蜂箱的大小通常根据蜂群的生产力和储存蜂蜜空间进行调整。

朗氏蜂箱是世界上使用最普遍的组合型立式蜂箱。这种蜂箱的适应性很强，养蜂人可以任意增加蜂子箱。

最初的朗氏蜂箱设计，蜂子箱高 24 cm，长 51.5 cm，宽 43 cm。它配有十个 23 cm（有些学者认为是 22 cm，甚至 21 cm）高的巢框，巢框线有 4 条，上下两条分别长 47.8 cm 和 44.7 cm。这种朗氏蜂箱设计的蜂子箱容积为 44 L。



在这类蜂箱中，蜂巢往往是卵形的（顶部扁平），与天然的球形蜂群相比，这种三维空间设计并不理想。对于产蜜专用蜂箱，养蜂人和技术人员设法在大流蜜期得到最大的蜂群。因此，在大流蜜期前，蜂王需要空间尽量多产卵。但许多人认为，朗氏蜂箱的巢房空间和数量不足以让蜂王维持良好的状态，这也是导致蜂王飞到另一个箱体的原因。所以需要用到隔王板，但这么做会有风险，因为蜂群空间无法满足蜂王需求时，往往会促使蜂王携蜂群飞离蜂巢。为了防止这类情况的发生，在春季的大流蜜期，养蜂人一般会将一些封盖巢脾转移到被隔王板挡住的空间内，再放入空巢脾或已有蜂蜡的巢脾，这样蜂王就会继续产卵。这种做法被称为“巢框轮换”，其中一个弊端是子脾可能会接触到害虫（如蜡螟）、杀螨剂（处理瓦螨的残留）或蜜蜂没有消耗完的补充糖浆。随着子脾的堆积，杀螨剂残留物或糖浆的影响就可能会越来越大。

因此，处理瓦螨时，养蜂人应尽量使用对环境影响较小的杀螨剂（有机酸、精油等）。

冬季时，由于蜂箱空间较小，蜜蜂储备的蜂蜜较少，如果是在温带和寒温带气候中，这些储备不足以支撑它们平安生活到温暖的春繁时期。因此，温带和寒温带地区的养蜂人不得不给蜂箱内的蜂群喂食或在贮蜜箱内预留储备蜂蜜。这种方法是可取的，可以避免蜜蜂营养不足，从而更容易染上传染病（美洲/欧洲幼虫腐臭病或孢子虫病）。

尽管前文已经提到，朗氏蜂箱的箱体大小相同，但由于装满蜂蜜时蜂箱的重量可以达到40 kg左右，所以朗氏蜂箱的采蜜箱不如育虫箱高，通常采用半高或3/4高（图6-22）设计。半高箱的长宽与标准箱相同，外高14.5 cm，内高13.5 cm。另外，也可以将标准箱用作贮蜜箱，将半高箱用作蜂子箱，两个箱体之间用隔王板隔开。

养蜂人可以根据需要使用、堆叠不同的箱体或半高箱。

标准高的贮蜜箱有一个优点：便于蜜蜂贮存蜂蜜，因此被广泛用于单花蜜生产。

养蜂人也使用与蜂子箱大小相同的贮蜜箱，但由于箱体的制造尚未标准化，箱高一般16~17 cm。这些箱体的尺寸设计专门用于产蜜，方便放入更宽的巢框。

还有一些特殊尺寸采用3/4高的设计，下板条较宽（增加阻力），两侧也较宽，使得每个箱体只能放入8个巢框（图6-23）。巢框线从上到下呈“之”字形。这种设计可以提高蜂蜡和蜂蜜的产量。山德尔蜂箱和英国蜂箱（British National hive）在概念和管理上与朗氏蜂箱类似，也允许使用多个蜂子箱。

达旦蜂箱（图6-24）也非常普遍，有几种款式。它的特点是蜂子底箱巢框比朗氏蜂箱的



©DÍAZ GRANADOS F.

图 6-22 上方箱体采用半高设计的朗氏蜂箱

大，继箱巢框只有育虫箱巢框一半高。在达旦蜂箱的最初设计中，蜂子箱高 30.8 cm，长 51.5 cm，宽 43 cm。方箱内高 29.6 cm，顶部板条和底部板条的长度分别为 47.8 cm 和 44.7 cm。它有 4 根单独的巢框线，巢框线之间间隔 5.5 cm。蜂箱的容积大约为 54 L。达旦蜂箱最早设计有 12 个巢框，这些巢框的宽度不同。

加高设计可以让蜂箱更接近理想大小，能够维持足够大的天然球形育虫巢，同时可以让蜂王有足够空间产卵而不需要移动箱体。但达旦蜂箱的继箱只有 16 cm 高，所以不能像朗氏蜂箱那样互换箱体，不过达旦蜂箱的容积比朗氏蜂箱大，所以蜜蜂可以为过冬储备更多的蜂蜜，一般不需要人工喂食。

达旦蜂箱的其中一个弊端是：又大又重，非常不适合转地养蜂，不论是产蜜还是传粉。

在田园式莱恩斯蜂箱（Layens hive）中，半高继箱在上，蜂子箱在下。而拆分式莱恩斯蜂箱则相反，它的箱体和巢框都只有一半高。这两种莱恩斯蜂箱都有一个方形部分。

再来说说巨型蜂箱（图 6-25）。美国的一些养蜂人不喜欢朗氏蜂箱的设计，因为蜂子箱太小，



图 6-23 3/4 高朗氏蜂箱

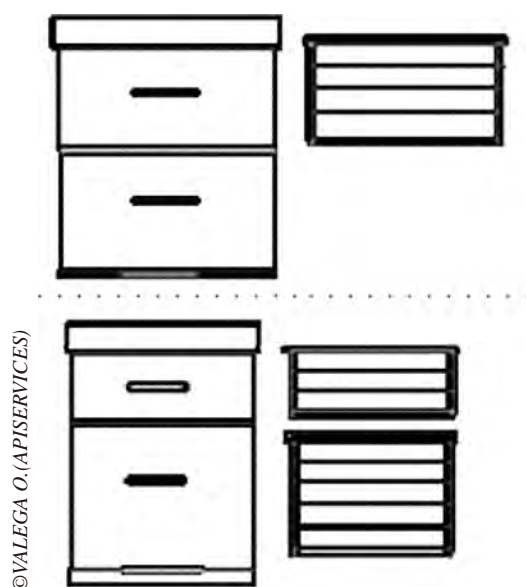


图 6-24 朗氏蜂箱（上）和达旦蜂箱（下）的设计示意图



图 6-25 巨型蜂箱（Jumbo hive）

©APICOLA DANANGIE

©MARTINEZ L.

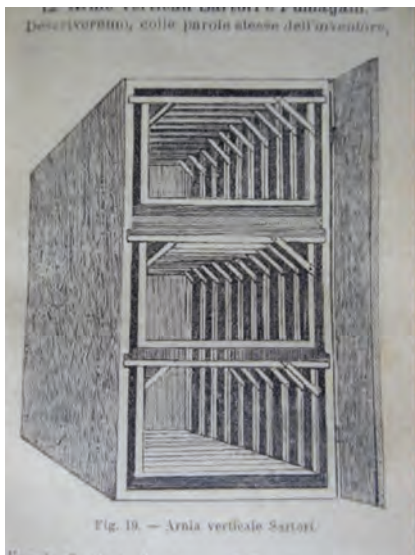


©APICOLA DANANGIE

图 6-26 3/4 高采蜜箱中带蜂蜜巢框的图片

不适合产卵能力强的蜂王：当蜜蜂数量达到 6 万时，分蜂是一种常见现象——这是一个很大的弊端。因此，为了解决这个问题，A. N. Draper 便将朗氏蜂箱的育虫箱高从 24.0 cm 改为 29.5 cm，继箱设计保持不变。这种蜂箱长 51.5 cm，宽 43 cm。它有 10 个巢框，每个巢框有四条线，整体高度为 27.7 cm。上方板条和下方板条分别长 48.1 cm 和 45 cm。这种大小的蜂箱很适合容纳育虫巢和过冬所需的蜂蜜储备。巨型蜂箱与达旦蜂箱类似，但更小、更轻、更便携。

最后再来说说养蜂室。养蜂室有多个立式蜂箱，蜂箱之间不可拆解。养蜂室实际上是由封闭式蜂箱构成的一种专用建筑物。



©FONTANA P.



图 6-27 Luigi Sartori 的壁橱式蜂箱（左）和养蜂室（右）

6.2.4 当代蜂箱

近几十年出现了一些新的蜂箱。其中一些蜂箱是为了追求更加自然，如前文提到的大教堂蜂箱（顶梁蜂箱的一种变体），而另一些则是基于创新技术。德国雕塑家 Günther Mancke 设计的复杂太阳蜂箱（Sun hive）（图 6-28）是自然蜂箱的一个例子。在这种椭圆蜂箱中，蜜蜂在半圆形的巢框内修造巢脾。蜂箱距离地面大约 2.5 m，漏斗状的入口位于底部，因此不易被找到。由于设计复杂，这种蜂箱不能算作当地蜂箱，又不方便查看，也不能算作活框蜂箱。

技术性蜂箱包括可转式蜂箱和自流蜜蜂箱。可转式蜂箱的圆形巢框会在电动机通电后或小型太阳能电池板的驱动下连续缓慢地旋转。可转式巢脾有双重作用：避免分蜂以及减少寄生虫狄斯瓦螨的影响。但没有科学证据可以证明可转式蜂箱的效果，而且它的设计也不以蜜蜂生物学为依据，所以这种复杂、昂贵的蜂箱被视为养蜂人喜欢发明和尝试的众多噱头之一，基本已被弃用。

另一种已开发出的技术性蜂箱可以自动采蜜或方便采蜜操作，适合家庭式蜜蜂管理，其中最著名的是自流蜜蜂箱。

但这种自流蜜蜂箱会误导人，让人误以为养蜂只需要将蜜蜂放入蜂箱，就可以坐等蜜蜂产出够一家人用的蜂蜜。实际上，养蜂人需要细心照料蜜蜂，特别是在瓦螨肆虐全球大部分地区的今天。

这两种设计常被视作新型蜂箱，生产用途不强。

6.2.5 欧洲活框蜂箱

养蜂室或蜜蜂旅馆（bee hotel）在斯洛文尼亚、奥地利、德国和瑞士十分普遍，当地名称各有不同。意大利已经弃用。

大多数欧洲国家普遍使用的是朗氏蜂箱和达旦蜂箱。据悉，山德尔蜂箱在奥地利很常见，就像英国普遍使用英国蜂箱一样，这两种蜂箱都允许扩展蜂子箱，而达旦蜂箱可以说是意大利的标准蜂箱。拆分式和田园式两种莱恩斯蜂箱在伊比利亚半岛以及中欧和北欧尤为常见。

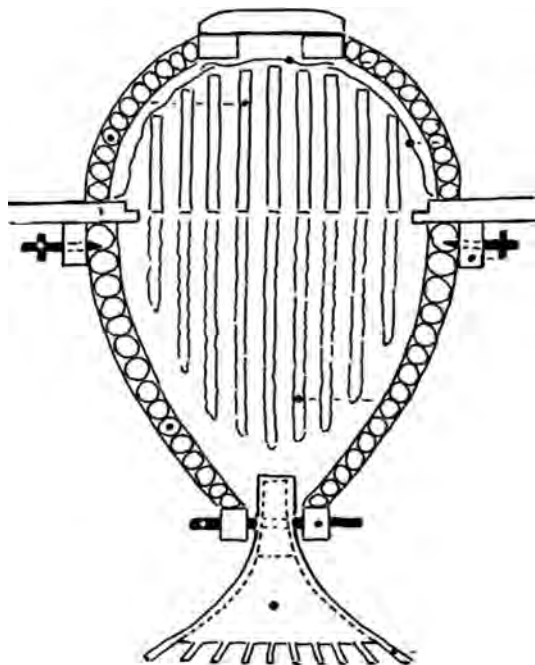


图 6-28 太阳蜂箱的垂直剖面

©MANCKE G.

6.2.6 非洲活框蜂箱

在发展伙伴的帮助下，现在被称为“现代”技术的养蜂方法在许多非洲养蜂地区迅速发展；他们协助当地人开展养蜂项目，让养蜂成为消除极端贫困和饥饿的一种途径。同时，商业层面上的养蜂举措也随之确立，促使养蜂人遵循适当的“现代”养蜂规范，从而：

- 通过培育蜂王和人工分蜂增加蜂群数量；
- 提升蜜蜂产量，用于商业零售；
- 储备可转地饲养的蜂群，以达到授粉目的。

非洲地区常用的活框蜂箱有两种：朗氏蜂箱（图 6-29）和顶梁蜂箱（如肯尼亚顶梁蜂箱，图 6-30）。由于顶梁蜂箱造价和蜂群管理的成本较低（图 6-31），该蜂箱是最常用的一种。朗氏蜂箱成本相当高，许多当地养蜂人无奈只好选择当地蜂箱和顶梁蜂箱。



图 6-29 朗氏蜂箱

©MUKOMANA D.

蜂箱规格

在发展伙伴的帮助下，许多非洲养蜂人在获得新的养蜂技术后通常会选用适当规格的蜂箱，以达到优化蜂群的目的。只有新型技术性蜂箱才有规格，即顶梁蜂箱和朗氏蜂箱。表 6-2 列出了常用的规格参数，但有些地区仍然按不同的规格制作顶梁蜂箱和朗氏蜂箱。严格遵照规格要求的地区会利用养



蜂常识和现有材料来制作适合当地的蜂箱，其中包括：

- 坦桑尼亚顶梁蜂箱——顶梁蜂箱和朗氏蜂箱的结合体。
- 马拉维顶杆式蜂巢——比标准肯尼亚顶梁蜂箱更长、更宽。

6.2.7 大洋洲活框蜂箱

从 19 世纪 80 年代中期开始，澳大利亚和新西兰引进了朗氏蜂箱和活框蜂箱技术，之后整个太平洋地区陆续引进，帮助养蜂人提高产量，也更容易找到蜂王、收获蜂蜜及检查病虫害。西方蜜蜂在澳大利亚和新西兰已有大约 190 年的历史，在过去的 80 年里，它们的分布和数量都在急剧扩增。

虽然澳大利亚和新西兰是最大的蜂蜜生产国，但目前已知一些太平洋岛屿国家和地区也生产商品蜂蜜，包括库克群岛（拉罗汤加岛、曼加伊亚岛和阿蒂乌岛）、斐济群岛、法属波利尼西亚、基里巴斯、纽埃、帕劳、巴布亚新几内亚、皮特凯恩群岛、萨摩亚、所罗门群岛、汤加、图瓦卢和瓦努阿图（表 6-3）。



©KARIMOMBE N.

图 6-30 使用肯尼亚顶梁蜂箱的养蜂场



©MUKOMANA D.(APISERVICES).

图 6-31 用棕榈树树干制成的顶梁蜂箱



©MUTSI R.

图 6-32 使用顶梁蜂箱的非洲养蜂场

表 6-3 大洋洲国家和地区的养蜂业数据

国家或地区	养蜂人数量	蜂群数量	年产量 (t)
美属萨摩亚	21	403	8
澳大利亚	12 400	528 000	25 000
库克群岛	U	U	U
斐济群岛	1 200	12 000	215
法属波利尼西亚	100	1 642	41*
关岛	20	265	7*

续表

国家或地区	养蜂人数量	蜂群数量	年产量 (t)
夏威夷	229	2 000	11
基里巴斯	n/a	n/a	n/a
马里亚纳群岛	U	U	U
马绍尔群岛	U	U	U
瑙鲁	n/a	n/a	n/a
新喀里多尼亚	700	12 000	150 ~ 200
新西兰	8 552	881 185	20 000
纽埃	U	800	200*
帕劳	U	U	U
巴布亚新几内亚	700	4 000	75
皮特凯恩群岛	U	80	2*
Samoa	21	403	8
所罗门群岛	140	700	5
托克劳群岛	U	U	U
汤加	3	30	600
图瓦卢	U	U	U
瓦努阿图	30	400	5
瓦利斯和富图纳群岛	U	551	U

* 符号含义：n/a= 无（尚未出现蜜蜂），U= 未知，*= 按每个蜂群均产 25 kg 估算的产量

澳大利亚和新西兰的大规模商业性转地养蜂活动主要采用（8框或10框）朗氏蜂箱。在澳大利亚南部较冷的地区，商业养蜂人通常使用8框蜂箱（在塔斯马尼亚州约占90%），而在北部各州，越来越多的养蜂活动使用10框蜂箱。同样，较冷地区的养蜂人倾向于使用较浅的巢框和蜂箱（有的保持与蜂子箱规格一致），而北部各州的养蜂人大多使用最大深度的巢框和蜂箱。澳大利亚约有70%的商业养蜂人将蜂箱装在托盘上进行模块化管理，而30年前只有40%左右。在过去的40年中隔王板的使用量不断增加，现在约有95%的养蜂人使用隔王板。

澳大利亚和新西兰的养蜂人大多使用木制蜂箱和带有蜂蜡巢础的巢框，不过越来越多的人开始使用塑料和聚苯乙烯蜂箱。历史上，这两个国家的养蜂人主要使用自制的木制蜂箱。商业养蜂人也越来越多地使用机械装载机和卧式分蜜机，也就是说，蜂蜜收集和分离加工线上的人工操作越来越少。

澳大利亚70%以上的蜂箱是由拥有200箱以上的商业养蜂人经营的。大多数商业养蜂人经营的蜂箱在400~800个，有些甚至超过3000个。在新西兰，业余养蜂人指的是蜂群数量不超过50个的养蜂人，占养蜂人总数的85%左右。而澳大利亚的业余养蜂人或养蜂爱好者（蜂群数量不超过40个）约占注册养蜂人的77%，他们拥有的蜂箱数量通常不超过11个。授粉服务、蜂蜡生产、笼蜂和蜂王培育也为这两个国家和夏威夷的商业部门创造了大量收入。

美拉尼西亚、波利尼西亚和密克罗尼西亚的养蜂人主要是蜂群不足20群的小农生产者。所使用的蜂箱基本上都是以朗氏蜂箱的设计为基础，不过这种养蜂模式的投入成本通常很高，也很难获得蜂箱



原材料，而且偏远地区也难以用到分蜜机。虽然启动成本较高，但运行养蜂系统一般投入不多，大多养蜂人不用投入大量精力管理蜂群以优化生产，所以降低了运营成本。

虽然朗氏蜂箱有许多优点，但除非供应商之间存在激烈竞争，否则蜂箱的高成本可能让低收入农户望而却步。偏远农村地区的有些群体可能更适合其他养蜂模式和蜂箱类型，但在现有知识、推广和管理系统中尝试采用新方法时应保持谨慎。

6.2.8 美洲活框蜂箱

目前在美洲使用的活框蜂箱有3种。朗氏蜂箱无疑是最广泛使用的一种，其次分别是在北美某些地区使用的达旦蜂箱以及在墨西哥、美国和一些中美洲及加勒比地区使用的 Jumbo 或 Yumbo 蜂箱（朗氏蜂箱和达旦蜂箱的结合体）。哥伦比亚等地区的有些国家使用其他类型的蜂箱，如肯尼亚顶梁蜂箱，因为他们养殖的是非洲化蜜蜂，坚持认为非洲使用的蜂箱更适合养殖这类蜜蜂，所以试图引进类似的蜂箱。但由于这些蜂箱主要通过推广项目引进，所以数量不多。

由于养蜂人越来越频繁地进行转地养蜂活动，特别是为了给作物授粉，他们改良了一些设计材料，比如底板或底座以及顶板或盖板材料。底板下方通常有两根板条，直接支撑运送蜂箱的托盘或平台。

另一种常见的改良是加厚木制顶板或盖板，不设边沿，使蜂箱在托盘或平台上相互之间没有间隔。如此一来，被支撑的蜂箱重量可以均匀地分布在托盘或平台上，同时也让顶板均匀受力，使蜂箱更容易堆放，从而优化可用空间（图 6-33）。



©ROJAS J.

图 6-33 顶板经过改良的托盘化蜂箱

在美洲，养蜂人针对不同活动使用的具体材料和工具有很多，如各种喂食器（亚历山大、波尔曼、杜利特等类型），蜂王培育专用箱或巢框、抽屉式养殖用小蜂箱等。蜂箱的涂色可以是一两种，甚至五种，底板和顶板的颜色各不一样。交尾箱或微型蜂箱的种类很多，俗称“育种蜂箱”，这类蜂箱比一般蜂箱小得多，有各种款式，用材最丰富，如木材、塑料、发泡聚丙烯等。

6.2.9 亚洲活框蜂箱

亚洲活框蜂箱主要用于西方蜜蜂和东方蜜蜂的养殖。具体用哪种蜂箱依西方蜜蜂的引进国家而定，

但最常见的还是朗氏蜂箱。对于东方蜜蜂，蜂箱大小会根据它们的生物学特征改良，目前有不同的版本。

6.2.10 结论

根据养蜂项目选用活框蜂箱时，通常应考虑地域环境、当地人的传统和历史背景等因素。正如我们所看到的，活框蜂箱既有优点也有缺点。

主要的优点是，它们的产能高于当地蜂箱。此外，活动巢框可以让许多养蜂活动更容易进行，如蜂群检查、蜂王定位和检查、健康监测、蜂蜜储备监测和蜜蜂病虫害防控等活动，同时还能借助一些其他养蜂技术，包括人工分蜂和蜂王诱入。

另一方面，活框蜂箱的缺点包括：需要使用标准化养蜂设备、需要培训操作人员以及需要蜂箱、巢框和喷烟器等材料和工具才能确保生产。这种养蜂方式最适合工业化程度较高的国家，因为国家的养蜂人有经济实力购买设备，而且养蜂场和取蜜车间的运力也匹配。

非洲的可持续养蜂业

研究结果以及许多非洲居民的口述内容表明，非洲的养蜂业历史已经有好几百年了，主要是为了获取食物和药物。在东非和北非的有些地区，蜂蜜被用于一些文化活动，如当作嫁妆陪嫁、制作传统酒酿等。

随着各区域和全球对蜂蜜需求的增加，以及人们对有机蜂蜜营养价值的更多了解，越来越多的地区将养蜂作为一种有效的谋生手段。

许多非洲社区居民能够通过卖蜂蜜供孩子上学。正如肯尼亚基图伊的一位85岁养蜂老者所言：“我年轻时就开始养蜂，我的农场里从未种过任何作物，一直都是靠养蜂和卖蜂蜜养家糊口，用赚来的钱供他们吃穿和上学”（Nzengu, 2019）。

许多社区已经意识到，周边地区有大量的森林、河流和山地，都是蜜蜂的天然栖息地，野生蜂群资源又多，这都是养蜂谋生的契机。许多政府开始战略性投资养蜂业，旨在：

- 消除农村贫困
- 创造就业机会
- 提高妇女和年轻人的经济能力
- 为粮食和园艺作物授粉
- 保护环境

因此，相关政府部门和发展伙伴正在协调有关资源，希望能够顺利开展当地养蜂项目，从而使当地的养蜂活动从一种业余爱好升级为可持续发展的环保型商业模式。因为当局发现，整个非洲的许多天然森林已经遭到了破坏，其中一个主要原因是当地人试图通过木炭交易谋生。为了从野生蜂巢中获取蜂蜜（猎蜜），许多地区也一直在砍伐树木，使当地的森林数量锐减，这不是一种可持续的做法，而且森林火灾会对生态系统造成更为严重的破坏，因此必须对当地居民进行教育和培训，让他们遵循现代养蜂规范。

具体举措包括鼓励植树活动（对蜜蜂有益），在植被遭到破坏的地区重新造林，同时增加蜜粉源植被，促进当地开展养蜂活动。

因此，许多非洲地区的养蜂模式正在发生转变，从传统猎蜜逐渐过渡到具有盈利性和可持续性的使用活框蜂箱的现代养蜂模式。



非洲养蜂业发展战略

非洲资源丰富，成为蜂蜜生产的潜力巨大。这些资源包括有利于发展养蜂业的天然森林、水源、健康蜂群和全年适宜的气候条件。但在非洲必须采取一些干预措施，才能够发挥这种潜力成为世界上最大的天然蜂蜜生产区，其中包括：

教育和宣传活动

许多非洲人仍生活在贫困线以下，仍在努力满足基本的家庭需求。不过这些地区周围有丰富的自然资源，有利于当地居民开展养蜂等创收项目以及提供蜂箱制作、设备制造和防护服生产等相关支持服务。

有必要就养蜂的以下两个方面开展教育宣传活动：

- 蜜蜂对环境的重要性，包括它们可以为植物和粮食作物授粉。教育宣传活动不应只面向养蜂人，还应面向政策制定者，让所有通过的农业和环境政策都重视到蜜蜂的作用以及保护蜜蜂的必要性。教育宣传活动还可推广良好养蜂实践，这些做法不仅保护蜜蜂和环境，还能通过可持续发展提高蜂蜜产量。

- 蜂蜜的食用和药用好处：了解蜂蜜价值的社会组织会看到人们对蜂蜜有越来越大的需求，从而促进地区的蜂蜜生产。

政府支持 / 政策扶持

在非洲，很少有政府对养蜂业有明确的政策，更没有专门的预算支持养蜂业。因此，当地养蜂业主要依靠发展伙伴的援助，但他们通常只将养蜂视为一种补充性举措，很少提供资金支持。这种现状阻碍了养蜂业的发展，某些政策甚至对蜜蜂造成了不利影响，特别是过量施用农药来提高粮食产量。

许多非洲项目因为资金不足和不被重视而被搁置，只能依赖于政府部门出台扶持政策，养蜂项目便是其中之一。尽管蜜蜂在授粉方面发挥着重要作用，但各国农业部门并没有积极努力地保护包括蜜蜂在内的授粉昆虫。

由于木炭贸易和其他人类活动，一些国家正面临严重的森林砍伐问题。为了保护环境和蜜蜂栖息地，政府需要采取一些干预措施，包括出台和实施环境保护法以及鼓励植树造林。政府干预会直接推动养蜂业的发展，因为相关部门会提供足够的蜜粉源支持广泛的养蜂活动。

政府支持和政策扶持也需要落实，包括奖励养蜂人和其他重要的供应链参与者，从而促进非洲的养蜂业发展。具体措施包括养蜂设备免税，使养蜂人能够买得起养蜂设备和蜂蜜加工设备。这些措施有助于增加蜂蜜产量，提高蜂蜜的加工质量，而加工后的蜂蜜可以出口到国际市场，赚取外汇。

养蜂人能力建设

许多非洲地区至今还在依靠政府和非政府组织发放的粮食，这种现状造成了严重的依赖综合征。虽然物资的发放很有必要（特别是食品和药品），但如果当地居民有能力养蜂，他们便可以在未来几年内依靠蜜蜂谋生。养蜂能力建设应包括：

- 对当地居民进行养蜂培训，使他们能够充分利用自然环境的优势。另外，养蜂培训还有利于对当地环境保护和维持情况的监督，这种做法在埃塞俄比亚取得了很好的效果，当地居民可以在他们所保护的森林内放置蜂箱。

- 提供基础养蜂设备，使他们能够从事养蜂工作。有些地区居民经过培训后没有能力购买养蜂所需的蜂箱。自从法律禁止砍伐树木制作原木或树皮蜂箱以后，养蜂设备的提供尤为重要，尽管原木或树皮蜂箱曾是成本更低的选择。

设立养蜂最高委员会，加强职能建设

职能完备且具有行业代表性的全国养蜂协会或养蜂最高委员会可以推动养蜂业的发展并与政府部门协调制定政策，但一些非洲国家并没有设立这样的协会或委员会。

养蜂业的发展需要设立正式的职能机构，通常的策略是先鼓励设立地方俱乐部、团体和/或协会，进而成立省级/区域职能机构，最后再组成全国协会。

已设立全国养蜂协会的非洲国家需要加强这些机构的职能建设，从而充分掌握养蜂业发展所需的技能和资源。

非洲养蜂系统的战略发展

传统的非洲养蜂系统应记录成文，特别是世代相传的惯例，因为这样也许能够延长非洲蜂种的存在时间。

世界上许多地方都在使用具有商业优势特性的蜂种，而非洲蜜蜂因为自然栖息地的影响也形成了自己的特征。由传统非洲养蜂系统向现代养蜂系统彻底转变，却忽略转变对非洲蜜蜂行为的潜在影响，这可能会造成意想不到的问题。因此，非洲养蜂系统的发展应以良好的传统做法为基础，并与实践相融合，以此推动养蜂商业化，而不违背非洲蜂种的生理特性。

正是由于这个原因，国际蜂联非洲区域委员会成立了非洲养蜂系统区域工作组，该工作组负责提供相关文件和研究报告，从而向当地人介绍整个非洲常用的各种非洲养蜂系统。区域工作组这么做的目的是为相关发展及改进措施的实施提供科学依据，进而提高非洲的蜂蜜产量，同时消除对当地蜜蜂的不利影响。

加工商资助模式

一些非洲地区的养蜂人已经得到了相关支持。但由于只向某些养蜂人提供培训援助和蜂箱，蜂蜜产量的增加反而引发了销售问题。

因此，有必要为综合服务商和加工商提供同等支持，使他们愿意收购养蜂人生产的蜂蜜。在大多数情况下，由于蜂蜜是季节性商品，加工商无法获得足够的资金来收购市场上所有的蜂蜜。这导致大量蜂蜜处于待售状态而得不到加工，而养蜂人别无选择，只能以传统方式加工，然后在当地售卖。

为了让加工商和蜂蜜制造利益相关者能够以可观的价格大量收购养蜂人的蜂蜜，需要制定适当的加工商资助模式，从而使养蜂活动持续发展。

非洲蜂蜜

非洲产地的天然蜂蜜和蜂蜡闻名世界，其中的金属和抗生素含量低到可以忽略。这主要是因为80%以上的非洲蜂蜜是当地农户和养蜂人生产的，他们不用农药，也不人工喂食蜜蜂或用抗生素处理。

不过，非洲蜂蜜和蜂蜡质优的同时，售价却很低。为了确立非洲本地产蜂蜜的药用价值和营养价值，需要给予支持，让非洲养蜂人的收入能够与蜂蜜价值相称。

进入欧盟市场

欧盟是世界上最大的蜂蜜和蜂蜡市场。但由于缺乏对第三国入市程序的支持，非洲国家很难向欧盟出口。而这种入市程序的成本高昂，需要国家出面在政府部门与养蜂业利益相关者之间进行协调。大多数非洲国家没有经济实力雄厚的全国养蜂协会来推动入市进程，而且这个过程需要专业人士和所有利益相关者的广泛参与。

如果进入欧盟市场能够得到支持，许多非洲国家会提高蜂蜜产量，因为有现成的市场收购大量的蜂蜜和蜂蜡。此外，稳定的市场和价格会让养蜂人对可持续养蜂举措和项目充满信心，吸引更多人加



人可持续养蜂行列，同时使环境得到改善。

大洋洲养蜂业发展战略

太平洋岛屿国家和地区对养蜂业的进一步研究和发展极有助于增加小农生产者的收入并使他们的收入结构多样化，同时加强食物保障并对国家和地方经济做出贡献。当地养蜂业的研究成果在制定最有效的蜜蜂生物安全规范方面也产生了重要的全球影响。发展项目侧重于能力和技能提升，而不是提供养蜂投入，这对养蜂业的可持续发展至关重要。以下战略重点可能有助于克服困难，提高小农户收入：

- 养蜂业需要能力建设方案，以确定蜜源植物花期规律和培养蜂群管理能力。
- 需要加强蜂蜜加工处理和质量检验检测系统，以保证和增加销售契机。
- 养蜂业需要得到相关支持，以便针对区域性的病虫害压力制定综合病虫害管理策略，这些策略应符合实际情况，并考虑到在具体实施上可能面临的社会和经济问题。
 - 需要加强区域生物安全知识共享和能力建设，以切实保证养蜂业的发展和市场准入的认证。
 - 引进新的基因蜂群可能有助于解决目前的遗传学问题，但任何遗传资源的引进都应经过严格的风险评估和长期监测和评估，确保能够减轻病虫害威胁。
 - 养蜂计划应包括重要的社会调研能力和就地发展养蜂业的各项技能，确保行业利益相关者参与和介入养蜂项目的各个方面。
 - 需要通过更好的方式加强妇女和其他边缘化群体的代产代销能力、改善社会关系、确定关键转型结构，以克服相关障碍，顺利融入当地养蜂业并从中获得利益。养蜂项目还应设法提升养蜂培训师和相关协会的能力，以提供涵盖各种养蜂活动的培训和推广服务。

第 7 章 蜜蜂与环境

蜜蜂在很大程度上依赖环境生存，它不仅对蜜蜂的产品有直接影响，而且对它们的健康也有直接影响。蜂群从环境中获取食物，反过来，通过重要的授粉来促进环境的功能和健康。同时，蜜蜂和蜂产品会受到环境中污染物的强烈影响。由于这些原因，养蜂人应该总是仔细考虑他们把蜜蜂放在哪里。

排除蜜蜂用于监测环境的情况外，为蜂群选择可能的最佳环境符合养蜂人的最佳利益。适当的蜂群环境管理需要的技能超出了蜜蜂管理的范围，通常涉及在更广泛的景观管理中与其他利益相关者建立伙伴关系。

7.1 环境因素

与蜜蜂相互作用的环境可以从区域到地方不同层面考虑，而且离蜂箱越近，环境因素影响越明显。有些因素取决于蜜蜂活动范围，因此受限于其最长飞行距离，即养蜂场方圆 3 km 左右。

气候对蜂群的影响不仅与区域气候有关，还与蜂群所在地的物理特征和微气候有关。物理特征包括地形地貌、地貌走势和周围植被结构等。这些因素决定了蜂群在阳光、阴凉、风、湿度和霜冻下的暴露程度，并创造了影响蜂群的功能——甚至是生存能力的局部小气候。根据区域气候的不同，这些地方特征将在减轻不利的气候影响方面发挥或多或少的重要作用。

关于在农业活动中使用不同类型的化学品，虽然蜜蜂和其他授粉者不是目标对象，但它们会受到直接或间接影响。这类化学品 / 杀虫剂包括杀虫剂、杀螨剂、杀真菌剂、除草剂和抗生素；它们对蜜蜂的影响从成年蜜蜂的急性中毒和立即死亡开始，并发展成各种形式，到各种各样、有时非常不利和难以量化的慢性和致命影响。集约农业活动通常需要使用更多的杀虫剂。不过，过去几十年的化学品总用量呈现出下降趋势，但由于使用了毒性更强的新型杀虫剂（如新烟碱类杀虫剂），蜂群的数量仍在减少。杀虫剂对传粉者的影响是巨大的、明显的，而且越来越多的文献报道。由于杀虫剂引起蜜蜂和其他传粉昆虫的减少，对环境、生态系统和人类健康造成了严重的威胁。

周围植被的富饶程度也很关键，因为蜜蜂必须能够找到重要的营养资源（花蜜、花粉、蜜露、水等）。这些资源必须在整个蜂季（可能有或没有越冬期）维持足够的多样性、质量和数量，以确保蜂群的生存和繁殖。蜜蜂会在某些花朵上找到大量花蜜（满足糖分需求），而在其他花朵上找到大量花粉（满足蛋白质需求）。根据一年中的不同时间以及蜂群需要执行的具体功能（如喂养幼虫、增加种蜂数量或延长工蜂寿命），蜜蜂的需求会有所不同，因此需要不同的植物品种，有时是特定的植物品种。

但每种花都有一定花期，无法满足蜜蜂在整个采蜜期间的需求。因此，蜜蜂必须能够在整个需求期内，在离蜂箱较远的地方找到花期错开的植物。这类花期不同的植物也会受到养蜂人的关注，因为养蜂人采集到的蜂蜜也会因具体花蜜的不同而有不同的风味和特点。

由于所有这些因素的影响，自然和半自然养蜂区域内的环境必须具备足够的生物多样性，而且农业景观也必须采用不同的培植方式，最好能与周围的天然区域相融合，为蜜蜂觅食创造有利条件。



7.2 蜜蜂如何影响环境？

蜜蜂对环境的基本贡献是授粉。许多开花植物，包括野生植物和许多粮食作物，都是由蜜蜂授粉的。据估计，大约 80% 的开花植物是专门由动物授粉的主要是昆虫。当蜜蜂从花上采集花蜜和花粉时，它们将雄蕊上的花粉转移到雌蕊上，从而使花朵能够产生果实（坐果）。果实的产生对于陆地自然生态系统的繁衍、更新和延续是必不可少的一环。果实产生新植物或被消耗可以确保生态系统的功能。

通过在花丛中穿梭，蜜蜂还可以完成异花授粉，从而促进基因扩散和生物多样性。这种遗传多样性也是生态系统能够发挥作用和具备恢复力的原因之一。某些花朵必须与其他植物个体进行异花受精，这使得蜜蜂更加不可或缺。

蜜蜂已被证明对开花作物的授粉有显著的影响。它们不仅通过增加授粉花的比例，从而增加果实和种子的产量，还通过授粉花或花序的方式提高了果实和种子的质量（草莓和可可已经证明了这一点）。

随着授粉活动的减少，越来越多的养蜂人被要求在田地附近放置蜂箱，而且能够因此获得报酬。

值得注意的是，在全球范围内，授粉（对自然生态系统以及食物保障和生计）的经济价值估计远超过蜂产品的经济价值。但蜂产品往往是养蜂人的动力来源，能够在食物保障、健康、收入和其他当地服务方面做出贡献。

蜜蜂和蜂产品也可以参与到所在环境的食物链当中。蜜蜂的食物储备可能遭到（较大动物和昆虫的）掠夺，而蜜蜂本身也可能被鸟类、虎头蜂或寄生虫等吃掉。

7.3 环境威胁

气候对蜜蜂和蜜蜂所依赖的植被都有影响，它影响蜜蜂和植被的生理和活动（即多样性、生产和物候）。气候变化会导致花期随时间推移而改变，并缩短花蜜和花粉的供应期。特别是，如果植物的数量和种类减少，并伴随花期缩短、花期间隔延长、产物质量下降和数量不足等问题，这种情况可能变得十分严重。

农业景观周围或内部富含开花植物（包括草本植物和树木）的天然区域被清除、作物多样性减少以及扩大用地面积等情况都会导致生物多样性减少，致使蜜蜂可利用的植物资源减少，进而使授粉者和蜜蜂的数量减少。化学处理以及过度使用或不当使用杀虫剂也会减少多样性，在某些情况下甚至直接导致蜜蜂死亡。对于改变生物多样性的入侵种和蜜蜂病害（如瓦螨病、蜂箱小甲虫、孢子虫病）来说也是如此，而这两者都是全球化引发的后果。

蜜蜂也会对它们的环境产生负面影响。蜜蜂具有多面手的优势，这意味着它可以利用来自大量不同植物品种花朵的花蜜和花粉。另一方面，某些当地蜂种或野生授粉者比较特殊或适应性较差。植物多样性的减少可能导致授粉者依赖的植物消失，或使授粉者之间在植物资源的竞争更激烈。研究发现，在许多情况下或在某些植物上，野生授粉者可以比蜜蜂提供更好的授粉服务。对某些开花植物而言，蜜蜂不是最合适的授粉昆虫，甚至可能损害生殖器官，影响果实的形成。还有一些情况是，蜜蜂的大量到来会导致与野生蜂之间产生竞争，并引发攻击性行为。鉴于上述原因，养蜂人必须在放置蜂巢的地方做出谨慎和平衡的决定。

7.4 如何改善蜜蜂和其他授粉者的生存环境

正如前文所强调的，环境中的资源供应对蜜蜂而言至关重要。对野生授粉者而言也是如此，因为它们在环境中觅食和筑巢。环境资源的可获得性不仅取决于周围生境的资源富饶度，而且还取决于这些生境之间的连通性。景观的破碎化，隔离了栖息地，限制授粉者的活动，进而对授粉者产生负面影响。有利于授粉的景观管理措施也会让授粉者受益，比如间作套种和种植富含花蜜的作物，以及建造灌木篱墙或其他面积较大的天然或半天然区域，特别是当多样的自然生境在植物生产系统中受到限制而被孤立时。同时，评估景观中授粉者的数量和多样性，了解它们的生物学特征，利用和整合潜在的地方性知识，监测授粉者数量随时间的变化，这些都具有重要意义（尽管存在一定难度）。值得庆幸的是，目前的资源和工具可以帮助确定授粉者数量，制定监测方案，持续管理景观，着眼于改善授粉者的健康状况，并提高供应数量。

如果外来蜂种被引入一个环境中，蜂群数量增加，或者蜂群大量涌入，这些评估和监测条款和措施就更加重要，应该有义务防止环境退化。对于饲养的授粉者和野生授粉者，目前都有用户易操作的监测工具（如 Hivelog、HiveTracks 等）。

养蜂人是环境中的重要利益相关者，可以在景观管理中发挥重要作用。通过定期自然观察、已掌握的知识、与其他利益相关者的接触、从蜜蜂和伙伴关系中合法获得共享利益以及提高认识等途径，他们可以改善环境，并说服他人共同改善环境。许多不同的行动者都可以在景观管理方面发挥积极作用，包括养蜂人、农户、牧民、护林员、当地或本土知识所有者、流域管理人和科研工作者等。

在景观层面上，建议维护和保护授粉者所依赖的某些重要景观，确保相互之间的连通性，特别是防止生境之间距离过长，因为这样不利于授粉者活动。为此，可以利用富含各种开花植物的本地植被作为天然区域，为授粉者提供花蜜来源。在农业和城市景观中，天然区域可以在溪流两岸、田地或（有树篱、树木和未开垦区域或树林的）居民区附近或内部。

当农业系统以生态方法进行管理和时，授粉者也可以从农业生态系统和杂草管理之间的相互作用中受益。许多授粉者的筑巢和觅食在很大程度上依赖森林，所以景观中的森林覆盖度也会影响许多野生植物和作物的授粉情况。

另外，建议维持和保护景观异质性和不同植被小地块产生的斑块性，进行多样化管理时考虑到地巢蜂和植物花期。这样有助于增加生物多样性，加强开花植物和授粉者筑巢资源和生境之间的连通性。必须确保生态系统在所有季节都能持续运作，特别是在蜜蜂发生季节性迁移所在的地方，从而适当地维持授粉服务不间断。

在农业方面，除了这些景观措施外，还可以综合利用空间多样性和时间多样性重点提高田地内的异质性和连通性。空间多样性的实现需要在一定大小的各地块上种植不同的作物，同时采取各种农业措施促进植被、花卉和土壤的多样性。而保持时间多样性的做法是种植花期不同的作物，确保作物的收割期或收获期和中间开花期错开。

在林业方面，森林管理可以恢复退化的森林，改善树木群落和生境的空间和时间异质性，而且授粉者的数量和多样性有重要影响。促进异质性的途径包括：择伐、疏伐或生长伐；调节修剪或放牧活动；按规定烧山；维持已烧过区域和未烧过区域的分布情况。特别是对于穴居蜂和地巢蜂，应管理森林中的枯枝败叶，确保充足的裸露地面。

蜜蜂是一种神奇的生物，不仅因为它们的组织结构和群居特征，还因为它们通过授粉为自然和人类提供了重要服务。养殖蜜蜂为许多养蜂人带来了食物、收入以及乐趣。但可持续养蜂必须综合考虑



蜜蜂和环境，实现双赢。

养蜂人应认识到环境影响以及养殖的蜜蜂可能对当地环境产生的影响。为了维持自然平衡，确保可持续发展，他们有责任保证养殖的蜂群不损害环境并根据需要改变养蜂方法。他们应能够干预景观管理，改善环境，促进生物多样性，造福蜜蜂和其他授粉者以及整个大自然。

从另一个角度看，农户也需要意识到并警惕杀虫剂和环境中使用的所有化学品对蜜蜂造成的有害影响。所有国家的部委机关必须确保进入市场的杀虫剂对人类健康和动物健康不产生有害影响，对环境也不构成重大威胁。养蜂人、农户和其他利益相关者以及政策制定者应负起责任采取行动保护生物多样性和环境质量，提高对蜜蜂的保护水平。这可能是确保子孙后代粮食安全的唯一途径。

第 8 章 蜂种：良好养蜂实践和管理策略

8.1 蜜蜂属

虽然约有 2 万个蜂种，但蜜蜂只占其中 8 种（共有 43 个亚种）：东方蜜蜂、大蜜蜂、小蜜蜂、黑小蜜蜂、沙巴蜂、黑大蜜蜂、西方蜜蜂和苏拉威西蜂。本章首先概述蜜蜂的行为生态学、饲养和繁殖，随后重点介绍西方蜜蜂、东方蜜蜂、小蜜蜂和大蜜蜂。

本章旨在简要介绍西方蜜蜂和东方蜜蜂的行为生态学、饲养和繁殖，重点介绍因现代威胁（如杀虫剂的使用、环境资源不足和气候不确定性等）而受到影响的蜜蜂群体和个体行为特征。本章还包含如何改善蜜蜂福利的建议，介绍有利于蜜蜂健康和可持续养蜂的良好方法。

蜜蜂生态学和集体行为简介

蜂群：超个体

超个体是一个由同一物种协同行动的个体所组成的群体。这种复杂的系统依赖专业化单位的分工，像蜜蜂这样的真社会性昆虫就是很好的例子。个体的生存和表现需要彼此依赖，共同为结构化的蜂群活动做出贡献。在一个运作良好的蜂巢中，蜜蜂的平均数量 5 000 ~ 65 000 不等，通常包含三个成虫级型：蜂王、工蜂和雄蜂。

蜂王是蜂巢中唯一能生育的雌蜂，每年可产卵 25 万个。工蜂数量最多，全部是无法生育的雌蜂，也是蜂群的骨干力量。在蜂巢内，工蜂的任务依照蜂龄分配。虽然任务分配遵循一种相对灵活的模式，但通常是先巢内，后巢外。幼年蜂主要负责清理巢房和封盖任务，然后成长为负责饲喂小幼虫和蜂王、筑造巢脾、酿制蜂蜜和守卫蜂巢等工作的青年蜂。

壮年蜂主要负责外出活动，如觅食等。此外，雄蜂负责在婚飞期间让处女蜂王受精，交尾后会迅速死亡。这种机制保证了蜂巢中有足够的遗传变异，进而保护遗传型多样性，而且能够在多代遗传中选出有利的性状。交尾失败的雄蜂会在食物供应不足时被赶出蜂群。

蜜蜂交流

蜜蜂通过分泌特定的信息素进行交流。蜂王会分泌一种复杂的信息素混合物，从而向工蜂和雄蜂发出信号，这种物质称为“蜂王信息素”。蜂王通过这种化学交流调节生理机制和行为机制，以维持蜂巢内的稳定条件，强化生殖等级和维护蜂群和谐。其中包括调节工蜂活动、抑制工蜂繁殖和抑制培育新蜂王。蜂王意外死亡后发生的退行性变化表明，蜂王信息素有特别的用途。如果蜂群无法培育新蜂王，长期缺乏蜂王信息素会导致工蜂和雄蜂无法发挥特定功能，最终导致蜂群死亡。工蜂信息素的重要性仅次于蜂王信息素，在维持蜂群活动、协助调节工蜂活动以及食物标记和觅食相关活动等方面同



样必不可少。另外，工蜂还会分泌警报信息素，召集蜂群的防御行为。雄蜂信息素主要与交尾有关，说明雄蜂在蜂群活动中的功能相对有限。

蜂舞是蜜蜂交流的另一种高度专业化方式。仪式化舞蹈是蜂巢选址和筑造的核心，而且会在一定背景下发生进化。觅食的工蜂通过“摇摆”舞告知蜜源的位置、质量和气味。当发现一种新的蜜源植物时，返回的工蜂会停留在蜂巢的特定位置，然后开始扭动腹部，直线爬行，之后返回到爬行的起点，移动轨迹呈“∞”字。蜜蜂通过摇摆舞向同伴告知蜜源的方向以及与蜂巢的距离。摇摆舞的重复次数代表了蜜源的质量和可用性。

这种基于蜂巢的交流方式对寻找蜜源十分有利，特别是在外界蜜粉源稀缺、分散以及质量不稳定的时候。

真社会性蜜蜂的行为

蜜蜂的认知能力

蜜蜂体型小，虽然一只蜜蜂的大脑约1立方毫米，但却具有出色的认知能力，而这种能力曾被认为是只属于体型更大或大脑更复杂的动物。许多研究通过控制实验设置探索了蜜蜂的认知能力，旨在更好地了解它的认知机制和过程。卡尔·冯·弗里希（Karl von Frisch）是第一个描述蜜蜂能够辨别不同花卉图案的动物学家。研究显示，蜜蜂还能理解这些图案的朝向和对称性等属性，并对放射状和圆状等花状对称性表现出特别的倾向。经过训练的蜜蜂还能够跟随颜色和符号的引导走出迷宫和迷阵，而且最近的研究发现，它们在飞行时可以计算到4个参照物。关于蜜蜂认知力的文献很多，而认知力当然也被视为蜜蜂的决定性特征之一。

学习和记忆过程对于觅食效率而言至关重要。开花植物通过视觉和嗅觉线索吸引授粉者，而蜜蜂则学会将气味、颜色、口感和图案与花蜜和花粉联系起来。但各种开花植物的花朵外观不一，花蜜和花粉的质量也参差不齐，蜜蜂又是如何做出选择的呢？蜜蜂最终会选择花蜜和花粉价值最高的花朵。它们一开始是因为与生俱来的偏好而被花朵吸引，然后根据经验找到蜜源。蜜蜂综合利用这些多感官线索寻找和识别有价值的蜜源，达到每次觅食活动效率最大化。研究表明，影响蜜蜂做决定的刺激因素有很多，花的温度是影响蜜蜂寻找蜜源这个过程的一个因素。因此，蜜蜂的认知能力使它们能够利用复杂的且往往是碎片化的感官线索顺利完成相应的活动。本章后文将回顾这些目前在受到人类活动和环境压力威胁的神经系统过程。

个体和集体特色

在行为生态学领域，品性指的是某一套行为特征，而研究发现，这些行为特征在个体生活的不同时期和环境下具有一致性。前文已经介绍了工蜂如何根据蜂龄分配任务，显示出明显的任务型行为特征。但在不同环境之间，甚至执行相同任务的工蜂个体之间，蜜蜂品性也具有不一致差异。

个体可以或多或少地参与群体互动，在不同活动水平上执行任务，并表现出攻击性。在高度协调的真社会性昆虫结构中，品性的概念可以延伸到整个蜂群。不同的蜂群有不同的习性和活动水平，在觅食强度、防御反应、巢脾修复和修造等方面表现出差异。由于自然选择对蜂群有着重要作用，不同的蜂群个性可能导致繁殖成功率和存活率的差异。蜂群集体在觅食时更活跃，因此可以获得更多必要资源来维持蜂巢结构和喂食个体，进而使蜂箱产量更高。我们还不太清楚，为什么蜂群防御反应越强，生存概率也越大。对蜜蜂个体和集体品性的研究不仅具有重要科学意义，还能更深入地了解环境变化和蜂群面临人类活动威胁时的反应，有助于保护蜜蜂，而且有望防止蜜蜂数量进一步减少。

对蜜蜂行为的威胁

在发现蜜蜂和其他授粉者的数量减少趋势后，人们便开始密切关注影响蜜蜂福利的潜在威胁。目前已有大量发现，包括环境中植物资源的骤减、气候压力和有害化学品的使用等。所有这些因素相互作用，降低了蜜蜂的整体健康水平，同时增加了感染病害和蜂群崩溃的风险。

杀虫剂

在行为层面上，杀虫剂会干扰超个体生存所必需的认知过程，危害性很大。神经毒素是许多常用杀虫剂的主要活性成分，对蜜蜂的神经系统有致死或亚致死影响。亚致死剂量不会导致蜜蜂立即死亡，但会损害它们的认知能力，往往导致行为损伤。不良影响取决于所使用的化学物质，但都会影响整体的认知能力，使蜜蜂的学习和记忆过程不断受到影响。蜜蜂可能因此丧失辨别感官线索的能力，无法找到有价值的蜜源，而且从蜂箱引导到开花植物所需的记忆过程也可能遭到破坏。特别是与返回蜂箱后的补充能量和传递食物（交哺现象）有关的导航能力也可能受到影响。随着整个蜂群健康水平的下降，蜂群对食物的渴望程度也会降低，致使蜜蜂的减少趋势不可阻挡，最终导致蜂群死亡。最近的研究还强调了在蜂王的发育过程中使用杀虫剂会如何影响蜂王的信息素分泌行为和交尾行为，进而可能导致蜂群衰亡。因此，为了保护授粉者免受有害化学品的影响，需密切监管农用杀虫剂的使用，因为这些化学品会降低蜂群的整体健康水平，抑制重要行为生态结构的生理发育。另外，杀虫剂用量也会对蜂产品质量和安全构成风险，在出售给消费者之前进行的蜂产品检测应包括杀虫剂检测。此外，为了防控狄斯瓦螨等害虫，养蜂人经常使用杀螨剂，但这些化学品会污染发育中的蜜蜂和蜂产品。因此，在蜜蜂中负责任地使用药物也是至关重要的一环。

环境构成和气候变化

环境会在很大程度上影响蜂群的行为和表现。蜜蜂表现出的一系列适应力使它们能够在各种环境中生存。尽管如此，还是有越来越多的蜜蜂沦为资源不足的受害者。集约农业和管理不善的半天然区域往往演化成生态沙漠，无法为蜜蜂和其他野生物种提供足够的营养，致使生境丧失和资源碎片化。所有这些变量与当前气候不确定因素相互作用的后果甚至更加令人担忧。随着温度、湿度、水资源、二氧化碳水平和紫外线辐射等环境因素逐渐改变，科学家正在研究这是否会影响到植物产出优质花蜜和花粉的能力。养蜂人可以与科研工作者合作，共同收集数据并跟踪环境变化，以更好地了解气候变化与蜂蜜产量之间的关系。而气候变化对蜜蜂健康的潜在损害不容易量化。由于现代环境已经出现退化，在考虑哪些变化可能进一步影响蜜蜂应对资源匮乏困境的有效能力时，我们必须谨慎行事。目前曾经有利可图的环境也慢慢失去价值，导致蜂群产能降低和衰亡的结果。

可持续养蜂解决方案：养蜂人可以采取哪些措施来提高蜜蜂福利？

养蜂人在蜂群可持续性和蜜蜂健康方面承担不可或缺的重要责任。目前对授粉者福利的关注推动了科学研究的发展，促使众多国家机构和国际机构调查蜜蜂数量减少的原因，并在蜜蜂保护方面进行投入。养蜂人应掌握已有的蜜蜂和养蜂相关知识，以便更深入地了解相关威胁，防止它们影响蜂群福利。蜂群衰亡可以通过行为和活动水平的变化进行预测。养蜂人了解并观察蜂群，一旦发现行为异常的早期迹象，即表明蜜蜂健康状况不佳，养蜂人可以及时采取针对性干预。

提升蜜蜂福利

良好的可持续养蜂模式通常应采取能够创造健康、安全条件的养蜂规范，促进先天行为的功能性表达，防止蜜蜂遭受折磨和困扰。正如第7章所讨论的，虽然蜂箱是蜜蜂的宜居之所，但周围景观的



环境压力和人为压力仍然对蜜蜂福利有很大影响。生理健康和营养均衡的关键是提供一个合适的环境，让蜜蜂在整个觅食期内都能找到各种蜜源。因此，我们建议养蜂人在制定负责任的养蜂框架时应考虑到农户和负责环境设计的机构。随着蜜蜂逐渐成为主打物种，公众也会愿意提供大量支持。对于需要蜜蜂密集服务的产品，减少它们的市场需求在目前看来并不可行，但把需求转向可持续管理的蜂产品可能是一个合理的选择。对蜜蜂、生物多样性和有机产品的宣传活动也会使公众更了解这个问题。同样，人们对健康蜜蜂和可持续养蜂需求的认识越深入，对管理良好的蜂产品的需求可能越大，促进蜜蜂、养蜂人和环境三赢。

保护开花植物多样性，提高蜜蜂营养和健康水平

花粉的营养价值因植物种类的不同而存在巨大差异。成年工蜂依赖开花植物供应花粉和花蜜。花粉和花蜜是蛋白质、碳水化合物、脂类和其他支持健康生物过程所需营养物质的来源（Haydak, 1970）。主要采取单作培育的大量开花作物可能无法为蜜蜂的健康饮食提供足够的营养物质。研究发现，营养不足会使蜜蜂更容易感染病原体，进而患上疾病。养蜂人应认识到，如果周围景观无法为蜜蜂提供充足营养，可能对蜂箱产能和蜂群健康产生影响。可持续的养蜂模式应支持和重视对授粉昆虫友好的农业措施，如作物轮作和有机耕作等。应鼓励养蜂人将蜂箱放在混种作物附近，因为混作有利于提高植物和动物多样性。在作物旁边同时种植一小片的野花也有助于确保蜜蜂的饮食多样性。可在城市绿化和半自然绿化中实施的措施包括：增加适合筑巢和觅食的区域；提高天然养蜂场的资源总量和可用量；以及构筑生态走廊恢复碎片化生境。

控制应激因素，防止接触杀虫剂

为了最大限度地提高生产力，确保蜂群健康水平，养蜂人应考虑应激因素对蜜蜂福利的影响。氧化应激会对蜜蜂的许多生理过程有负面影响。如前所述，大规模农业对授粉有依赖性，而且研究发现，转地养蜂的做法可能令蜜蜂面临更多应激因素，进而导致寿命缩短。营养物质有限导致的饮食不良问题、对周围不同环境反复评估后的重新调整以及在农用杀虫剂下的暴露量增加都会导致氧化应激，而这种应激会对蜜蜂健康产生轻微或严重的负面影响。慢性应激源可能损害免疫系统、代谢过程和认知能力，甚至导致蜂群衰亡。另外值得重申的是，避免蜜蜂接触杀虫剂至关重要。在养蜂人和当地农户之间建立一个有效的沟通网络很有必要，当必须使用杀虫剂时可以提前转移蜂群。让农户更深入地了解蜜蜂授粉对特定作物的意义也有助于提高养蜂人和农户之间的协作。最后，养蜂人之间也可以相互协作，建立当地数据库，跟踪蜜蜂生产效率和总体健康状况的积极或消极趋势以及威胁因素。

结论

改善蜜蜂的健康和福利是一项需要大量共同努力的工作。在列出也许可行的解决方案时，我们必须同时强调，许多来自自然界的挑战和人为造成的问题可能会交织在一起，令人防不胜防。鉴于这些限制因素，可持续养蜂应以蜜蜂的行为生态学为核心。简而言之，我们应对养蜂场周围的区域进行有机管理，确保维持作物的多样性，并考虑引进有利于发展蜜蜂的蜜粉源植物，同时保护大自然原有的野生植物。养蜂人应经过相应指导和培训，了解如何保持蜂群群势和健康。对于遵循弱化影响管理法（即尽量减少对相关动植物的影响）的养蜂人和农户，应建立相应的奖励制度。为了检测杀虫剂滥用导致的异常死亡率，应建立一个监测系统，并进行技术投资，旨在建立一个可以显示蜂群趋势的可靠数据网络。动物医生应经过培训，能够有效协助养蜂人，并保证负责任地使用兽医产品。应鼓励使用本土蜜蜂，因为它们能更好地应对当地环境的限制条件。总之，对于蜜蜂提供的重要生态服务以及现代

社会对授粉昆虫和生物多样性的迫切需求，应通过宣传活动提高公众的认识。

最后，我们需要推广可持续农业和可持续养蜂业带来的商业产品。一个更加围绕生态学的方法只能改善目前的情况，而提高人们的认识，让他们更加了解蜜蜂和养蜂才是推动养蜂业进步、进一步实际干预的根本办法。

饲喂蜂群：最佳实践

虽然养蜂是一种古老的畜牧业方式，但它在技术运用上远远落后于其他现代畜牧业或作物生产系统。养蜂业属于农业，是食品生产系统的一个组成部分，有助于提高农村地区的就业率，在本质上促进可持续农业活动。政府必须采取措施推动养蜂业的进一步发展，同时提高行业稳定性。其中一个方法是让养蜂业和其他农产业之间产生协同效应，特别是与作物生产系统联动，因为作物生产会直接影响蜜蜂福利，同时也影响蜜蜂的觅食来源。

为了支持和帮助农村地区的养蜂人维持健康的蜂群，我们提出了以下四大核心要素：①促进可持续、多样化农业活动；②建立知识共享和交流中心；③建立采购基础设施；④制定危机（如极端天气）应对框架。

促进可持续、多样化农业活动：农业活动对蜜蜂健康和营养水平有直接影响。农户必须尽量少用杀虫剂，在田地边缘种植开花植物以增加蜜粉源。这些做法对木本作物和果实作物尤为重要。地面植被为所有授粉昆虫提供丰富多样的营养来源，还可以提升蜂群的总体产量。此外，在田地周围培育花篱有助于避免危险害虫通过作物传播，同时也增加授粉昆虫可利用的蜜粉源。某些欧洲国家已经采取了这种做法，如德国、葡萄牙和英国。

建立知识共享和交流中心：有关行业变化的最新消息无法传达是良好养蜂实践的主要障碍之一。建立地方养蜂协会和组织有助于向所有养蜂人宣传更好的养蜂方法。这些组织应遵循自上而下的管理模式，中央和国家养蜂组织可以编制汇总关于蜜蜂营养的最新科学信息，并以易理解的方式传达给养蜂人。

他们也可以对市场上的养蜂饲料进行质量控制，因为目前还没有严格的饲料质控规定。此外，这些协会还可以向当地养蜂网络发送当地气候和植物开花的详细信息，让养蜂人了解饲喂条件以及何时应给蜂群喂食补充剂。有的协会制定了当地开花植物的开花时间表，这有助于养蜂人针对即将到来的流蜜期提前安排调整管理蜂群。

建立采购基础设施：养蜂地区面临的其中一个问题是：如何以有竞争力的价格销售蜂产品。建立合作社等集约化组织可以将散户的蜂产品汇集起来，从而有助于降低成本，另外较大规模的实体组织也能更好地把控产品质量。合作社在集中销售和向不同市场销售蜂产品方面也能发挥重要作用。如果没有这类基础组织，部分农户只能局限于当地市场，在产品输出方面也会遇到更多困难，因为几户小农合作后可能比一户大农更有力量。

制定危机应对框架：2017年夏天，葡萄牙发生森林大火，致使70人死亡，烧毁林地超过44万 hm^2 。不久之后，养蜂人设法维持蜂群健康水平并要求政府提供支持。养蜂危机应对框架应运而生，养蜂人可以根据其中的规定获得购买养蜂饲料的高额补贴。这个框架依然会在类似事件发生后重新启动，以便当地养蜂组织能够迅速将饲料产品分配给需要的蜂群。这类行动是养蜂人遭遇危机时的一条“救生索”，法国、意大利和西班牙也采取了类似的行动，这类行动也可以在发生特大洪灾或旱灾时应急启动。



简介

蜜蜂从植物中采集含糖溶液（花蜜或蜜露）和花粉，并从环境中摄取水分，以满足营养需求。花蜜富含酶，脱水发酵后以蜂蜜形式储存，而花粉与蜂蜜混合，以蜂粮形式储存。蜂蜜中的碳水化合物可以提供能量，促进蜜蜂的分解代谢，特别是在像冬季这样的长时间无花期尤为重要。蜂粮（幼蜂饲料）是蜜蜂的蛋白质来源，而蛋白质是腺体发育分泌幼虫饲料（如蜂王浆）所需的物质。

在收获蜂蜜供人类享用的时候，对蜂群补充喂食很有必要。一般情况下，如果蜜蜂饲料耗尽或接近耗尽状态，则有必要对蜂群进行补充饲喂。为了保证过冬所需的储备充足，需要对蜂群补充饲料。因环境条件或分蜂时建立新蜂群而导致饲料不足时，也需要补充喂食。所有养蜂人的首要任务应是为蜜蜂提供一个良好的环境，其中包括可以缓解蜜蜂的饥饿问题的各种大量蜜粉源植物。高质量、多样化植物资源最有利于促进蜂群发展和蜜蜂健康。本章解释了如何辨别饥饿的蜂群，以及养蜂人如何通过饲喂碳水化合物和蛋白质以促进蜂群发展。这种畜牧业最佳实践所依据的原则是：动物应避免陷入饥饿、营养不良和缺水状态。本章还讨论了给蜂群补充喂食时，确保收获的蜂产品里不含掺杂饲料而采取的措施。

辨别饥饿的蜂群

让蜂群维持充足的营养状态至关重要。在温带气候中，严重食物短缺导致蜂群损失最为普遍的有两个时期：一是在夏季高峰期（ $>30^{\circ}\text{C}$ ），二是在冬季（ $<13^{\circ}\text{C}$ ）。养蜂人应特别注意蜂箱内的营养状况，确保蜂群能够克服因饲料短缺、集约农业和气候变化而造成的营养压力。假设所有病害都得到控制，蜂群需要足够的食物储存和庞大的群势才能度过营养不足时期。在地中海气候条件下，一个蜂群至少要有五足框蜜蜂和六框食物储备才能确保在越冬时得以存活。在冬季更加漫长和寒冷的地区，蜂群需要更庞大的群势和更多的食物储备才能度过好几个月越冬期。

表 8-1、表 8-2 和表 8-3 总结了蜂群的营养状况指标，其中包括如何辨别蜂群急需糖类和蛋白质有关的信息。营养不足情况最严重时，蜂箱内完全没有蜂蜜储备，蜜蜂也会开始咬食幼虫。本章旨在帮助不同气候和地区的养蜂人合理饲喂蜂群，还就如何辨别和改善饲料短缺的问题给出了相关建议。但我们遇到了一个非常实际的问题：蜂箱有不同的形状和设计。因此，我们没有将蜂群重量作为衡量蜂群营养状况的指标，而是将巢框面积和蜂箱内外的蜜蜂行为作为衡量标准。学会“看懂”巢脾以及出勤的蜜蜂行为是每个养蜂人的必备技能。

缺少糖蜜

蜜蜂用蜂蜜、花蜜和蜂粮等食物来源填充巢脾。短期内采集的花蜜是一种晶莹透亮的液体，储存在空巢房内。蜜蜂会将花蜜中的水分蒸发掉，然后酿制成蜂蜜。大流蜜期，蜜蜂开始分泌纯白色的蜂蜡，在蜜蜂封盖蜂蜜或修造新巢脾时很容易看到蜂蜡。当蜂子箱内的所有巢框都布满蜂蜜时，养蜂人通常会在上面叠加一个继箱，以生产供人食用的蜂蜜。蜂群必须有足够的蜂蜜储备才能维持营养稳态；蜂群出现一连串问题的第一个迹象往往是蜂蜜储备不足，特别是在子圈附近。例如，在一个健康的蜂子脾上，中心子圈周围有蜂粮和蜂蜜，可以为幼蜂提供足够的能量。理想情况下，一个蜂群应保持全年食物储备充足，但由于人为环境变化和开花季节性等应激因素的影响，这很难做到。当花期结束后，养蜂人收获蜂蜜，但蜂子箱内的所有巢框最好原封不动，切勿过度取蜜，在检查蜂群时应格外注意蜂群的营养状况。蜂群的饥饿程度往往会逐渐加剧，在它们进入严重的饥饿阶段之前，可以通过一些早期迹象辨别饥饿的蜂群。蜂群最初饥饿阶段的关键迹象见表 8-1、表 8-2 和表 8-3。这些都是基于两个

观察层面：箱外观察和开箱检查。

记得在喂食日历上记录流蜜量和蜂蜡产量的观察日期（表 8-4 文件末尾），并密切关注蜂群的采集行为。

缺少花粉

花粉由觅食的蜜蜂采集并作为蜂粮储存在巢房内。花粉为蜂群提供蛋白质、脂类和其他微量元素，是蜂群繁殖的必要条件。觅食的蜜蜂从开花植物上采集的花粉在质量和数量上都有所不同。因此，必须将蜂箱放在一个多样化的环境中。但如何使养蜂场具备最适当的环境条件往往是一个重大挑战。因此，一些转地养蜂人会根据花开季节将蜂箱转移到不同地区。

成年哺育蜂利用蜂粮分泌幼虫食物，即喂食给幼虫（图 8-1）的一种富含蛋白质的乳白色分泌物。如果觅食的蜜蜂没有给蜂箱带回花粉，随之出现的便是蜂粮不足的情况，这会严重影响蜂群的育虫能力，即使蜂箱内有足够的蜂蜜储备。这一点在秋季尤为值得关注，因为随着冬季的到来，粉源越来越少，在干旱地区的夏季也是如此。这种影响在花期戛然而止的单一作物中更加明显，会导致蜂群内蜜蜂群势庞大但食物储备有限。

如果一个蜂群缺少蜂粮或花粉的时间超过一周，它就会停止喂食幼虫，丧失繁殖更多后代的能力。成年蜜蜂可以在严格控制蜜糖饲料条件下持续存活长达 60 天。因此，即使蜂群中没有蜂粮或幼虫，也必须留足蜂蜜确保蜂群能够存活。蜂群缺少蛋白质的关键迹象见表 8-1、表 8-2 和表 8-3。

缺水

水是蜜蜂必不可少的营养物质，它们也会专门寻找水源。养蜂人必须确保养蜂场附近有淡水源，特别是在夏季或典型的干旱地区。水是蜂箱内温度调节的一个关键元素，使蜜蜂能够在炎热的天气降低幼虫体温。水也是工蜂分泌幼虫食料所需，还是钠等基本矿物微量元素的来源。因此，你可能会看到蜜蜂停在小池塘、岩石裂缝上饮水，甚至停在沿海沙丘上饮海水。缺水会导致蜜蜂的粪便非常干燥、呈糊状，这种综合征被一些欧洲国家称为“五月病”。只有哺育蜂会受到这种影响时，可以通过喂食（在巢脾表面喷洒）1:1 稀释后的糖水进行缓解。

养蜂人应注意蜜蜂在蜂箱入口处扇动翅膀的行为。在炎热的日子里，成群的蜜蜂会聚集在蜂箱入口处，伸展前后足，腹部朝上，开始不断拍打翅膀。养蜂人应根据观察结果补充淡水，同时确保养蜂场附近另有水源，这样可以缩短蜜蜂外出采水的时间，提高它们的采水效率。

并且要在水面上添加漂浮物作为蜜蜂的落脚平台，防止蜜蜂被淹死。

表 8-1、表 8-2 和表 8-3 借鉴交通灯的颜色含义列出了蜂群营养状况的关键指标：①绿：营养状况良好；②黄：营养不足；③红：严重营养不足。此外，养蜂人可以通过后文章节的附表记录观察结果，统计蜂群营养水平在全年的波动情况。当养蜂人需要借鉴多年来的营养变化时，这些记录就会派上用场。



图 8-1 已充分喂食幼虫食料的典型幼虫

注：在没有蜂粮的情况下，哺育蜂会减少每只幼虫的浆液喂食量。

©GONÇALVES R



表 8-1 蜂群营养状况良好的关键指标

	观察结果	含义	是否需要喂食?
入口处观察结果	蜂群拥堵	好迹象, 蜜蜂可能正在带回花蜜、花粉和水	否。检查蜂箱。可以考虑添加继箱。 提示: 你可能会发现, 蜜蜂一般不会主动攻击。它们把注意力集中在环境中的食物上, 而忽略了养蜂人的大部分行为。一旦开花期结束, 蜜蜂的友好态度将会改变。蜜蜂的攻击性会变强, 会开始攻击养蜂人和其他蜂箱的蜜蜂
	蜜蜂的后足(花粉筐)携有花粉	好迹象, 蜜蜂正在采集花粉, 哺育幼虫	检查蜂箱。可以考虑放置一个脱粉器收集花粉, 或增加巢框扩大蜂群
蜂箱检查结果	巢框和巢脾上有白色蜂蜡	好迹象, 蜜蜂分泌蜂蜡修造巢脾, 用于储存花蜜和花粉以及蜂蜜封盖	否。喂食行为可能污染蜂蜜。考虑添加继箱
	巢房内有晶莹剔透的新鲜花蜜	好迹象, 蜜蜂正在采集花蜜!	否。喂食行为可能污染蜂蜜。考虑添加继箱。 提示: 如果你将带有晶莹剔透液体的巢框倾斜并轻轻摇晃, 你会看到新鲜的未成熟蜂蜜(花蜜)慢慢滴落
	有雄蜂或雄蜂幼虫	好迹象, 蜂群有充足的食物储备, 正在将其中的一部分用于雄蜂繁殖	否。但要确保蜂群有蜂王
	蜜蜂跳摇摆舞	好迹象, 蜜蜂正在发出信号, 表明周围环境中存在蜜粉源	否。但要检查蜂蜜和蜂粮储备是否靠近育虫区

表 8-2 蜂群营养不足的关键指标

	观察结果	含义	是否需要喂食?
蜂箱检查结果	子圈附近蜂蜜减少	一个健康蜂群的基本要求之一是子圈附近有足够蜂蜜储备。 子圈附近没有蜂蜜是蜂群迅速消耗蜂箱内资源首先出现的迹象	考虑喂食。食物短缺首先出现的迹象是育虫区附近的食物储备不足。如果蜂群没有蜂蜜储备, 可以喂食糖浆或添加贮蜜巢框。 提示: 如果较远巢框上的蜂蜜尚未封盖, 可以用蜂箱工具切开。这么做会促使蜜蜂吃掉巢框上的蜂蜜, 再将蜂蜜运到中心子圈附近。下一次查看时会发现, 这些切口很干净, 上面的蜂蜜都已用完。切口不能太深, 否则蜂蜜会滴到底板上, 引发盗蜂。人工切开巢脾是一种常见的养蜂做法, 特别是在秋季
	没有蜂粮	如果蜂群不采集花粉, 预计它们会停止育虫。春季期间, 巢框上会布满晶莹剔透湿润的蜂粮。将这些巢框放在中心子圈旁边, 以便蜜蜂能够有效取食	给蜂群饲喂糖水会刺激蜜蜂外出采集花粉, 还会促进巢内育虫行为。此外, 为了增加育虫量, 还可以喂食蛋白质。务必避免饲料污染蜂蜜的情况!
	哺育干幼虫	健康的蜂群有足够的食物储备, 有足够的工蜂浆喂食幼虫。仔细观察可以发现, 幼虫“漂浮”在一片白色透亮的液体上。当食物储备开始短缺时, 哺育蜂会减少喂食给幼虫的浆液量。在养蜂业, 这种行为被称为“哺育干幼虫”	这是初始饥饿阶段的警告迹象。如果蛋白质不足, 务必检查蜂群的蜂粮储备情况。考虑在春季用糖类和蛋白质喂食蜂群, 如果是秋季, 则只在傍晚时分喂食糖蜜饲料

续表

	观察结果	含义	是否需要喂食?
蜂箱检查结果	育虫量减少	当食物匮乏时，蜜蜂会减少育虫量。蜂群往往会停留在育虫巢框上，让其余育虫区变暖，同时也消耗附近的蜂蜜。 务必确保子圈附近有足够食物储备	考虑喂食糖液。另外，如果是初期，可以添加蛋白质。如果条件允许，可以添加封盖蜜脾。切勿忘记在喂食日记上记录观察日期和养蜂活动
入口处观察结果	继续寻找蜜源	开花期结束后，蜜蜂可能会在储蜜室和仓库周围积极寻找蜜源。这个迹象表明，蜂群急需碳水化合物，可能发生盗蜂行为	是。如果冬季即将来临，只喂食碳水化合物。通过蜂箱内的喂食器喂食，避免发生盗蜂。避免糖水溢出，打开蜂箱后，快速喂食!
	发生盗蜂	盗蜂是一种极端情况，只会偶尔在养蜂场看到，即蜂箱入口处发生的狂乱现象：蜜蜂相互撕咬拖拽着飞出蜂箱。还会看到蜜蜂从顶盖边缘和各条裂缝强行进入蜂箱，攻击弱群。如果不采取任何措施，一般情况下，弱群会在一天内死亡，巢脾上储备的蜂蜜也会被抢走	在非开花期，减小蜂箱入口，让蜜蜂更容易守住小口，抵御盗蜂

表 8-3 蜂群严重营养不足的关键指标

	观察结果	含义	是否需要喂食?
蜂箱检查结果	幼虫不封盖；蜜蜂在咬食幼虫	当蜂群处于严重营养不足的阶段时，蜜蜂会开始咬食后代。会看到育虫巢房是空巢房（无卵无幼虫），还会看到一种罕见的不正常育虫模式：有时甚至连未破蛹的幼虫也会被咬食，蛹体流出的液体会被重新利用	在这个阶段，喂食是避免蜂群死亡的根本方法，立即开始喂食蜜糖或蛋白质，并移除所有未使用的空巢框
	蜜蜂在羽化期间死亡，仍在巢房内，或新羽化的幼蜂出现在底板上	严重营养不足的蜂群没有足够的能力支持新羽化蜜蜂的营养。封盖巢房会露出死蜜蜂的头部和舌头。在这个阶段，蜂箱底板上会出现大量死蜜蜂。它们的活动量也急剧减少，有些蜜蜂甚至丧失飞行能力	在这个阶段很难恢复蜂群，通常已经无法挽救
	（死）蜜蜂的头部深陷在空巢房中	许多蜜蜂的头部深陷在巢房中是蜂群接近崩溃的迹象，也是蜂群最后的饥饿阶段，此时蜂群中的蜜蜂大多会死亡	这个阶段恢复蜂群的可能性几乎为零



表 8-4 营养观察和饲喂活动表

养蜂场：
年份：

姓名：
地点：

月份：	1月			2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
观察结果 / 周次	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
蜂群拥堵																																						
蜜蜂带回花粉																																						
巢框上有白色蜂蜡																																						
巢房内有晶莹剔透的花蜜																																						
有雄蜂或雌蜂幼虫																																						
蜜蜂跳摇摆舞																																						
蜂子区周边蜂蜜减少																																						
幼虫干燥																																						
蜂子量减少																																						
积极寻找水和糖浆																																						
盗蜂																																						
幼虫不封盖；蜜蜂在咬食幼虫																																						
蜜蜂在羽化期间死亡																																						
空巢房内有死蜂的头部																																						

饲喂活动 Fo- 翻糖 Sy- 糖浆 Pt- 花粉饼 Wt- 水

糖类饲喂

这里的糖指的是一般的糖吗？

花蜜的主要成分是水、单糖（主要是果糖和葡萄糖）和双糖（主要是蔗糖和麦芽糖）。花蜜的化学成分因植物种类不同而不同。花蜜可能含有其他微量的单糖、双糖、糖醇和低聚糖。并非所有天然糖都适合喂食蜜蜂，有些（如单糖半乳糖或双糖乳糖）用量如果超过4%就会产生毒性。工蜂在花蜜中加入转化酶，以分解双糖并降低含水量，从而酿出蜂蜜。对于蜂蜜的营养价值以及碳水化合物来源（养蜂人提供）的营养价值，二者的差异引发了激烈的讨论。这是一个重要的问题，因为收获蜂蜜通常需要喂食精制碳水化合物。本节不讨论喂食用蜂蜜和糖类的区别，而是根据科学研究提出建议。

喂食蜂群的糖类可以从几种植物来源中提取。不同时期和不同地区使用不同的糖浆。有些地区可能买不到或买不起精制糖，所以只能用从各种果实或谷物中提取的糖浆。但必须说明的是，并非所有这些糖浆都适用。

植物来源的糖类在化学上与花蜜中的糖类相同，但糖浆的糖成分可能不同。糖成分会影响糖浆的理化特性以及对蜜蜂的吸引力。例如，含有葡萄糖的糖浆容易结晶，因此不能作为饲料。此外，应避免使用前文所述的任何含有对蜜蜂有毒化合物的糖类。

市面上的精制糖产品多得让人眼花缭乱，虽然喂食不同的糖类产品会产生差异（如影响蜜蜂基因表达的时效性），但差异并不总是固定的，所以在选糖上一直没有共识。最常用的糖浆可能是从甜菜或甘蔗中提取的自制蔗糖溶液（食糖）。蔗糖溶液中的糖水配比为1:1到3:2，大多取决于喂食目的和环境条件。例如，喂食笼蜂或小蜂群的蔗糖溶液浓度比喂食准备越冬的蜂群低。由蔗糖晶体直接制成的溶液通常含有可忽略不计的其他糖类或有害污染物（如微量农药残留）。在蜜蜂取食蔗糖溶液的一段时间里溶液基本稳定。

在20世纪，人们终于可以通过化学方法将蔗糖转化为两种单糖：葡萄糖和果糖（转化糖浆），这与蜜蜂酿造蜂蜜时的做法类似。转化糖浆现在通常可以在市场上买到，与蔗糖相比有几个优点，如保质期更长、结晶更少。但如果通过加热或加酸方法制作转化糖浆，可能产生羟甲基糠醛等副产物，这种化合物即使含量很低也会对蜜蜂有毒副作用。在购买的糖浆中，它的浓度应低于0.003%。采用新方法制造的转化糖中，羟甲基糠醛的含量很低。如果有任何疑问，建议向生产商索取具体数据。同样，高果糖玉米糖浆（又称果葡糖浆）由玉米淀粉制成，可以分解为葡萄糖和果糖。出于稳定性和其他原因考虑，生产商有时会在最终产品中加入蔗糖。转化糖浆和高果糖玉米糖浆都含有三种最重要的糖：葡萄糖、果糖和蔗糖，只是含量不同。但这些糖浆缺少蜂蜜中含有的对蜜蜂有生理作用但不产生热量的次生植物化合物。



图 8-2 头部深陷在巢房中的成年死蜂

©GONÇALVES R



糖浆主要被工蜂取食，储存在巢房中，与工蜂处理花蜜类似。但糖浆的缺点是：可能污染蜂蜜、淹死蜜蜂。良好养蜂实践的运用可以确保蜂蜜的可靠性和质量，维护蜂蜜在全球范围内的良好声誉。在蜂蜜中检测出外源糖的概率取决于饲料产品、喂食量、喂食时机、消耗速度以及蜂蜜检测方法。只有标准化成分的产品才能用于喂食蜜蜂。翻糖（蜜蜂糖）是糖类喂食的一种选择，适合倒春寒时饲喂。翻糖的糖浆薄膜成分主要是微细蔗糖晶体，翻糖通常用塑料纸包裹，放置在蜂箱的顶梁上。这种糖可以在市场上买到，也可以自制。

如何喂食：最佳方法

糖浆（或翻糖）应只含有适合喂食蜜蜂的糖类。必须指出的是，在储存过程中，特别是在较高温度下，羟甲基糠醛的浓度会上升。因此建议将蜜蜂饲料保存在阴凉、避光的地方。糖浆在蜂群中发酵是一个常见的问题，但可以通过以下方式避免：

- 使用未被霉菌污染的产品和干净饲喂器；
- 使用浓度更高的糖浆；
- 向蜜蜂提供不超过一周的糖浆用量；
- 避免使用任何有发酵迹象的糖浆。

蜜蜂喂食器有很多种。可以用专门的巢框喂食器或顶梁蜂箱饲喂器（图 8-3）给蜜蜂喂食糖浆。

应避免在蜂箱外喂食（例如在养蜂场内放置已经打开的饲喂器），因为这样会引起抢夺行为，还会促进病害传播。溢出的糖浆也会导致更多的盗蜂行为，因此应尽量清理干净。避免盗蜂行为的一个方法是在晚上喂食。用塑料纸包裹的翻糖可以放在巢框上，由于释放速度慢，含水量低，适合在蜜蜂饥饿期使用（图 8-4）。



图 8-3 巢框喂食器



图 8-4 放在巢框上的翻糖

收获蜂蜜前不用糖浆喂食蜜蜂，避免蜂产品掺入糖浆成分，这一点很重要。虽然掺杂的蜂产品对消费者健康无害，但现代设备可以检测出来。喂食时机至关重要，需要根据每年的喂食时间、流蜜量和蜂群群势来评估蜂蜜污染风险。通常情况下，强烈建议对补饲进行风险评估（表 8-5）。

表 8-5 各季节蜜蜂补饲概述

季节	蜂蜜质量风险管理
秋季	
如果蜜蜂的越冬蜂蜜储备不足，而即将到来的冬季不会有流蜜，则只能喂食蔗糖（66% 糖浆）。适当的秋季营养水平通常是实现蜂群成功春繁的最好方法	蜂蜜被外源糖污染的可能很小，而且很容易管理，因为蜜蜂一般在冬季消耗掉所有糖浆，不会在流蜜表面
只有在绝对必要的情况下才饲喂蛋白质补充剂。通常不建议在秋季用蛋白质补充剂刺激蜂王产卵，这种方法可能使孢子虫病的发病率上升	应适当管理工蜂的体内蛋白，不宜过早耗尽。在没有流蜜的冬季，蜂蜜被污染的可能性不大
冬季	
在南方较冷的气候条件下，冬季不宜喂食蜜蜂。冬季的食物需求应由蜂群在秋季期间提供和储备	如果不喂食，污染概率为零。 如果喂食，则需要对蜂蜜质量的风险进行评估
春季	
喂食大量蔗糖（糖浆 66%）或任何其他糖类饲料时应十分小心。随着流蜜期的到来，应减少喂食量。蜜蜂应消耗所有人工投喂的食料，避免蜂蜜后续出现质量问题	在春季喂食极有可能污染蜂蜜，因为蜜蜂可能将糖浆从育虫箱转移到继箱，以便留出产卵空间；如果这些糖浆没有得到消耗，则可能污染继箱的蜂蜜
仅在在没有流蜜的情况下喂食标准成分的经核准蛋白质替代饲料	蜂蜜的蛋白质成分可能发生变化，导致蜂蜜不符合标准
夏季	
流蜜前和流蜜期间应避免喂食糖蜜。切勿在流蜜期之间喂食——应预测流蜜期的中断，提前为蜜蜂留下合理的蜂蜜储备。如果在夏季喂食蜜蜂，应考虑到当季开花的蜜源作物	如果在夏季喂食，并从蜂箱中取出蜂蜜，则蜂蜜被污染的风险极高。 提取出的蜂蜜应作搁置处理，在销售前进行彻底检测，确保蜂蜜的质量和纯度。 检测到外源糖或其他污染的任何蜂蜜都不应出售或与其他蜂蜜混合
如果蜜源丰富但粉源有限，则只喂食当地花粉制成的花粉饼，并保留小块花粉饼样本，将相关饲喂情况如实告知蜂蜜收购包装商	花粉是蜜源植物的一个指标。养蜂人只有在十分必要的情况下才可在流蜜期间进行外源花粉的饲喂，而且应做适当记录并告知蜂蜜收购包装商

饲喂时间点和喂食量与饲料的选择一样重要。食物严重短缺时只能通过部分饲喂解决，因为蜂群不总是食用糖浆（例如在寒冷季节）。因此，建议根据当地情况进行喂食。例如，在北温带气候下，最重要的喂食活动发生在收获蜂蜜之后，然后用糖浆补充已经耗尽的食物储备。根据当地条件（即冬季长短、最低温度和蜂群群势），应以糖浆形式向每个蜂群喂食 10 ~ 20 kg 的蜜糖饲料。

如果温度太低，蜜蜂将无法将糖浆储存在巢房中（图 8-5），所以喂食活动应在这之前进行。冬季结束时，在能获得足够多的新饲料之前，蜂群有可能耗尽食物储备，这是另一个饲喂的关键时间点。食物储备的测量方法是托举蜂箱称重或使用蜂箱重量监测装置。如果蜜蜂需要喂食，则投喂翻糖。

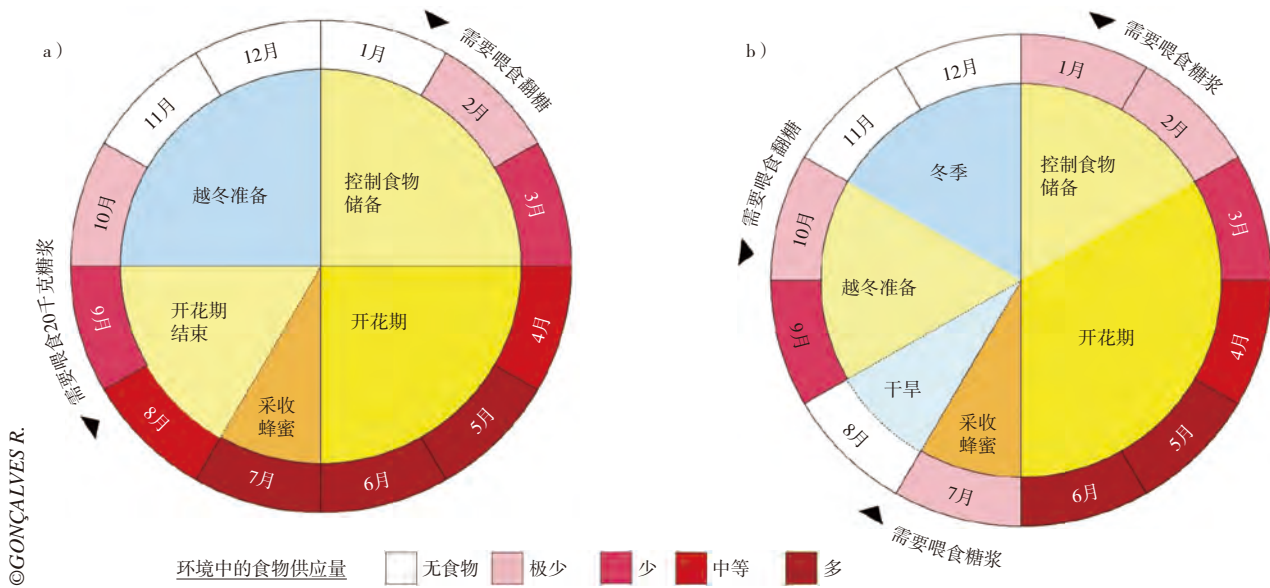


图 8-5 a) 北温带气候和 b) 地中海气候下的食物循环可用情况

花粉替代物

花粉是一种复杂的食物来源，含有蛋白质、碳水化合物、脂类和微量营养素。它是蜂群唯一的蛋白质和脂肪天然来源，哺育蜂利用花粉分泌幼虫饲料哺育幼虫，维持健康的幼蜂群体。每只蜜蜂能够携带的花粉量最多 10 ~ 20 mg，而蜂群储存的花粉量通常不超过 1 kg。按一年计算，一个 10 框群势的蜂群需要 13 ~ 18 kg 的花粉才能维持健康发展。花粉流中断的原因通常是养蜂人无法控制的外部因素（如气候）。但在同一个地方放置过多蜂群过度采集也会导致花粉不足。

职业养蜂人常常遇到蛋白质不足的问题，而花粉替代物的问世解决了蜂群的额外补给，这类替代物的成分主要是植物蛋白粉，如大豆、小麦或豌豆蛋白，以及藻类和 / 或啤酒酵母（图 8-6）。

这些饲料产品可以有不同的形态，如液体、饼状或粉末。液体饲料以浓缩添加剂的形式提供，方便养蜂人将其溶解到糖浆中；粉状补充剂是一种粗粉物质，与糖浆混合后变成饼状；预制的饼状补充剂也由生产商直接商品化供应。但这类公司很多都只是将市场上的其他动物饲料（如鸡用液体添加剂）改换用途，很少或根本没有根据蜜蜂的生理特征进行调整。此外，有些公司还特别声明自己的产品对蜂群的健康和发展有积极影响。这类说法不应照单全收，因为很少有国家对蜜蜂饲料进行监管，也很少有饲料产品经过科研工作者的独立测试。此外，一些花粉代饲料可能含有过敏原，许多国家规定标签上必须注明过敏原，因为它们可能引起严重过敏反应，甚至死亡。蜂蜜检测应在出售给消费者之前进行，以确保蜂蜜未被污染。



图 8-6 花粉替代物

最后，应考虑蜜蜂饲料中是否含有转基因生物成分的情况，因为在禁止转基因生物的地方，这些成蜂可能构成蜂产品的污染源。

目前，市场上还没有出现可以在化学成分上与花粉比肩的蜜蜂饲料产品。蜜蜂采集的花粉可以用来制作饼状饲料（例如 50% 的花粉加 50% 的蔗糖或蜂蜜的转化糖浆）。但如果花粉是从另一个地方购买的，那么用蜜蜂采集的花粉制成饼状饲料喂食蜂群，既昂贵又危险，因为有交叉感染的风险（如病毒或其他病害）。

养蜂人应考虑给蜂群喂食花粉替代物的两个时间点分别是：刚入冬时以及育虫周期因食物不足而中断时。入冬后提供蛋白质可以让蜂群在即将到来的春繁季节扩大群势，而在食物不足时喂食可以维持蜂群的健康状态，直至条件得到改善。当蜂群的育虫周期自然暂停时（每年冬季），养蜂人不宜喂食蛋白质。

市售的花粉替代物平均含有 15% 的蛋白质（植物蛋白粉 + 啤酒酵母），其中混有其他脂类和微量营养素。养蜂人可以自制花粉替代物（表 8-6）。

表 8-6 蛋白饼配方

原始材料	成分	含量	混合说明
1. 含有至少 40% 蛋白质的蔬菜粉	一种或多种混合： 大豆蛋白 小麦蛋白	5% ~ 15%	1. 将干燥的原料和植物油混合成均匀的糊状物。 2. 然后，将糖浆与精油混合后加入糊状物中。再混合所有物质直至形成饼干团状物质。 3. 如果饼团仍然太湿，则添加额外 5% 的干物质使其变硬。如果太硬，再加 5% 的糖浆使其软化。 4. 将面糊分成每份 250 g 的面饼，用防油纸包裹。将其储存在干燥的地方或冷冻直至需要
2. 酵母	啤酒酵母	5% ~ 10%	
3. 油	植物油	2% ~ 8%	
4. 浓缩糖	糖浆 80%	50% ~ 65%	
5. 精油（可选）	柠檬香草	0, 5%	

如何喂食花粉替代物——最佳方法

以花粉替代物向蜂群喂食蛋白质主要是为了维持或提高蜂子量，因为蜂子数量是蜜蜂授粉、蜂蜜酿制、蜂王培育和新蜂群建立的前提。

例如，加利福尼亚的商业养蜂人可能会在每年 10 月至翌年 2 月给蜂群喂食蛋白质，以刺激蜂群扩大，形成 10 巢框强群为杏树授粉。而欧洲地中海地区的养蜂人通常在 2—4 月（即春季开花前）给蜂群喂食蛋白质，以扩大蜂蜜生产群的群势。在流蜜期或收获蜂蜜之前喂食碳水化合物会有污染蜂蜜的风险。

如果将花粉替代物放在巢框上或放在蜂群内的顶梁蜂箱喂食器内，蜜蜂会在原地食用。根据经验，它们不会像对待花粉那样将花粉替代物储存在巢脾中，而是直接食用，然后分泌幼虫饲料或将花粉替代物喂给工蜂幼虫。即便如此，这些饲喂蜂群中的蜂蜜中还是含有来自替代物的糖类。当环境中足够可供采集的花粉时，蜜蜂很可能会拒绝食用养蜂人提供的任何花粉替代物。因此，喂食蛋白质的最佳时间点应是在花粉流量大的时期之前或蜂群处于蛋白质不足的状态时，而蛋白质不足通常发生在养蜂人进行大规模人工分蜂时。蜂箱中残留的花粉替代物应清除干净，否则可能发霉或滋生蜂箱小甲虫等害虫。

强群（如 10 框的蜜蜂）每周估计会消耗 200 ~ 400 g 的花粉替代物。弱群（如 5 框的小蜂群）每周消耗 100 ~ 200 g。



需注意的是，喂食花粉替代物并不能立即产生肉眼可见的效果。工蜂从卵状发育到羽化需要 21 天。为了达到目标蜂群群势，喂食应至少提前两个月计划实施。

蜜蜂育种项目^①

总论

参与方和各方职责

一个完善的蜜蜂育种项目需要多个利益相关方相互协调，利益相关方包括国家 / 地区政策制定者代表、个体养蜂人和他们组成的育种 / 区域小组（通常指管理委员会）以及育种专家。这三方协同配合，共同确保育种项目的落实（图 8-7）。养蜂人负责养蜂场相关的活动，包括试验养蜂场的管理、性能测定和蜂王繁殖。育种 / 区域小组主要参与交尾控制、蜂王选择和蜂王交换的安排，在育种基础设施中处于核心地位，通常包括养蜂人和育种专家。政策制定者负责提供资金并确保育种计划的可持续性，包括转达国家 / 地区希望维护和改善当地种蜂的意愿。育种 / 区域小组通常还负责项目管理、活动的同步和协调以及能力建设（培训和推广），并参与育种计划目标和整体表现的评估和决策过程（如后文所述）。最后，数据评估和育种值评估由育种专家和科研工作者进行。

本土蜜蜂还是外来蜜蜂？

本土蜜蜂经过长期的自然选择，能更好地适应原生的环境。由于地点条件对蜂群表现有主导作用，

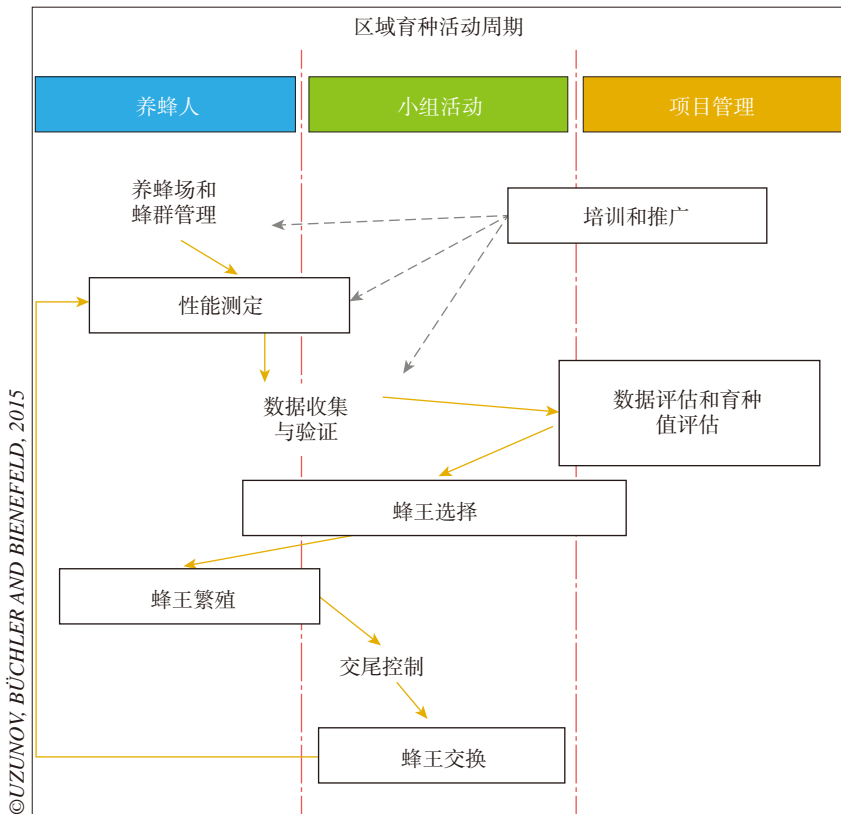


图 8-7 一般区域育种小组（由政策制定者监督）中的利益相关方及其责任

©UZUNOV, BÜCHLER AND BIENEFELD, 2015

① 本节的建议主要针对西方蜜蜂，但大部分也适用于东方蜜蜂。

育种项目通常择优选择本土蜂群。如果所在地区有本土蜜蜂，最好使用本土蜂群。

一些基因型与环境互作的实验表明，本土蜂群在发育、行为和繁殖等性状方面优于外来蜂群。一项在欧洲范围内进行的实验表明，尽管本土蜜蜂和外来蜜蜂都会受到寄生虫和病原体的侵害，但在没有对狄斯瓦螨（图 8-7）采取任何应对措施的情况下，本土蜂群的存活时间明显更长（2.5 个月）。纯种蜂群的攻击性似乎也比杂种蜂群弱。

主要采用本土蜜蜂的育种项目不仅利用了本土蜜蜂的适应性特征，而且通过进一步改善它们的表现来推广使用本土种蜂，因此有利于当地遗传资源的可持续保护。所以，出于保护目的的育种项目还应考虑改良与经济利益有关的主要性状。

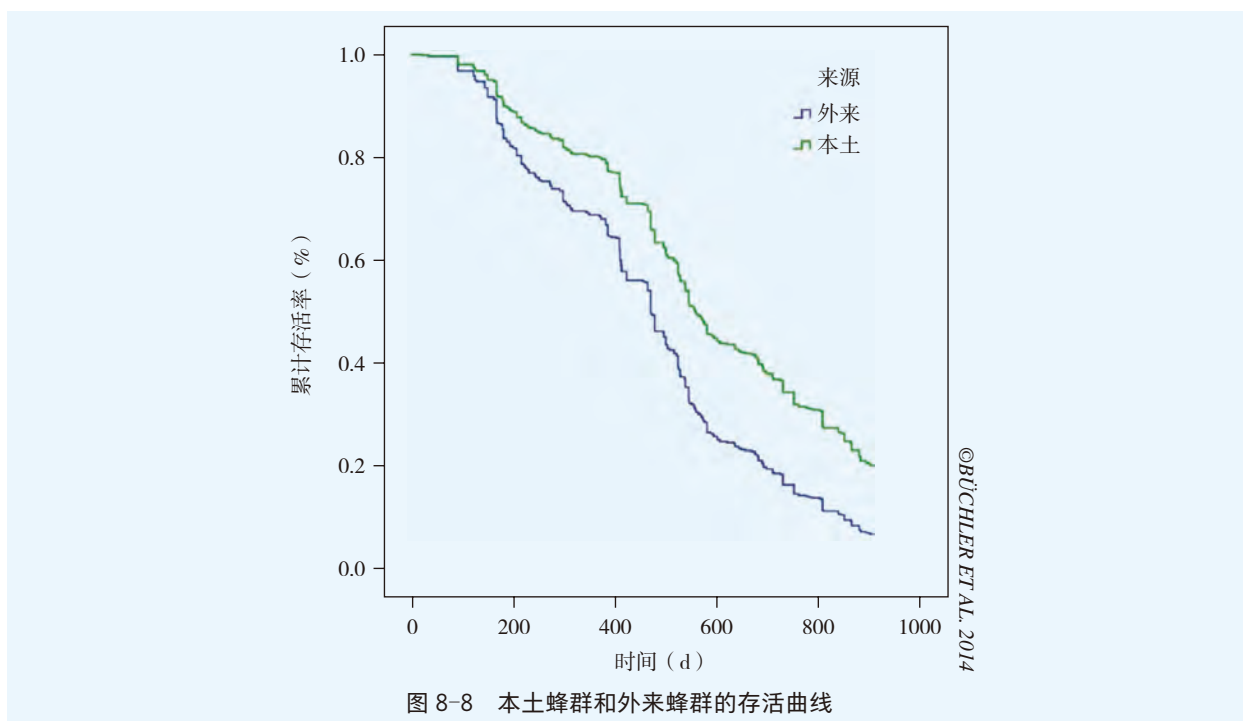
最后但同样重要的是，无论是哪一类育种项目，保证活力都是基本的选择标准。

在蜜蜂不是原生的地区，仍然建议从现有的蜂群中开始育种项目，因为它们可能已经产生了一些适应性特征。但必须维持遗传多样性水平，并控制近交程度。

育种和多样性

育种涉及不良等位基因的消减，会导致遗传多样性下降，在极端情况下，甚至导致选择方案采用的蜂群出现近交现象。由于互补性别决定机制的影响，蜜蜂对近亲交配十分敏感。可持续育种需要在选择强度和近交程度之间取得平衡。虽然高选择强度可以在短期内快速推动育种进程，但由于近亲交配，也会损害蜂群的长期潜力。遗传进展不应以过度近交为代价，而负责任的育种活动应控制近交程度，能够在较长的时间范围内取得可持续进展。这对较小的种群尤为重要，对这类种群来说，已有的育种群是唯一的现存种群，因此不存在可引入的外来种群。西西里蜂和马耳他蜜蜂便属于这类情况：这两个亚种是地中海岛屿西西里（意大利）和马耳他特有的蜜蜂，目前都有灭绝的风险。育种活动可以选择养蜂人更喜欢的蜜蜂性状，但也必须保护遗传多样性。

对于西西里蜂，一种方法是在不同的小岛上保存不同的品系，再在这些品系之间杂交繁殖。另一种方法是利用大量的蜂群繁殖蜂王和雄蜂，但必须接受这一选择的进展比较缓慢。





育种项目要素

图 8-9 显示了蜜蜂育种项目的结构。本节主要介绍各个要素。

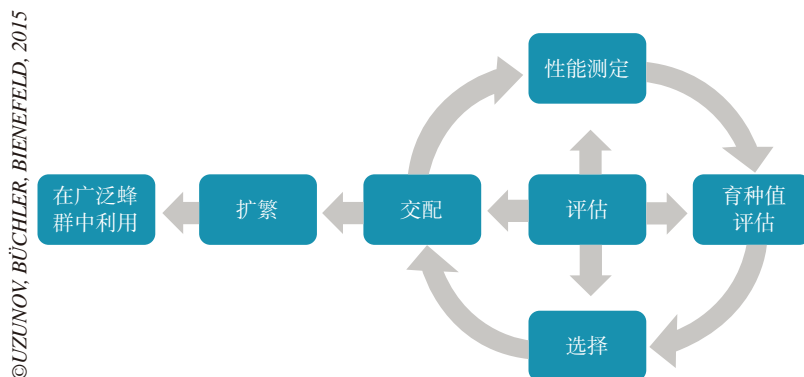


图 8-9 育种项目的结构和要素

育种目标

育种项目的第一步是确定育种目标。这个步骤很关键，需要结合长期愿景谨慎考虑。必须根据经济重要性、科学证据、实践经验、管理实践和养蜂活动安排决定要改良的性状以及它们的相对重要性。

务必牢记一点，遗传改良是逐渐实现的，需要几代人的共同努力。育种目标会在未来实现，应在长期内保持不变。

根据当前以及可预见未来的需求，各种性状都可能具有意义（见专栏 3）。优选的表型一般包括生产性状的表达，如蜂蜜和蜂王浆产量高，或对养蜂人比较友好（如攻击性较弱和分蜂倾向较小）。在一些地区，人们仍然非常重视蜜蜂的形态外观（如身体颜色），而近来比较受关注的一系列性状包括对瓦螨和其他病害的抗性。

有些性状之间是负相关的关系，一种性状变好可能导致另一种性状变差。例如，2014 年，Uzunov、Costa 等发现温顺性和卫生行为之间存在负相关关系。正相关的情况也可能发生，即一种性状的选择进展与另一种性状的改良相一致。例如，2019 年，Andonov 等发现温顺性和分蜂频率减少之间存在正相关关系。但这些相关性不能一概而论，会因蜂群 / 亚种的不同而不同。因此，为了确定育种蜂群中存在性状相关性，除了评估已选择的性状，一般来说还应评估几个生物上和经济上相关的性状。

性能测定

性能测定的准确性是该过程的重要组成部分。俗话说：“分析好坏取决于所依据的数据”，表型数据的质量决定了育种值估算结果的准确性和可靠性，进而决定育种方案的成败。应采取措施确保性能测定的质量，与其他家畜不同，蜜蜂的性能测定在蜂群层面上进行。

专栏 3 育种项目目标

德国的瓦螨抗性育种项目（抗性育种协会—AGT）是其中的一个例子，它的重点是抗螨性，但也考虑其他性状。在决定哪些性状应纳入考虑以实现育种目标时，主要根据特定育种者群体的利益做出决定。保护濒危蜂群等目标或特定研究目标也可作为育种方案的目标。

应制定性能测定指南，并对养蜂人进行培训，让他们可以将指南理论付诸实践。性能测定的测试流程（方案）必须在育种小组内实现标准化和统一化。因此，育种值的估算结果可以排除环境（也包括地点和养蜂管理）的影响。测试方案的实施可以让被测蜂群得到一个客观的评价。关于性能测定指南的例子，可参见 SmartBees 项目^①。

试验蜂场

试验蜂场应满足一般蜂场的基本要求：在整个活跃期有可靠的花蜜和花粉来源、有干净的水源、远离集约农业区、不使用杀虫剂、不存在其他应激源。尽量选择一个环境条件适合蜂群发展和繁殖的地点，与正常定地蜂场的常用选址方法同理。

同一个试验蜂场的蜂群应放在同一类蜂箱中，并尽可能以相同的方式处理。每个蜂群都是一个独一无二的群体，不建议蜂群之间交换巢脾/蜜蜂，这样会影响到测试的客观性。每个试验蜂场的蜂群数量不固定，但出于统计意义考虑，建议每个蜂场有 10 ~ 20 个蜂群。为了进行比较，每个蜂场的蜂王组应至少来自三个不同来源。同一蜂场中蜂箱的位置、朝向和颜色应是随机的。如果一个蜂场转地放蜂，必须一起迁移其中的所有蜂群。

做记录

以数字化标准方式准确记录观察结果是建立数据库的先决条件，其中的相关数据有助于得出可靠的育种值评估结果。由于野外工作的实际限制，观察结果通常记录在定制的纸张上，作为数据库的补充。但如今广泛使用数字化工具（特别是那些包含预定义控制仪器的工具）可能会提高准确性，减少工作量。

育种值评估和选择

育种值的评估在性能测定之后进行。个体的育种值指的是它在育种项目中的价值，主要根据该个体及其亲属的表现“减去”环境的影响进行评估。将性能测定结果、系谱数据和其他信息输入到一个特定公式中，通过这个公式可以算出每种性状的个体育种值。有些专门的应用程序可以处理数据，还可以管理性能测定结果和育种值评估结果。

BeeBreed 就是一个极好的例子，作为在线数据库，它可以储存性能测定数据，估算和公布育种值。^② BeeBreed 使用根据蜜蜂生物学特征改良的最佳线性无偏预测（BLUP）动物模型来评估个体的育种值，同时考虑单个蜂群的表现以及相同环境（试验养蜂场）中其他蜂群的表现，还考虑数据库中以任何方式与所述单个蜂群相关的所有其他蜂群的表现。将某个试验养蜂场的蜂群表现与其他试验养蜂场的蜂群表现进行比较，可以突出养蜂技术、天气、食物来源和其他因素造成的差异。Bienefeld（2007）、Büchler（2013）、Brascamp（2016）和 Tiesler（2016）就这一主题发表了相关的文章。此外，中国蜜蜂遗传改良计划新开发了一个育种值估算数据库，其中的数据涉及两个蜂种（西方蜜蜂和东方蜜蜂）。使用这些系统可以就选择哪些蜂王繁殖下一代做出明智决定。系统根据不同性状的得分对蜂王进行排名，或根据不同性状的分配权重算出个体的综合育种值。不管是用于繁殖下一代蜂王还是产雄蜂卵，育种值都对蜂王的选择具有重要意义。选择哪些蜂王繁殖下一代蜂王通常由育种者决定，而选择哪些蜂王繁殖产雄蜂卵的蜂王通常由区域协会决定。个体育种者可能考虑其他标准。一旦选出蜂王，便通过可控的交尾技术繁殖具有一系列理想遗传性状的后代。

^① 可访问：www.smartbees-fp7.eu/Extension/Performance/。

^② 可参见 www.beebreed.eu。



交配

交配控制技术是蜂群实现遗传改良的先决条件。蜜蜂有特定的繁殖行为，使得交配控制十分具有挑战性。因此，在蜜蜂的育种项目中，需特别注意交配控制。交配场和人工授精是控制蜂王交配的两种标准方法。

交尾场

交尾场指的是一个半径范围最好为 6 ~ 7 km 的区域，在该区域内的蜂群只具有被选择出用于交尾的基因型。在这个区域，放在交配箱（无雄蜂）内的处女蜂王与来自所谓雄蜂群的雄蜂交尾。交尾场可以通过两种常规方式进行隔离，即地理距离和屏障（水流或高山）以及人类活动（对交尾站进行监管保护，只允许育种蜂群存在）。

人工授精

人工授精指的是收集成熟雄蜂的精液，再用专门的仪器注入到处女蜂王体内。一方面，这种方法可以完全控制交尾过程，甚至可能实现自然界中无法发生的杂交。人工授精也可以使用冷冻保存的精液（Cobey 等人，2013）。另一方面，这种方法比较耗时，需要大量人力，操作人员需要经过大量培训才能确保成功授精。由于这些限制，人工授精的规模不容易扩大，但在该领域有悠久传统的一些中欧国家除外。

在更广泛的蜂群中繁殖和利用

最终，在育种蜂群中进行的遗传改良需要推广成为主流，为此，需要对选定的种蜂进行繁殖。育种项目的这个部分通常没有得到应有的重视，但这把遗传改良的价值推广到整个养蜂业至关重要。繁殖可以采取各种形式，包括幼虫、王台、蜂王（处女或已交尾）和雄蜂精液。最多产 / 最高效的形式是使用高效的区域交尾场，在那里，养蜂人可以让交尾箱（无雄蜂）内的处女蜂王与选定种蜂中的雄蜂交尾。

专栏 4 月光交尾场

月光交尾场，又称“霍纳系统”，是一种控制交尾的替代方法，它可以控制选定处女蜂王和雄蜂的飞行时间，是一种生殖隔离手段。为了控制交尾，通常在雄蜂入口处放置隔王板，然后控制处女蜂王交尾箱内的环境条件（光照和温度）。

育种项目的评估和实施

应时常评估育种项目，确保结果（选择效应）符合预期。应评估育种项目的所有要素，以确定潜在的改良领域，同时应反复评估战略目标和未来预期。还应根据育种项目的目标定期对种蜂（蜂王和 / 或雄蜂）进行遗传分析，以进行监测。

如第 10.1 节所述，育种项目涉及多个利益相关方，包括科学家、育种者、养蜂人和区域组织。这些相关方的合作和协调对育种项目的成功实施至关重要。应定期组织会议，协调活动，交流信息和想法，并讨论实施过程中可能遇到的阻碍。

育种项目的类别

育种项目分好多类，最常见的是商业性、保护性和研究性育种项目。商业性育种项目最为常见，一般目的是改良具有商业意义的性状，如蜂蜜产量和 / 或温顺性（图 8-10）。保护性育种项目用于增加



图 8-10 温顺的蜜蜂——普及养蜂业的先决条件

和稳定濒危蜂群的数量，以提高养蜂人对这些蜂种的接受度，最后达到保护的目。最后，研究性育种项目旨在回答具体的科学问题，如识别出会产生某些行为的基因。有时，这类项目具有双向性，因为通过使用不同极端表型（如高繁殖率和低繁殖率）可以对被研究的行为进行参数比较和相关性研究。通常情况下，研究性育种项目都是短期计划，由学术机构管理。

结论

政策制定者和项目规划者应谨记，一个成功的育种项目不会设置严格的时间限制，而且它的可持续性掌握在所有利益相关方手中，尤其依靠养蜂人和“蜜蜂管理人”的意愿来维持和改善当地的种蜂情况。

8.1.1 西方蜜蜂

良好养蜂实践

虽然养蜂技术可能随环境和生产条件的不同而大不相同，但有一些基本原理永远不会改变。本章的主要内容是西方蜜蜂的良好养蜂实践。而良好养蜂实践指的是养蜂人从人类、蜜蜂和环境的最佳健康利益出发在养蜂场生产中进行的综合活动。良好养蜂实践的实对蜂群健康和社会有积极影响，同时也有利于提高生产标准。良好养蜂实践还有助于养蜂人在养蜂场方面做出明智决策，引导他们采取最具可持续性和恢复力的策略。虽然每种特定的蜜蜂病虫害都需要特定的控制方法（第 8.1.1 节），但适当采用以下的一般建议有助于预防或至少减轻病虫害对蜂群的损害。

按照世界动物卫生组织（也称“国际兽疫局”）和粮农组织对良好农业实践的分类，良好养蜂实践可以分为以下几类：一般养蜂场管理、兽药、病害管理（一般）、卫生、蜜蜂喂食和供水、记录和培训。

每个小标题下都列出了良好实践的具体内容。



一般养蜂场管理

- 谨慎为养蜂场选址，避免选择多风、极度潮湿或易受水淹的地方。避免将养蜂场设在污染源（如垃圾场、农药或重金属污染区等）附近，如果条件允许，应将养蜂场设在车辆交通便利、有大量蜜源和粉源植物的地方。
- 将养蜂场设在进出方便的可靠区域，方便冬季检查。
- 在需要进行蜂箱维护（为了防止盗蜂，不保留有开口或已经破损的蜂箱）。
- 切勿将蜂箱直接放在地面上，而应放在支架上（图 8-11）。如果有被捕食的危险，应安全围护养蜂场并采取必要预防措施。
- 参观蜂群时应穿戴个人防护设备和安全鞋。
- 避免在养蜂场内独自工作，尽量不离开手机通信正常的区域。
- 注意养蜂场周围的建筑、房屋和学校等，确保安全距离。一般来说，养蜂场应与其他房屋或道路保持至少 5 ~ 10 m 的距离，但务必遵照国家或地方立法，以确保遵守法定距离要求。
- 评估养蜂场所在区域的产蜜和产粉能力以及水源供应情况：安装的蜂箱数量不应超过环境承受力，并选择蜜源和粉源多样的地点，确保蜜蜂在整个季节都有花蜜和花粉来源。
- 切勿将养蜂材料留在养蜂场内；保持养蜂场整洁，确保蜂箱入口处没有高草或灌木丛。定期在蜂箱前除草，这有助于发现蜜蜂异常死亡的情况。
- 区域内的蜂箱数量和蜜源 / 粉源植物数量之间应保持良好平衡。平衡情况可以根据蜂箱的生产力推定。
- 根据地区、季节和蜂群群势管理蜂箱（图 8-11）。



©DALL'OLIO R.

图 8-11 支架上的蜂箱

- 至少每 2 ~ 3 年换王一次，以保持蜂群群势。
- 通过人工分蜂、添加继箱、放入新巢基、移除入口减速器、选择分蜂倾向较小的蜂王等途径防止自然分蜂。
 - 使用隔王板，避免采蜜箱中出现子脾，以提高蜂蜜质量。
 - 在较温暖的季节扩大蜂箱入口。
 - 确保蜂群保持旺盛生命力，有大量健康工蜂、产卵能力良好的蜂王以及充足的蜂蜜和花粉储备。但这只有在花粉和花蜜供应持续充足的情况下才能实现。
 - 根据蜂王的出生年份标记蜂王（白色表示年份的最后一个数字是 1 或 6，黄色表示 2 或 7，红色表示 3 或 8，绿色表示 4 或 9）。
 - 蜂箱入口从清晨开始应全天都有太阳光照。这样蜜蜂能尽早活跃起来，即使是在低温天气。
 - 在巢框的顶杆上标记巢脾的“年龄”（如带巢础巢框的放置年份），方便跟踪巢脾，确保定期更换（大约三分之一的育虫箱巢脾需要一年一换）。
 - 查看蜂箱内是否有充足的储备（特别是在蜂群入冬前——见第 9 章）。
 - 在养蜂场检查时应准备好皮质类固醇或其他药物，以确保操作人员的健康（例如出现过敏症）。
 - 在确保最佳工作条件的情况下安装蜂箱：避开斜坡和不平整或湿滑的土壤，调节蜂箱支架高度，确保工作时背面情况无误；需提起蜂箱时（如采收继箱内的蜂蜜或移动蜂箱时），应限制蜂箱重量；必要时，应使用背面保护装置。
 - 保持工作区干净整洁。定期除草，以减少火灾和蛇虫等危险因素。
 - 避开有毒植物（如蓝蓟属、泽兰属和狗舌草）或致敏植物（如三裂叶豚草和艾蒿）大量生长的区域。
 - 谨慎考虑喷烟器的放置地点。确保周围有水源或灭火器，以应对可能发生的火灾。
 - 根据蜂群群势调整蜂箱和巢脾的数量。
 - 避免蜂群因杀虫剂中毒：经常调查蜜蜂觅食范围内的杀虫剂用量和种类。
 - 处理蜂箱时应格外小心。尽量减少养蜂人、外来人员和 / 或其他非养蜂人干扰蜂箱。

兽药

一般来说，良好养蜂实践可以减少药物的使用，是预防病害的最佳途径。

- 切勿使用非法药物和 / 或不明药物治疗蜜蜂。只使用已在所在国家注册的或合法进口的蜜蜂专用药和专用饲料。切勿违规治疗，确保所有治疗或程序都遵循说明书（剂量、用法、停药时间和安全说明等方面）。始终遵循供应商的指示，并在需要时使用保护装置（如手套、口罩或护目镜等）。
 - 应在需要时给予治疗，在选用药物防治病害时应格外谨慎，因为大部分药物都容易污染蜂箱设备和蜂蜜，容易滋生有抗药性的病原体，降低蜜蜂的健康水平。应优先选用对环境影响较小的药物。物理防治 / 生物防治可能是最好的第一和第二选择，必然也是最安全的方法，因为药物会污染蜂产品，还会导致人类健康风险。有机养蜂法需要借助对蜜蜂（能够有效防治蜜蜂病害）、蜂产品和人类健康（蜂产品不会有残留物）都有利的防治方法。在销售蜂产品之前，应进行适当检测，以验证是否有残留物。
 - 在专门的记录本上记录治疗方法。
 - 在使用施药设备（甲酸分液器、草酸升华器）时，确保其功能正常，校准妥当。以符合生物安全的方式处理用过的仪器和设备。



- 按规定条件储存兽药和饲料，并照例检查其有效期。

病害管理（一般）

• 向当地供应商购买新蜂群，必须经过彻底的蜂病检查，最好（如果没有强制要求）有健康证书；将新引进的蜂群与现有蜂群分开一段时间（至少 1 个月），以达到病害监测和预防传播的目的。

• 只保留养蜂场中健康的强群：平衡各蜂群群势，但应避免哺育蜂和幼虫比例失衡；最好以年轻工蜂或可以孵化蜜蜂的巢脾补充弱群群势。

• 定期仔细检查蜂箱，监测蜜蜂的健康状况：害虫综合治理可以防止不必要的治疗和抗药性的产生。

• 在出现应予通报的病害时，遵循兽医法规和主管部门的指示；履行限制动物移动有关的法律义务。

• 在添加继箱前，彻底检查蜂箱，以确认是否出现蜂病临床症状以及是否有蜂王。

• 在春季，以及养蜂季结束时，彻底检查蜂箱，以确认是否出现蜂病临床症状以及是否有蜂王。应隔离患上蜂病的蜂群，并采取行动，预防蜂病传播。如果出现传染病，在引入新蜂群之前，应清理所有养蜂材料（如蜂箱主体、蜂箱底板、喂食器、蜂箱工具），并进行彻底清洁。

• 及时核实任何病害症状，咨询兽医或专家或更有经验的养蜂人。

• 发现病蜂或死蜂时，如有需要，应收集样本进行检验（以确认疑似病害或确定蜂产品中是否有残留物）。

• 立即隔离有病害症状的蜂群并清理死蜂。焚烧掩埋死蜂；如果不允许用火，则在远离任何养蜂场的地方小心掩埋。

• 从已经死亡的或受影响的蜂群中取出并处理所有巢脾上的蜂蜡。如果是美洲幼虫腐臭病，最好烧掉巢脾。

• 记录蜂群的健康状况（日期、诊断结果、受影响蜂群的编号、治疗和结果、死亡情况）。

• 每年更换 30% 的巢脾。

• 选择表现最好的种蜂。尽量选择 and 培育耐病 / 抗病性更强的蜂群。选择抗病能力更强、更适应当地气候条件的蜂王。

• 将购买的蜂群或弱群养在检疫隔离点（距原养蜂场 1 ~ 3 km）。

• 避免不必要的检查，特别是在寒冷或下雨的时候。

• 移动巢脾和蜂箱时应格外小心。移动蜂箱转地养蜂必须只使用健康的蜂群，避免病害传播。同样，切勿将受影响的巢脾从一个蜂箱移到另一个蜂箱（以达到平衡数量等目的）或从一个养蜂场移到另一个养蜂场。如果不了解蜂群的健康状况，切勿将巢框、蜂群或任何生物材料从一个蜂箱移到另一个蜂箱。

• 如果为蜜蜂提供巢础，应向巢础供应商索要关于巢础成分和残留物的实验室分析结果。

• 在建立新的小蜂群时，只使用健康蜂群的蜜蜂和子脾。应仔细检查这些蜜蜂和子脾，确保它们没有任何病害（如幼虫腐臭病和白垩病）和虫害（如瓦螨和蜂箱小甲虫）症状。

• 必要时向专家（如兽医、技术人员或其他更有经验的养蜂人）寻求帮助——预防错误一般比挽回损失容易得多。

• 尽量合理排布蜂箱，让养蜂场的每只蜜蜂都能够轻松找到和返回各自的蜂箱。这有助于减少蜂群之间混入和病害传播的情况。防止其他蜂群混入的方式是：避免将过多蜂群放在同一排或避免养蜂

场过于拥挤，蜂箱之间的距离应大于1米（图8-12），并在蜂箱入口处涂上数字或识别标志。

- 暖季时扩大蜂箱入口，寒季时缩小蜂箱入口，从而减小热应力。
- 在一天当中比较凉爽的时段搬运/移动蜜蜂，蜂箱应有足够的开口通风，避免蜜蜂中暑而死。
- 切勿在养蜂场附近处理巢脾、蜂蜡、蜂胶或其他蜂产品，以防止盗蜂和持久性病原体（如幼虫芽孢杆菌、蜂箱小甲虫、蜡螟）在蜂群之间或附近养蜂场传播的可能性。清洁蜂箱工具、手套和其他设备（如刷子、叉子和撬杠）。只在养蜂场检查结束时检查染病蜂群，防止传染其他健康蜂群。此外，检查完染病蜂群后，应（用漂白剂或其他消毒剂）对用过的工具进行消毒，如果条件允许，应使用橡胶手套等一次性用具。
 - 如果发生传染病（如美洲幼虫腐臭病），应在必要时焚烧染病蜂群（图8-13）。
 - 切勿给蜜蜂喂食来源可疑的蜂蜜。
 - 如果一个蜂群因不明原因死亡，应关闭相应蜂箱，等待对巢脾或蜜蜂的检查。避免蜂箱内的剩余储备被抢夺。
 - 定期检查子脾，确定是否出现病害症状，特别是在活跃期时，从而确认蜂箱内是否有蜂王以及蜂群群势、健康状况和产蜜能力是否正常。
 - 持续监测蜂箱，防止出现可能严重削减蜂群群势的病害、寄生虫和捕食者，如出现此类情况，应快速采取适当的控制措施。

卫生

- 保持养蜂场干净整洁。所有蜂箱部件和养蜂设备应始终保持整洁和良好的工作状态。定期清洁设备，通过高压灭菌或伽马辐照进行消毒，并在可能的情况下通过火熏、氢氧化钠和/或次氯酸盐进行消毒。
 - 对来源可疑的老旧蜂箱部件以及用过的蜂箱设备进行消毒。



图8-12 距离适当、防止病害传播的蜂箱



图8-13 焚烧染病蜂群



- 控制蜂病情况不明的蜂群，将它们养在检疫隔离点（距原养蜂场至少 3 km 且远离其他养蜂场），确保无病才转入养蜂场。
- 如果出现传染病，应用高温（90℃）高压水对蜂箱和蜂箱工具进行消毒。
- 遵守卫生规定（如定期清洗防护服和手套）。
- 在处理死蜂（包括相关巢脾、食物储备、蜂箱等）时应保持良好卫生习惯。
- 在检查患上传染病的蜂群后，对撬杠和其他可能被污染的设备（如手套）进行消毒。
- 记录所有消毒剂和消耗品的来源和使用情况，保存设备和采蜜房的所有清洁消毒记录（包括每种用过的清洁剂或消毒剂的数据表）以及显示相关程序已有效执行的所有记录（任务表和操作效果自检表）。
- 切勿将装有蜂蜜的继箱直接放在地上，避免继箱从养蜂场运送到采蜜房的过程中接触粉尘，进而避免蜂蜜接触肉毒杆菌。
- 确保自身充分了解蜂蜜生产的卫生要求，包括蜂蜜提取和处理的卫生要求。

蜜蜂喂食和供水

- 只有在确定或能够证明蜂蜜和花粉没有病原体（美洲幼虫腐臭病、白垩病、孢子虫病、欧洲幼虫腐臭病等）的情况下才能给蜜蜂喂食。
- 确保蜜蜂能够获得安全活水。
- 切勿在野外露天的地方喂食蜜蜂，防止抢夺行为和病害传播。应将糖浆或糖块直接放在蜂箱内或放在设计合理的喂食器内。
- 如果需要，应在运送过程中提供足够的水。
- 为大 / 小蜂群提供足够的食物，特别是在冬季或遇到连续降雨时，以减少营养压力，并在必要时喂食蜂蜜和花粉。确认蜜蜂在冬季期间是否有充足的储备（主要指蜂蜜）。

记录和培训

- 提高附近居民、农户和其他人对蜜蜂授粉益处的认识，促进更友好的农业实践，进而更有利于蜜蜂觅食，同时降低对蜜蜂的毒性。这是一种非常有效的预防方法，可以提高生产力。
 - 不断了解掌握新知识，例如参加以下方面的培训：
 - 蜜蜂生物学和管理；
 - 良好养蜂实践；
 - 主要蜂病和相应症状，方便识别和防控；
 - 卫生措施（例如：记录消毒程序）；
 - 保留资质和培训证明文件，包括养蜂人项目文件；
 - 加入当地蜜蜂俱乐部或州协会，及时获取最新资讯和有关新培训机会的最新消息。
- 某些养蜂实践具有季节性，与养蜂日程表的特定阶段有关。

春季养蜂（添加继箱前）

在这个阶段，养蜂人应查看每个蜂箱，确认是否有蜂王并监测是否出现病害（特别是美洲幼虫腐臭病、欧洲幼虫腐臭病和孢子虫病）。这是一年中更换巢框（刚好同时期蜜蜂通常会分泌蜂蜡）和采取分蜂预防措施的最佳时机。随着蜂群群势扩大，储备消耗量也会增加，因此需确保留下足够的储备量，

并在需要时进行补充，防止蜂群陷入饥饿状态，特别是在连续几个雨天之后。养蜂人应在每次查看养蜂场时监测病虫害情况（许多养蜂人也确实有落实）。必要时，应对蜂群进行瓦螨治疗。养蜂人可以从自然蜂群中选择种蜂和繁殖蜂群、饲喂蜂王，也可以购买这类蜜蜂。在购买或从环境中捕捉蜜蜂之前，养蜂人必须谨慎选择供应商，确保蜂群健康。实施检疫措施，必要时对蜜蜂进行瓦螨治疗。

春季养蜂（添加继箱期间）

当蜂群大到足以填满装蜂蜜的继箱时（通常在春季/夏季），养蜂人可以在蜂箱上添加继箱采收蜂蜜。在蜜蜂产蜜的过程中，养蜂人应监测它们的表现，并在原继箱装满蜂蜜时添加空继箱；如果蜂箱产蜜量较少，继箱为空箱或装蜜量较少，应检查这类蜂箱的状况（例如：是否有蜂王）。一旦巢脾装满成熟的蜂蜜，养蜂人应移除继箱。这一阶段的最终产出便是采收的蜂蜜。在这个阶段，必须使用隔王板，避免装蜂蜜的继箱出现问题（蜡螟）。

必须减少化学品和防腐剂的使用以及储存期间的成本，并提高蜂蜜的质量。最后，必须在蜂蜜流出现后评估分蜂倾向。

夏季养蜂（移除继箱后）

在这个阶段，蜂群通常处于最大群势状态，但同时，瓦螨的侵扰十分严重，蜂群可能因此死亡。必须通过适当的治疗使蜂群避免这类虫害。在这个季节，可以采取的良好养蜂实践包括：

- 移除继箱时查看食物储备情况，如果育虫箱内没有储备，则进行喂食。
- 虫害监测（成蜂/幼虫）。
- 治疗（感染量超过阈值时）。
- 必要时，在治疗后换蜂王。
- 通过喂食帮助蜂群从治疗压力中恢复健康（如适用）。

秋季养蜂

在这个阶段，建议检查蜂箱，确保有蜂王，无病害（如瓦螨病）和病毒迹象（如感染残翅病毒的蜜蜂较小、呈黑色），且育虫箱内的蜂蜜和花粉储备量足以越冬。如果储备不足，养蜂人必须提供补充饲料。秋季的瓦螨治疗至关重要——在秋季，治疗产生的危害较小，因为蜂箱内几乎没有蜜蜂幼虫，可以最大限度地实施瓦螨治疗。

冬季养蜂

在冬季，特别是环境温度较低时，蜜蜂会在蜂箱内紧紧围成一个球状，这种现象称为“集聚”，它们通过食用蜂蜜产生热量，维持蜂群温度。由于这一阶段的蜜蜂暂停活动，因此最好限制（或尽量避免）检查，以避免冷应激和冬季蜂群可能遭遇的损害。在极寒多雨季节，建议定期向弱群喂食硬糖。

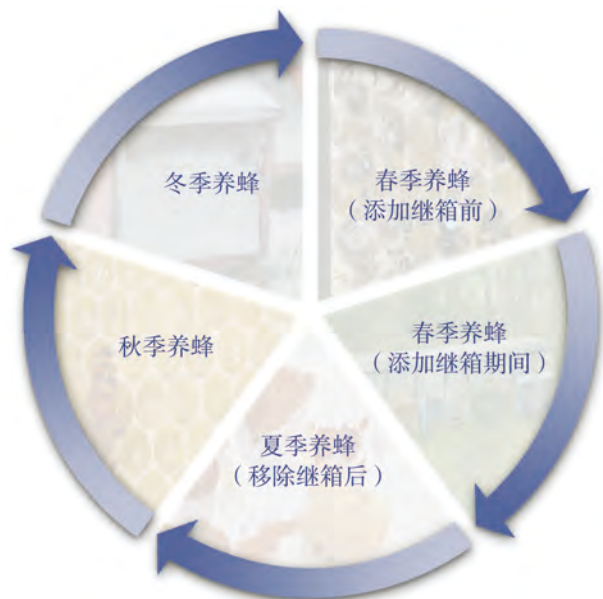


图 8-14 季节性养蜂实践

©PIETROPAOLI M., DE LORENZO F., FORMATO G.



在冬季来临前，必须检查养蜂设备，并采取具体预防措施，例如：减小蜂箱的空隙和入口大小；进行蜂箱维护（必要时，更换部件、涂漆或检查蜂箱完整性）；检查蜂箱内巢框（带有食物储备）的外部位置；减少蜂箱内的巢框储量；放入隔板，使蜂巢变小；或将蜂群移到较小的蜂箱内。在一些地区，建议养蜂人用黑色柏油纸裹住蜂箱。

西方蜜蜂养蜂业的改善 / 支持策略

养蜂和养蜂业需要专门有针对性的支持措施。

这些措施应侧重于：①让养蜂人多参与农业探讨（从而在不同活动中找到一种可持续的平衡）；②提升养蜂人的知识技能水平，使他们能够采取良好养蜂实践，提高抵御冲击的能力。

越来越多的证据表明，可持续商业的成功与良好养蜂实践的应用密切相关，特别是养蜂教育和病害控制水平。

- 养蜂不仅仅是采收蜂蜜。为了改善 / 支持养蜂业，建议采取以下行动：
- 支持中小企业的发展以及设备创新和现代化。
- 支持可持续养蜂的持续培训。
- 促进对本土蜂种的利用。
- 实施市场 / 管制措施，推行蜂产品高标准。
- 促进养蜂人协会发展。
- 支持其他部门共同参与，使生产者能够在不同层面上与利益相关者、机构和专业人士沟通。
- 向养蜂人提供集中管理的数据（如养蜂场密度、农业用地、开花期等），帮助他们作出明智决定。

西方蜜蜂病虫害和寄生虫

有价值的重要蜜蜂活动取决于养蜂人能否维持健康的蜂群。许多国家都在努力提高蜂蜜生产的质量，而病虫害是其中最大的阻碍。许多地区正在研究开发病虫害的防控手段，但亚洲和非洲的养蜂业相对缺少经验，对蜂病的研究也很少，特别是非洲。影响全球蜜蜂健康水平的大多数病原体、寄生虫、害虫和捕食性天敌都能在非洲发现，对蜂群有潜在影响。大多数蜂种的分布在东南亚有重叠区，亚洲蜜蜂是几种寄生螨的原宿主。亚洲地区内各种蜜蜂和相应寄生螨之间的共存关系会促进寄生虫在这些蜂群间传播，也容易导致多种螨类同时侵扰蜂群或蜜蜂个体。在亚洲的许多地方，养殖西方蜜蜂的成败主要取决于养蜂人能否采取可持续措施控制病虫害。引入西方蜜蜂的大陆已有几个本土的蜜蜂属蜂种，这种情况仅此一例；因此，除了本身的自然天敌外，这蜂种的蜂群还会受到本土蜂自然天敌的侵扰和攻击。最常侵扰和攻击它们的也许是蜂螨、胡蜂和微生物病害，而蜡螟也会对它们构成威胁（图 8-13），这一点和鸟类、哺乳动物一样。在南美洲，评估蜜蜂健康是一项艰难的工作，因为南美洲地域广阔，高度多样化，气候和海拔差异巨大，养蜂人类型不一（可能是专业养蜂人或业余爱好者，拥有的蜂群数量 15 ~ 15 000 个不等）。

此外，南美国家公开的蜜蜂健康信息也有限。

幼虫病害

幼虫阶段的蜜蜂可能感染细菌性、病毒性或真菌性疾病。健康良好的蜂王在干净的巢房中产卵。产卵模式值得观察：通常是同心圆的形式。第一批蜂卵位于巢脾中心，其余的逐渐以外环形式扩展到巢脾边缘。蛹盖也遵循同样的模式，从中心扩展到边缘。巢房中幼虫的规则形状也值得注意。良好子

图 8-15 被蜡螟严重损坏的巢脾



©ALESSANDRO DALLA POZZA

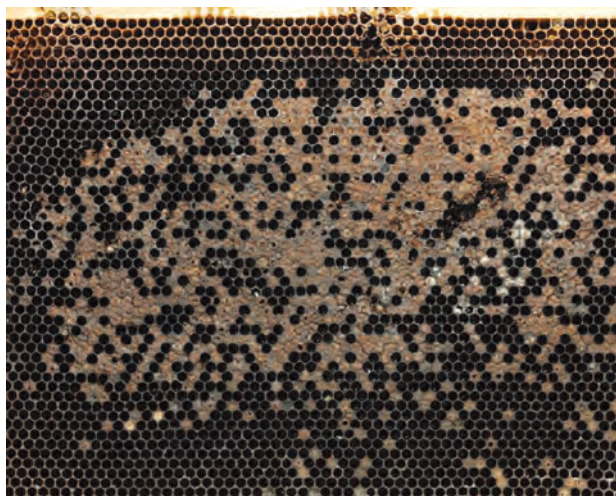
脾的巢房通常在封盖前的第5天或第6天就会被紧密地填满。子脾不规则可能是幼虫病害的信号。关于幼虫，健康的幼虫会在巢房中像逗号一样卷曲，看起来偏肉质，呈白色光泽。它不会在巢房中移动。最后，蜂蛹应保持封盖状态，封盖不应穿孔或凹陷。

美洲幼虫腐臭病

美洲幼虫腐臭病是一种影响蜜蜂幼虫的病害，会对蜂群群势造成严重损失。它不仅彻底摧毁一个蜂群，还可以消灭一个养蜂场中的所有蜂群，并且很容易在养蜂场之间迅速传播。它不具有季节性，全年都可能发生。这种病害是一种可以形成强抗性孢子的细菌——幼虫芽孢杆菌引起的。如果在很早阶段（1—2日龄）摄入幼虫芽孢杆菌，蜜蜂幼虫就会被感染。受感染的幼虫最终会死亡，如果

在封盖前没有被工蜂清除，这些幼虫就会在封盖后（即预蛹期）被幼虫芽孢杆菌分解成褐色半流质的胶状物（图8-16）。这种胶状物最终会干透，变成粘在巢房下壁表面的硬鳞，很难去除（图8-17）。这种鳞片具有高度传染性，因为包含数百万可以休眠几十年的孢子。

通常凸起的巢房盖会凹陷，变潮变黑，之后穿孔。巢房盖穿孔是工蜂试图揭盖清除腐烂幼虫遗体的结果。由于死幼虫的存在，染病蜂群的子脾会在外观上变得参差不齐。而腐烂幼虫也会散发一种难闻的气味。将一根火柴杆插入腐烂蛹所在的巢房，可以带出一条几厘米长的黏稠丝线（图8-18）。



©ALESSANDRO DALLA POZZA

图 8-16 美洲幼虫腐臭病：未破蛹的幼虫呈不规则状，封盖颜色深，有穿孔



©ALESSANDRO DALLA POZZA

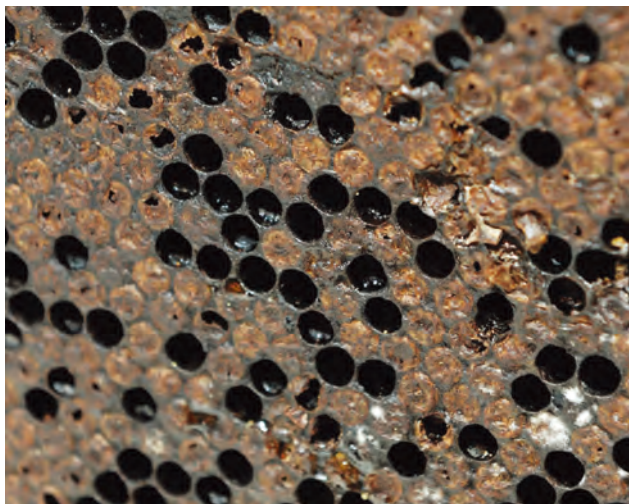
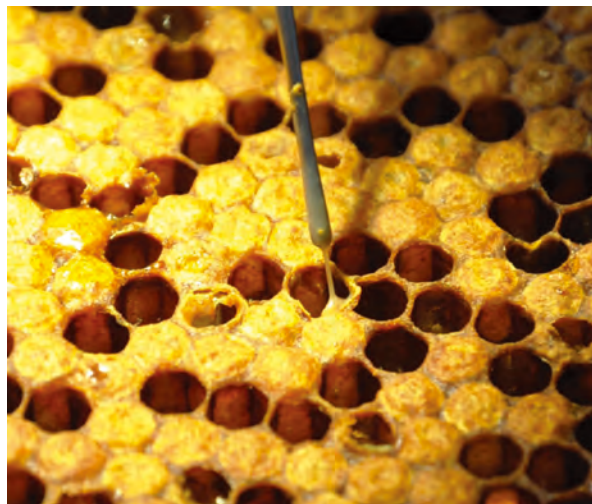


图 8-17 美洲幼虫腐臭病：染病幼虫变成粘在巢房下壁表面的黑色鳞片



©MARC SCHÄPE

图 8-18 美洲幼虫腐臭病：绳状幼虫

如果蜂群疑似感染美洲幼虫腐臭病，养蜂人应联系当地养蜂业责任部门。如果无法取得联系，养蜂人应杀死蜜蜂，烧毁蜂箱和所有内容物（包括蜜蜂、巢脾、顶杆和巢框），将灰烬深埋土中。不建议使用磺胺噻唑和土霉素等抗生素作为预防或治疗措施，因为它们对孢子不起作用，而且可能污染蜂蜜。

欧洲幼虫腐臭病

蜂房蜜蜂球菌是主要致病因子，但也存在其他细菌，因此病症很复杂。初龄幼虫通过摄入含有细菌的食物而被感染，这些细菌会在它们的肠道中繁殖；幼虫在封盖前死亡，而对于含有死幼虫的巢房，工蜂可能不封盖。有时，染病幼虫不在封盖前死亡，这可能导致封盖凹陷和穿孔。

在死亡前不久，感染欧洲幼虫腐臭病的幼虫会在巢房内移动。死幼虫会以不自然的卷曲形态堵住巢房口，有时缠绕在内壁上或从底部纵向拉伸到巢房口。死幼虫的外观呈粥状，似乎已经腐烂。先前丰满、肉感的外观消失不见，逐渐从微黄转褐色，最后干成褐色鳞片。有时可以看到染病幼虫躺在凹陷的封盖巢房中。有规则的产卵形态消失了，不同龄的死幼虫分散在整个巢脾上。幼虫的腐臭味因死幼虫体内继发性细菌种类的不同而不同。

这种病害具有季节性，通常发生在季节性降雨期间和之后的一段时间，然后逐渐消退，直到 10 月蜂群群势再次增加。染病蜂群的蜂蜜产量会下降。鉴于这种病害具有条件性，不建议使用抑菌和杀菌药物进行控制，因为这类药物可能污染蜂蜜。在病害消退后，建议立即换蜂王。

白垩病和蜜蜂黄曲霉病

这种由蜂球囊菌引起的真菌性病害会给潮湿地区的蜂群带来严重问题。真菌孢子混在幼虫食物中被蜜蜂幼虫摄取。孢子在肠道中萌芽，真菌的生长导致蛹前阶段的幼虫死亡，变成感染白垩病的死虫（图 8-19）。对于西方蜜蜂，白垩病会降低蜂群生产力，但很少导致蜂群死亡。同样，它在亚洲和非洲也不被认为是一种严重病害，尽管比曲霉属真菌引起的蜜蜂黄曲霉病更普遍。曲霉菌会攻击幼虫，让幼虫变成类似石头的硬物质，躺在没有封盖的巢房中。成蜂也可能染病死亡。

病毒

蜜蜂病毒在全世界几乎无处不在，至今已分离出 23 种以上的病毒。常见的七种包括：黑蜂王台病

毒、残翅病毒、克什米尔蜜蜂病毒、囊状幼虫病毒、急性蜜蜂麻痹病毒、慢性蜜蜂麻痹病毒和以色列急性麻痹病毒。按照基因组结构，囊状幼虫病毒和残翅病毒属于丝状病毒科，而黑蜂王台病毒、急性蜜蜂麻痹病毒、克什米尔蜜蜂病毒和以色列急性麻痹病毒属于二顺反子病毒科。它们可以单独危害蜜蜂，也可以与瓦螨病（如残翅病毒）或孢子虫病（如黑蜂王台病毒）共同作用。蜜蜂病毒尚未被列入世界动物卫生组织的蜜蜂病害名单中。

寄生螨

具有重要经济影响的蜜蜂寄生螨有两种：狄斯瓦螨（俗称“大蜂螨”）和热厉螨属（图8-20）。在热厉螨属中，只有亮热厉螨（俗称“小蜂螨”）和梅氏热厉螨会危害西方蜜蜂。除南极洲和澳大利亚外，瓦螨在所有大陆都有发现，而热厉螨只在亚洲热带和亚热带地区原生宿主大蜜蜂的分布范围内或附近有发现。但凡是有西方蜜蜂存在的地方，螨虫的侵扰都是无法避免的。

螨虫的寄生方式大致相似。交尾过的成年雌螨在封盖前进入蜜蜂幼虫巢房，然后大量产卵快速孵化。发育中的螨虫用它们的取食结构刺穿发育中幼虫的表皮，以幼虫血淋巴为食，而瓦螨则是以脂肪体组织为食。螨虫的发育周期与宿主蜜蜂巢房的封盖时间相一致，热厉螨会比瓦螨产生更多后代。当宿主从巢房中羽化时，螨虫也会冒出，然后寻找其他蜜蜂幼虫巢房。一些交尾过的成年雌螨会附着在工蜂或雄蜂身上（“携播”阶段或近来更准确地称为“扩散”阶段）。除了资源抢夺、商业养蜂活动和转地养蜂外，这种携播方式也会使螨虫在蜂群之间传播。

瓦螨可以以成蜂为食，但热厉螨只能以幼虫为食，而且在没有食物的情况下只能存活七至九天，这可能是它向世界其他地区传播有限的原因。热厉螨在某种程度上没有瓦螨复杂，但并不表示它不是一种危害性大的寄生虫。

封盖和未封盖幼虫巢房的分散布局常被视为蜂王产卵能力不足的迹象，但往往也是螨虫侵扰的迹象。成蜂翅膀变形和/或腹部变短通常是晚期严重虫害的第一个明显迹象。

通过随机打开幼虫巢房（特别是雄蜂巢房）直接取样是检测螨虫最可靠但也最耗时的办法。幼虫/蜂蛹的蜂龄越大，取样过程越容易。用小镊子从巢房中取出幼虫，检查巢房中是否有螨虫。如果需要评估螨虫的侵扰程度，必须打开100~200个巢房。为了检查成蜂，需从子脾中抓取蜜蜂装到瓶子里，再倒入肥皂水或酒精。由于热厉螨很少出现在成蜂身上，这个方法只适用于瓦螨。摇晃罐子，蜜蜂死后，螨虫会漂浮在液体表面。另外，也可以把300只蜜蜂放在一个瓶子里，再撒上糖粉，用过滤网



图8-19 白垩病：
染病幼虫

©ALESSANDRO DALLA POZZA



替换瓶盖后清除瓦螨并统计数量。然后将这些蜜蜂送回蜂群中。另一种方法是在蜂箱的底板上放置一个与底板大小相同的白色或浅色托盘（称为“插入板”），托盘底板上方约 1 厘米处固定一张网眼小于 2 毫米的筛网。1 ~ 3 天后检查托盘上是否有死螨（图 8-21）。筛网可以防止蜜蜂将死螨携带出托盘。

瓦螨防治是全世界养蜂人面临的重大难题之一。这种螨虫是一种非常顽强的寄生虫，它的生命周期与宿主的生命周期几乎同步。目前主要采用的两种防治方法是药物防治法和蜂箱控制法（有时也称为“生物防治法”）。最常用的螨虫防治药物包括有机酸、香精油、合成除虫菊酯、有机磷酸酯和双甲脒。螨虫防治目前没有最佳方法。许多养蜂人采用药物防治法，尽管这种方法可能污染蜂蜜和其他蜂产品，而且可能使螨虫产生抗药性。

技术性生物措施（如清除雄蜂幼虫、笼捉蜂王然后进行草酸处理）和药物防治相结合是效果较好的折衷办法。大部分防治方法都是针对西方蜜蜂。为了防止东方蜜蜂出现瓦螨病，需要不定期清除东蜂雄子脾，让蜂群维持良好状态。某些药物（如甲酸和香精油）不仅可以防治瓦螨和热厉螨，还可以防治武氏蜂盾螨（又称“气管螨”）。

在亚洲热带地区，亮热厉螨和梅氏热厉螨往往比狄斯瓦螨更具危害性，而不想使用杀螨剂的养蜂人一般通过生物防治法管理幼虫。由于热厉螨成虫在没有蜜蜂幼虫的情况下只能存活 7 ~ 9 天，所以如果幼虫断供好几天，大部分热厉螨就会饿死。养蜂人可以将蜂王局限在一个较小的产卵区内，再把子脾移动空蜂箱内或通过这种方法建立新蜂群。一些养蜂人将这种方法与药物防治相结合。



©MARC SCHÄFER

图 8-20 瓦螨（下）和热厉螨（上）



©ALESSANDRO DALIA POZZA

图 8-21 蜂箱底板插入板上的瓦螨

成蜂病害

孢子虫病（蜜蜂微孢子虫和东方蜜蜂微孢子虫）

让蜜蜂感染孢子虫病的寄生虫有两种，而且两种都很普遍。关于蜜蜂微孢子虫（*Nosema apis*）的描述最早是在 20 世纪初，被认为最初寄生于西方蜜蜂。而东方蜜蜂微孢子虫（*Nosema cerana*）似乎起源于亚洲，20 世纪 90 年代末首次在中国的东方蜜蜂身上发现。相关研究只在这两种蜜蜂中发现了微孢子虫。相比之下，东方蜜蜂微孢子虫的寄生宿主更多，如西方蜜蜂、东方蜜蜂、小蜜蜂、大蜜蜂

和沙巴蜂。此外，对于分别从西方蜜蜂和东方蜜蜂身上分离的东方蜜蜂微孢子虫，前者具有更高的感染性。

孢子进入成蜂的中肠，在中肠腔内生长，然后穿透中肠的内壁细胞，开始活跃的繁殖生命周期。进入细胞后，微孢子虫与宿主蜜蜂争夺食物供应，直到几天后停止繁殖，形成大量孢子。然后细胞破裂，孢子进入蜜蜂的消化系统，最后随蜜蜂的粪便排出。之后其他蜜蜂又会发现并吞食这些孢子。

只要孢子还在蜂箱的子脾中，就能存活几个月。但东方蜜蜂微孢子虫很容易被低温灭活。

染病蜜蜂无法利用自身的蛋白质储备，导致分泌的蜂王浆或幼虫食物极少。因此，只有一小部分幼虫可以得到哺育。这种病害会导致幼蜂早熟，一般更早开始觅食，寿命也会大大缩短。染病蜜蜂会变得没有生气，可能开始腹泻弄脏蜂箱，之后只能爬行，最终完全倒下。染病蜂王的卵巢会很快衰退，导致产卵量减少，最终完全停止产卵。蜂王本身的寿命也会缩短，可能导致蜂群没有蜂王或老蜂王被新蜂王替代。

微孢子虫的区分可以通过显微镜检测孢子，同时利用分子生物学技术。蜜蜂微孢子虫感染主要在寒冷气候下发生，染病蜜蜂的主要特征腹部肿胀和腹泻。东方蜜蜂微孢子虫感染的发生时间从春季持续到夏末，目前没有真正相关的临床症状。最明显的迹象是蜂群逐渐衰减，这是因为条件有利时未能扩大群势，蜂箱内只剩下未消耗的食物储备、未哺育的幼虫和一小撮蜜蜂。

在有非洲化蜜蜂的南美地区，没有案例表明东方蜜蜂微孢子虫曾经对蜂群造成过伤害。但人们对于这两种微孢子虫在非洲发生和传播的情况了解有限，而且当地部门也很少报告它们对非洲蜜蜂亚种的负面影响。

孢子虫病的最佳防治方法是换巢脾和换蜂王。也可以对染病蜂群使用烟曲霉素，这种抗生素在某些国家仍有售卖（1:1糖溶液中每4升用100毫克），对两种微孢子虫都有不同程度的效果。抗生素对孢子不起作用，必须谨慎使用，以免污染蜂蜜和其他蜂产品。

蜜蜂盾螨病（气管螨感染）

武氏蜂盾螨是一种极小的螨虫（图8-22），会进入蜜蜂的呼吸器官（气管系统）（图8-23），并在气管系统内繁殖，干扰蜜蜂呼吸。这种螨虫还从宿主的血淋巴中获取营养物质。

当蜜蜂的飞行能力大大受损后，便开始爬行，最终死亡。这种病害可能不会在一年内杀死整个蜂群，可以持续数年，造成的损害很小。但如果与其他病害和/或蜜蜂脆弱季一起作用，蜂群的群势会



图8-22 武氏蜂盾螨成虫



图8-23 蜜蜂盾螨病：专为显微镜检查制备的气管系统

©MARC SCHÄFER.

©ALESSANDRO DALLA POZZA



小到全体灭亡。抢夺资源或混入蜂群的蜜蜂可以感染其他蜂群。事实上，这种螨虫曾出现在世界上的所有养蜂国家，但在防治瓦螨的地区，武氏蜂盾螨几乎已经消失。

蜂箱小甲虫

蜂箱小甲虫最初只在撒哈拉以南非洲地区发现。1996年，它首次出现在非洲以外的美国南部，并继续蔓延，变成一个世界性的养蜂问题。

在非洲，只有弱群或贮蜜脾会受到影响。但在非洲以外，普通群势的蜂群也会受到影响，主要原因似乎在于西方蜜蜂的不同防御行为。这种甲虫也会侵入蜂蜜提取室和储存室，可能在这些地方大量繁殖。

蜂箱小甲虫可以在蜂群内外存活和繁殖。它们在蜜蜂无法触及的蜂箱缝隙和凹槽中（蜂群内）产卵。幼虫喜欢以花粉和巢脾为食。成虫离开蜂箱，在土壤中化蛹。从卵到成年甲虫的发育期至少需要四到五周。这种甲虫及其幼虫可以在养蜂场内外侵扰蜜蜂幼虫和巢脾（图 8-24），它们在巢脾上形成食道并破坏巢房封盖。由于幼虫粪便导致的发酵作用，蜂蜜的颜色和味道发生变化，巢脾呈现黏稠状。

成年甲虫的外观呈深棕至黑色，长宽分别约为 5 mm 和 3 mm（图 8-25）。蜂箱小甲虫可能出现在整个蜂箱中，尽管它们的幼虫主要分布在巢脾上。幼虫可以长到大约 11 毫米长，进入游走阶段后，它们会离开蜂箱，在土壤中化蛹。它们有三对足，无伪足，背部有双排体刺，不会结茧（图 8-26），因此很容易与蜡螟区分。轻微的虫害很难被发现，因为这种甲虫会立即隐身在黑暗中。诊断蜂箱小甲虫的方法是仔细检查蜂箱，经过化学处理后，可以在底部插入板上看到死甲虫。

防治蜂箱小甲虫的最佳途径是维持蜂群群势，移除养蜂场内的弱群。蜂蜜应在采收继箱内蜂蜜后的 1~2 天内提取，也可以储存在低于 10℃ 的条件下或相对湿度低于 50% 的环境中。

此外，机械诱捕器可以帮助防控蜂箱小甲虫。一些国家（如澳大利亚和美国）有售卖成分中分别含有蝇毒磷和氟虫腈的专门药物和杀虫剂。

胡蜂

在亚洲许多地方以及世界上其他地区引入黄脚胡蜂等外来入侵物种后，胡蜂（胡蜂属）便成了严重的蜜蜂虫害，可能严重削减蜂群群势。捣毁蜂巢是防治胡蜂的最佳途径，但由于胡蜂飞行距离长，



图 8-24 巢脾上的蜂箱小甲虫幼虫



©MARC SCHÄFER

图 8-25 蜂箱小甲虫成虫



©MARC SCHÄFER

图 8-26 蜂箱小甲虫幼虫

通常很难找到它们的蜂巢。缩小蜂箱入口并努力捕捉在附近觅食的胡蜂通常可以防止严重的破坏。此外，可以用有毒的诱饵来毒害胡蜂群体。

防治主要西方蜜蜂病害的养蜂生物安全措施

对于蜜蜂之间、蜂群之间以及养蜂场之间的蜜蜂病害传播，养蜂人和蜜蜂是主要的传播媒介。为了清除死幼虫、孢子和干鳞片，工蜂有时会在处理前沿着巢脾拖动它们。雄蜂和工蜂误入其他蜂群也会传播病害。被孢子和寄生虫污染的蜂蜜可能会被喂给健康蜂群，或养蜂人丢弃的被污染巢脾和蜂产品可能会被蜜蜂抢夺。

如果养蜂人不能百分之百确定两个蜂群都是健康的，就不应互换两个蜂群的巢脾。同样，蜜蜂和巢脾有时会在养蜂场之间转移，这也会传播病害。

蜜蜂病害是直接或间接影响养蜂业发展、可持续性和盈利性的主要因素。良好养蜂实践是养蜂生物安全措施的基础。养蜂生物安全措施指的是养蜂人为防控蜜蜂病害传播而应采取的所有措施。只有养蜂人系统地实施良好养蜂实践，才能有效地采用养蜂生物安全措施。无论何种动物，生物安全都是所有病害防治计划的关键。如果生物安全措施得到有效落实，便可以尽量减少养蜂场采取的防治措施。

以下列出了4种最普遍蜜蜂病害的养蜂生物安全措施：瓦螨病、美洲幼虫腐臭病、欧洲幼虫腐臭病和孢子虫病。

防治瓦螨病的养蜂生物安全措施

- 采用 / 提供带有筛网底板的蜂箱。
- 采用害虫综合治理法进行防治并考虑瓦螨相关的阈值指标。
- 采用诊断工具测定防治后以及一年当中的瓦螨侵扰程度。
- 同时治疗养蜂场内和养蜂场所在地区内的所有蜂群。
- 轮换使用兽药，避免瓦螨产生抗药性。
- 相比于化学药物，优先使用天然药物。
- 尝试选择和培育能够耐受 / 抗击瓦螨的蜂群。
- 用杀螨剂处理最近收集到的蜂群（在无幼虫的情况下）。



防治美洲幼虫腐臭病和欧洲幼虫腐臭病的养蜂生物安全措施

- 检查蜂群是否出现美洲幼虫腐臭病和欧洲幼虫腐臭病，特别是在春季，因为这两种幼虫腐臭病具有季节性。
- 尽快管理（人工分蜂 / 杀死）染病蜂群，避免传播。
- 对染病蜂群用过的所有养蜂设备（蜂箱、小蜂群箱、交尾箱、底板、巢框、隔王板等）进行消毒 / 焚烧处理。
- 只培育年轻蜂王（不超过 3 年龄），以保持蜂群群势。
- 每年更换 30% 的巢框，确保病原体处于低水平状态。

防治孢子虫病的养蜂生物安全措施

- 如果条件允许，选择和培育能够抗击微孢子虫的蜜蜂。
- 移除有痼疾迹象的巢脾。
- 在早秋或早春采集觅食蜜蜂（或粉状糖或碎片）的样本，以诊断孢子虫病（聚合酶链式反应和显微镜法）。
- 在秋季和春季补饲。
- 只培育年轻蜂王（不超过 3 年龄），以保持蜂群规模。
- 每年更换 30% 的巢框，确保病原体处于低水平状态。

蜜蜂健康观点

随着全球化、气候变化以及人员、货物、动物和产品的流动增加，养蜂业多年来一直在发生变化。蜂病的传播风险也因此大大增加。此外，西方蜜蜂现已引入亚洲，如今很容易受到本土蜜蜂有关的其他害虫和寄生虫的影响，如瓦螨和东方蜜蜂微孢子虫等。

在蜜蜂病虫害和捕食者已然全球化 [如瓦螨（澳大利亚和一些其他地区除外）] 的今天，尽管某些病虫害和捕食者只能在某些地区正常存活（如亚洲的热厉螨），但曾经局限于特定区域的病虫害和捕食者现有逐渐向世界各地蔓延的趋势，如蜂箱小甲虫（从非洲传播到其他大陆）和黄脚胡蜂（从亚洲传播到欧洲）。

在许多地区，西方蜜蜂的养蜂成败主要取决于养蜂人是否能够采取适当措施防治病虫害。因此，需要提供某些地区的蜜蜂害虫和寄生虫信息；养蜂人需要经过适当教育和培训，以便能够识别主要蜂病的迹象，并能够根据环境背景和所在国家的养蜂业发展情况使用害虫治理和病害防治所需的相关工具。

对政府和政策制定者的建议

- 制定相关法律，对养蜂业进行适当监管。
- 建立一个或多个专门诊断蜜蜂病害和提供推广服务的实验室。
- 建立一个工作小组，整理核实养蜂业的需求。
- 提高农业部门对蜜蜂作用（包括蜜蜂对作物和环境的作用）的认识。
- 与养蜂业科研工作者和主管部门建立国际关系。

8.1.2 非洲化蜜蜂

本节主要介绍非洲化蜜蜂。这种蜜蜂由欧洲和非洲蜜蜂亚种杂交得到，于 20 世纪 50 年代在巴西

无意间发现，目前已经向南传播到阿根廷北部，向北传播到美国，遍布整个南美和中美的大部分地区。虽然本节介绍的经验主要是在巴西获得的，但所提供的非洲化蜜蜂具体管理指导可以视为普遍适用的准则。

产品和服务

巴西非洲化蜜蜂的主要产品按经济价值排序包括：蜂蜜、蜂胶、蜂蜡、蜂花粉、蜂王浆和蜂毒。授粉服务是巴西某些地区的主要收入来源，特别是对于东北部的瓜类植物和南部的苹果树，尽管蜜蜂也用于为咖啡树、草莓和一些其他作物授粉。

非洲化蜜蜂的良好养蜂实践

为了正确管理非洲化蜜蜂，必须了解它们与西方蜜蜂的区别，因为大多数养蜂实践针对的是西方蜜蜂。非洲化蜜蜂由各种西方蜜蜂和非洲蜜蜂杂交得到。之所以称为“非洲化”是因为具有非洲特征的蜜蜂在热带和亚热带条件下占多数。在南美洲这种气候条件下，它们的遗传特征 85% ~ 90% 属于非洲特征。非洲化蜜蜂在本地气候条件下比温带气候（欧洲）蜜蜂更具防御性和生产力，但在较寒冷地区则要温顺得多。一般来说，越靠近赤道和低海拔地区，非洲化蜜蜂的防御性越强；当移动到高海拔和湿热程度较低的地区时，它们的防御性就会降低。

虽然非洲化蜜蜂最初在巴西并不被看好，但一旦养蜂人开始适应并开发合适的养蜂技术后，他们就会发现非洲化蜜蜂的许多优势，比如非洲化蜜蜂可以取代西方蜜蜂酿制更多蜂蜜。在 20 世纪 60 年代初，非洲化蜜蜂首次传入巴西地区，一些养蜂人用简易的蜂箱以及一些当地蜂箱来饲养非洲化蜜蜂。但现实很快表明，只有活框蜂箱才可以养殖这种新引入的蜜蜂，所以当时世界各地已经普遍使用的标准朗氏蜂箱成为了巴西养蜂业的唯一选择。（图 8-27）。



图 8-27 巴西北里奥格兰德州椰子树下活框蜂箱内的非洲化蜜蜂蜂群

© DE JONG D



非洲化蜜蜂养殖

蜂群基本上可以免费获得

很容易获得新蜂群，增加蜂群数量。非洲化蜜蜂的繁殖能力很强，它们的蜂群在野外很常见。因此，许多养蜂人不需要购买蜂群或人工分蜂，只要摆出诱蜂箱，便可捕获所需要的蜂群，以维持或增加蜂群数量。养蜂初学者不必购买蜜蜂，只需购买或制作一个空蜂箱用于吸引蜂群即可。

诱蜂箱可以是 5 框或 10 框的蜂箱。旧蜂箱比新蜂箱效果更好，因为蜜蜂会被蜂蜡和蜂胶的气味所吸引。为了让新蜂箱能够吸引蜜蜂，可以在入口处放置一块旧蜂蜡或用蜂胶和旧蜂蜡的提取物喷洒入口处。养蜂人在每个巢框中放置一小条蜂蜡巢础，方便新蜂群在巢框上修造巢脾。这些诱蜂箱可以挂在树上或放在地面的阴凉处。放置诱蜂箱的最佳时间是在蜂蜜流量最多的初期，即第一批开花植物盛开时，特别是在饥饿期之后。养蜂人应了解分蜂季的当地分蜂路线和时间。诱蜂箱最好放在林中空地上、林地周边或野外树荫下，也可以放在城区和郊区，吸引那些本就会侵入建筑物的蜂群。利用诱蜂箱捕获蜂群会比从屋顶或建筑物其他部位移除蜂群省事许多。

非洲化蜜蜂更乡土化，抗病性更强

它们有更成熟的卫生行为，能迅速清除不正常的幼虫，中断病害有机体的传染链。非洲化蜜蜂对瓦螨有抵抗力，所以染病率低于西方蜜蜂。蜂群不使用抗生素或杀螨剂处理。因此，酿制的蜂蜜不含此类产品的残留物。

非洲化蜜蜂产出更多蜂胶

虽然多种西方蜜蜂传统上都是为了减少蜂胶量而培育的，但非洲化蜜蜂不同——这种蜜蜂大量使用蜂胶，有时甚至堵住大部分入口。这可能是对自然栖息地不利环境条件的反应：天气条件和蚂蚁等害虫可以通过蜜蜂用蜂胶封闭孔洞和裂缝来部分控制。现在，蜂胶被认为是巴西最重要的蜂产品之一，大量蜂胶被用于生产各种医用和药用的提取物。近来，巴西已开始向日本、韩国、中国等国家出口生蜂胶和蜂胶加工品。巴西国内的大部分蜂胶以酒精（乙醇）提取物或水溶液口腔喷雾的形式出售，有时与药材一起出售，或与蜂蜜和蜂花粉混合制成护肤霜、洗发水、牙膏和其他产品。

非洲化蜜蜂可以在不适合养殖西方蜜蜂的地区大量繁殖和酿制蜂蜜

巴西的许多生态区域，如热带雨林，特别是被称为“塞拉多”（巴西中部）和“卡廷加”（巴西东北部）的类似热带和亚热带草原的干旱地区，由于气候条件过于恶劣，都不适合养殖西方蜜蜂。但是，非洲化蜜蜂在这类气候条件下表现相当出众，养蜂人可以从这些地区养殖的蜂群中采收大量蜂蜜。

非洲化蜜蜂蜂群生长迅速

当蜂蜜生产需要强群时，这一点可以让养蜂人的工作更加容易。与西方蜜蜂相比，相对较小的蜂群可以在较短时间内发展成高产的强群。从环境中收集食物资源时，非洲化蜜蜂表现得更敏捷，它们的蜂王更能产卵，工蜂幼虫也更快发育（19 ~ 20 天，而西方蜜蜂为 21 天）。

非洲化蜜蜂不像西方蜜蜂那样紧贴巢脾

养蜂人可以很容易地把它从巢框上摇下来，这是采收蜂蜜的常规方法。快速摇晃便足以移除巢脾上的所有蜜蜂，而西方蜜蜂则必须用刷子刷除，不仅耗时，也不方便，如果对非洲化蜜蜂进行此类操作，容易惹恼蜂群。

针对非洲化蜜蜂改进的养蜂技术

养蜂场布局

在非洲化蜜蜂尚未引入巴西的早期，养蜂场一般位于房屋和家畜附近，多个蜂箱一起放置在共用

的蜂箱支架上。但养蜂人发现，新蜜蜂的自卫性很强，所以不得不将养蜂场迁到离人们和圈养牲畜较远的地方。他们还发现，蜂群之间的距离最好隔远一些（1~2 m），否则处理某个蜂群时可能激怒邻近的蜂群。同样，在多个蜂箱支架上养殖蜂群也曾是一个问题。处理某个蜂箱时引起的振动会惊动同一支架上的所有蜂群，这意味着必须同时控制几个蜂群。用至少2 m高的灌木丛围住养蜂场，有助于在养蜂人处理蜂箱或施加其他干扰时防止蜜蜂发现和攻击附近的动物和人员。

防护服

自卫时的蜜蜂喜欢大力攻击粗糙质地的深色衣服。良好的现代防护用具包括浅色草帽或安全帽以及金属滤网制成的结实面罩；面罩外侧也是浅色，只在前面板内侧涂上黑色改善视线。外观呈深色的常用面罩容易吸引愤怒的蜇人蜜蜂。即使不会蜇伤养蜂人，这些蜜蜂也很恼人，而且紧贴面罩嗡嗡作响时可能会令人害怕。使用浅色外观的滤网面罩可以避免这类情况的发生。防护服的颜色要浅，质地要光滑。一般来说，养蜂人应穿着宽松的白色或浅色连体工作服，工作服配有拉链，手腕和脚踝处采用弹性伸缩设计。

使用的手套（特别是在收蜜期间）应是光滑的皮革手套或浅色的塑料或橡胶手套。蜜蜂通常不会叮咬这些材质的手套，而且这种手套不会像粗糙的皮革手套一样容易留下报警信息素。鞋靴也应具有光滑和浅色特征。绒面革等粗糙皮革很容易被蜇破。专为屠户制造的白色橡胶靴既便宜又结实，在巴西广泛使用。暴露在外的袜子应呈浅色，保持干净状态。

喷烟器

用于西方蜜蜂的喷烟器不适合用于控制非洲化蜜蜂蜂群。养蜂人后来发现，控制非洲化蜜蜂需要喷烟量更大、工作更高效的喷烟器。养蜂人应在蜂群失去控制之前喷烟控制蜜蜂，之后喷烟通常达不到控制目的。

改善和促进非洲化蜜蜂管理的策略

非洲化蜜蜂相当敏感，而且反应迅速。

对于养蜂人处理西方蜜蜂时所涉及的一切养蜂活动，他们在这类养蜂活动中处理非洲化蜜蜂时务必更加小心。喷烟器的作用和用法至关重要。喷烟器应配有高效风箱，始终处于工作状态，能够喷出大量烟雾，因为养蜂人需要更多烟雾才能控制非洲化蜜蜂，特别是当他们刚开始适应这类蜜蜂的特点时。将多准备的喷烟器燃料放在容易拿到的地方。处理西方蜜蜂时，可以先打开蜂箱，然后再根据蜜蜂的反应按需施烟，但处理非洲化蜜蜂时，应在接触蜂箱之前就施烟。因为在养蜂人等待施烟时，非洲化蜜蜂会很快飞出蜂箱蜇人，养蜂人会无法使它们平静下来。在打开蜂箱前后一分钟内施放适量烟雾可以大大方便养蜂场的工作。

非洲化蜜蜂是很好的“老师”：养蜂人的任何错误都会很快得到反应，所以养蜂人可以利用这一点来学习如何处理这类蜜蜂。通常情况下，养蜂人在处理凶狠的蜜蜂时会穿戴厚实的养蜂防护服、密封严实的面罩和厚手套。虽然这是避免被蜇的最佳策略，但近乎完美的防护可能会适得其反，因为养蜂人会对蜜蜂的反应变得不敏感。养蜂人在工作时应尽可能不戴手套。养蜂人应把手套放在口袋里，只在真正有需要时才使用。蜜蜂在受到干扰时会蜇养蜂人的手，提醒他们施放烟雾，更加小心地处理蜜蜂。暴露在外的双手可以让养蜂人“感觉”到蜜蜂的活动。他们会逐渐不自觉地改进处理技术，直到他们能够在不太干扰蜂群的情况下工作。相比之下，当穿着密封良好的传统防护服时，养蜂人在驱散蜂群时会变得更笨重，更容易惹恼蜜蜂。暴怒的蜂群会试图咬穿防护服，而且养蜂场内的蜂群会在之后的几小时或几天内处于持续亢奋不安状态，除了因此对养蜂人造成的不适感之外，被惹怒的蜜蜂



还会飞出养蜂场的范围，蜇伤没有穿戴防护服和面罩的邻近居民和其他人员。蜜蜂的防御行为在很大程度上取决于人们对待它们的方式。

如果方式粗暴，它们就会采取防御行为，驱赶入侵者。如果养蜂人执意不改，在穿戴良好防护服和手套的情况下，蜜蜂会继续加强攻击，保卫蜂群。

很快，许多其他蜂群可能会被惊动并加入攻击，围在每个人入侵者的周围，通常是聚集在面罩上，使得养蜂场的工作变得既难受又危险。一百米甚至几百米外的人或动物都可能受到攻击。如果蜜蜂对邻近居民构成威胁，养蜂人可能不得不迁移养蜂场。

因此，养蜂人应学会如何在不惹怒蜜蜂的情况下处理蜂群。首先应对准蜂箱施烟，确保附近蜂箱不受干扰。如果距离很近，则也对附近蜂箱施烟。蜂箱支架应独立结实，防止振动惊扰其他蜂群。对着入口处喷烟后，打开部分蜂箱盖板，然后对着开口处喷烟。接着取下盖板，在巢框上方向下喷烟，迫使蜜蜂下移，诱使它们大口吃蜜。当开始移除继箱时，每个新开口都应施烟。烟雾应喷向待移除继箱的底部和下方蜂箱的顶部。有条不紊地快速工作可以避免蜂箱长时间打开。有经验的养蜂人可以独立完成喷烟操作，但一人负责喷烟，另一人负责移除继箱和巢框可能更容易管理。这种蜜蜂控制法需要功能良好的大型喷烟器。一开始的喷烟操作最为关键。当蜜蜂展开“空袭”后，再想安抚为时已晚，此时最好关闭蜂箱。这些预防措施最初可能比较耗时，但随着实践的发展，它们会变成常规高效的蜜蜂处理法。

常规管理的另一个关键是在适当的时候给予蜜蜂足够的空间。通常，继箱数量应足以防止蜂群变得拥挤。一旦开始流蜜，养蜂人需要另外增加继箱，并经常采收蜂蜜，确保蜜蜂不会用完所有空间。非洲化蜜蜂可以迅速分蜂，这会大大降低蜂蜜产量。此外，在流蜜之后，应确保蜜蜂的食物没有耗尽。西方蜜蜂一般只会以弱群的形式集聚，但非洲化蜜蜂不同，它们会逃窜离开养蜂场，去寻找条件更优的养蜂牧场。

如何处理防御性极强的蜂群

通常情况下，养蜂场中的某个或某些蜂群比其他蜂群更具防御性。如果这些蜂群受到干扰，它们会攻击养蜂人，也会引起养蜂场内其他蜂群的防御反应。因此，最好放到最后再处理。更换这些蜂群的蜂王或从养蜂场移除这些蜂群可能会大大影响它们的行为。与试图繁殖防御性最弱的蜂群相比，这种方法可能更容易，也更有成效，可以视为一种无奈的选择。

如果不断清除一些防御性最强的蜂群，养蜂场内蜜蜂的整体行为可以在短期内得到改善。但如何给一个防御性极强的强群换王呢？目前有几种方法可以使更换蜂王更容易实现。一种方法是在白天将防御性较强的蜂群转移到养蜂场的另一个地方。而外出觅食的蜜蜂会回到旧巢址，从而减少蜂群群势。另一种方法是移走密封的子脾，然后添加到其他蜂群中。不论是不断在养蜂场内转移蜂箱还是移走育虫箱，都会减小蜂群群势，降低其防御性，这样可以更容易找到蜂王。最后一种方法是将蜜蜂移到带有巢脾的空蜂箱内，盖上隔王板后再放置一个空箱；然后向下喷烟，使蜂王被困在隔王板上，之后可以轻易取出。

通过适当的处理和管理，并对防御性最强的蜂群更换蜂王，可以相对快速、显著地安抚养蜂场内防御性极强的蜂群。

结论

非洲化蜜蜂是一种繁殖快、效率高的蜜蜂，养蜂人也应快速高效地充分利用它们的特点。否则，蜜蜂会迅速填满蜂箱，然后发生分蜂现象，大大减小蜂群群势，进而降低其生产能力。

西方蜂种悠久的历史发展史是世界养蜂业的基础，所以才有了生产蜂蜜、蜂王浆和其他蜂产品以及选育温顺高产蜜蜂的高效技术。但非洲化蜜蜂有很大的不同，导致这些技术并不适用。

如果把非洲化蜜蜂当作西方蜜蜂来处理，它们会成群蜇人，过度分蜂和离巢，甚至不会产蜜。养蜂人应根据非洲化蜜蜂的特点改进专为西方蜜蜂开发的管理方法。一旦改进成功，这些蜜蜂就会有强烈的活力和生产力。

8.1.3 东方蜜蜂（“东蜂”）

简介

东方蜜蜂（简称“东蜂”）有6个明确的形态类群，原产地为南亚、东南亚和东亚（表8-7）。近来，东蜂已被引入天然分布以东的地区，从印度尼西亚到巴布亚新几内亚（20世纪80年代）、所罗门群岛（2003年）和瓦努阿图，目前在澳大利亚的远北昆士兰和北领地也有发现（2009年）。但人们对东蜂遗传多样性的研究不多，特别是与西蜂相比时。

对中国东蜂的近来研究表明，东蜂的遗传多样性很高，种群的规模大小需要进一步研究，特别是山区（如青藏高原）和岛屿的东蜂数量。考虑到许多地区的东蜂数量在不断减少，这类相关研究显得尤为迫切。为了提高对整个物种范围内各种东蜂管理系统的认识，我们还需要进一步研究。

表8-7 东蜂的6个形态类群及其分布

形态类群	名称	亚类群数	分布情况
I	北部类群	6	从阿富汗和巴基斯坦北部到印度西北部、中国西藏南部、缅甸北部，以及朝鲜半岛、俄罗斯远东地区和日本境内
II	喜马拉雅类群	1	印度北部、中国西藏和尼泊尔
III	印度平原类群	1	印度中部和南部平原地区以及斯里兰卡境内
IV	中南半岛类群	2	缅甸、泰国北部、老挝、柬埔寨和越南南部
V	菲律宾类群	3	主要限于菲律宾境内，不包括巴拉望
VI	印度—马来类群	3	泰国南部、马来西亚、印度尼西亚和巴拉望（菲律宾）

东蜂病虫害和寄生虫

东蜂有几种特有的病虫害和寄生虫（不影响西蜂），会对生产和产能构成严重威胁。蜡螟造成的损害在整个生产期都可以发现。两种常见的幼虫传染病是囊状幼虫病和欧洲幼虫腐臭病，这两种病害都会严重危害蜂群。常见的成蜂病害包括孢子虫病、急性蜜蜂麻痹病毒、残翅病毒和慢性蜜蜂麻痹病毒。

产品和服务

东蜂的主要蜂产品为蜂蜜、蜂蜡和蜂花粉。

据养蜂人所述，蜂群离巢是管理东蜂的一个常见问题。这是蜂群对食物不足、病虫害压力等不利环境的自然反应。如果蜂箱设计不良、管理方法不当、对蜜蜂营养水平缺乏了解，蜜蜂的这种行为也会更严重。纠正这些问题在一定程度上可以阻止蜂群离巢。为了缓解这个问题，可以提供适当培训、教育材料和推广服务，进而改善蜜蜂的基本饲养条件，在食物不足期补充喂食，同时防治病虫害。

应指出的是，小农户的谋生途径通常具有多样性和复杂性。这种复杂性使他们能够灵活应对各种



压力（产量下降、降水量减少、工作机会变少）和冲击（社会和环境因素，如干旱、火灾、死亡和疾病、国内暴乱等）。许多干预措施都有良好的初衷，“改良”技术经常在乡村农户中推广，帮助他们解决贫困和蜂蜜低产的问题。这些技术有很多优点（通过重复利用蜂蜡提高产量以及蜂箱操作简单，方便蜂群管理等）。但它们也需要大量额外投入，可能给已经被边缘化的农村养蜂人带来诸多限制和更高的经济风险。利用当地可得的资源设计制作蜂箱，再用这类蜂箱养殖本土蜜蜂，通常可以比“现代”养蜂方法（专栏4）获得更高的投资回报：巢蜜有时可以比滤过的蜂蜜获得更高的回报，与投资资源密集型管理系统所产生的成本和风险相比，这种方法可能更有价值）。

专栏5 本土东蜂养殖

与外来蜜蜂相比，养殖本土东蜂有几个优势。与西蜂相比，已经适应当地环境的东蜂所需要的维护、养蜂技术和投资都比较少——本土东蜂可以从野外获得，蜂箱也可以用当地材料制作。放置新获得的蜂群时，将蜂箱稍微向前倾斜，并打开蜂箱入口。让蜂箱静置几天，利用木条让入口宽度变窄，以便每次只有一只蜜蜂可以进出。

从箱体边缘再取下一个巢框，换成一个巢框喂食器。将1:1的糖浆装入喂食器，大约装满3/4。关闭蜂箱并放置一周，之后再检查，确保蜂王存活，而且能够产卵。在傍晚时分安置蜜蜂，以确保它们相对安定，不会逃窜。

建议养蜂初学者用两个（或更多）蜂箱进行练习，即使其中一个蜂群失败了（例如蜂王产卵能力不足），还可以从另一个蜂群中取出幼虫和蜂卵进行群势补充。



©CHEN C



©KANG W

图 8-28 从育虫箱中取出的东蜂巢脾（注意成蜂的典型位置）

生产力和遗传学

东蜂可能是世界上第二高产的穴居蜂种，仅次于西蜂。虽然它的蜂蜜产量被普遍认为低于西蜂，但研究表明，蜂蜜产量和其他理想特征可以通过管理方法和收蜜方法的改良以及选择育种方案加以提高。Wongsiri 在 1992 年的报告中表示，在中国广东，管理方法改良和选择育种方案使蜂群群势从 2000 只增加到 6 000 只，蜂蜜产量每年增加 5 ~ 50 kg。在采用选择育种之前，西蜂的蜂蜜产量与今天的东蜂热带品系相近（2 ~ 5 kg/年）。虽然基本嫁接法可以体现在当地层面上，但还是需要培训和推

广，以提高蜂王培育的成功率并改善现有种蜂的质量。改良嫁接方法以及从更高产的蜂群中培育蜂王也许可以提高蜂蜜产量，减少蜂群离巢的行为。

良好养蜂实践

东蜂的管理方法在以下方面与西蜂不同：

- 西蜂管理经常施放烟雾、施加干扰，而东蜂管理则尽量少用烟雾，少施加干扰。
- 鉴于蜂群群势不及西蜂，特定区域内蜂群数量的放养率可能比较高。
- 对于售往出口市场或国际市场的蜂蜜，应特别注意产品是否符合国际标准要求（国际食品法典标准、欧洲指令 2001、美国药典蜂蜜鉴定标准）以及目标市场的所有其他质量规范。
- 东蜂最不喜干扰，所以可能不太适合转地养蜂的模式。
- 补充喂食的最佳实践可能与西蜂不同，主要取决于有利植物资源的可用性和其他竞争物种的放养率。

改善和促进东蜂管理的策略

东蜂养殖是小农养蜂人的重要创收机会，而且有很大进步空间。东蜂养殖的主要限制因素包括：极少培育蜂王、需要更深入地了解蜂路、蜂群经常离巢、蜂箱设计尚未标准化、蜂蜜含水量高导致发酵。进一步研究比较不同养蜂系统在经济和劳动上的投资回报，将是未来东蜂养殖研究的一项重要工作。虽然东蜂的蜂蜜产量相对低于西蜂，但在印度尼西亚等一些地区，蜂蜜价格大大增加了当地居民的家庭收入。编制教育材料、开展培训和研讨会以及提高推广服务的责任性和有效性将有助于提高整个东蜂范围内小农养蜂企业的生产力和盈利性。

为了改善养蜂和保护成果，建议采取以下策略：

- 在不同地理区域之间转移东蜂基因应格外谨慎，因为基因转移可能在遗传完整性和蜜蜂病虫害传播等方面对现有当地蜂群构成重大威胁。
- 根据蜂王育种方案转移基因时，应遵守生物安全综合协议，并在移入新遗传物质前进行风险评估研究。
- 促进改良本土东蜂的种蜂，而不是引入西蜂。
- 不鼓励使用抗生素防治美洲幼虫腐臭病、欧洲幼虫腐臭病和孢子虫病等东蜂蜂群中的细菌幼虫病。如果使用化学品防治蜜蜂病虫害，应采用东蜂适用的有机化合物、最佳实践和害虫综合治理策略。需要加强对养蜂人的教育和推广工作，在小农养蜂人中宣传最佳实践和生物安全措施。
- 只采收成熟蜂蜜。有些养蜂人为了提高产量，过于频繁地从蜂群中采收蜂蜜。但这种不成熟的蜂蜜水分含量过高，容易发酵，因此质量不高。高质量的蜂蜜应从蜜蜂的巢房中采集并自然成熟。如果养蜂人追求蜂蜜的高产量，建议扩大蜂群群势，提高种蜂质量，从早期开始提高蜂蜜产量。
- 改善教育和推广支持，使农村养蜂人能够在采收后适当处理蜂蜜。这样可以在巢脾密封（成熟）前减少养蜂人采收蜂蜜所面临的挑战，即质量保证受到影响以及后续因发酵问题导致的营销劣势。
- 建立和发展专门针对东蜂养蜂人的国际协会，以加强信息交流，促进东蜂保护和管理最佳实践（并非简单地借鉴西蜂的养蜂实践）有关的研究，并针对各行业制定战略重点。
- 加强研究工作，开发和设计适合东蜂形态类群的标准化蜂箱，包括巢框大小、蜂箱容积和巢础巢房大小的研究。即使活框蜂箱的设计确实能够实现更有效的管理，但在试图向当地引进新技术之前，通常应进行成本效益分析，因为这些技术可能增加脆弱农户的经济风险，而且往往不适合当地的经济



社会发展。

- 根据不同地理区域的气候条件和植物资源的可用性，制定和改良适合东蜂的补充喂食方案。针对东蜂养殖制定花期表。

8.1.4 小型蜜蜂

简介

小蜜蜂和黑小蜜蜂是两种小型蜜蜂，在亚洲大部分热带地区很常见。小蜜蜂的分布极为广泛，从东南亚到中东，甚至在东非也有发现。黑小蜜蜂主要分布在亚洲热带和亚热带地区，从喜马拉雅东麓向东延伸至中南半岛、巽他古陆和菲律宾。这两种蜜蜂都适应热带气候，蜂巢和身体都很小，有季节性迁徙行为。

中国的小蜜蜂和黑小蜜蜂只分布在海南和云南等热带和亚热带地区。在云南，它们主要分布在大理、保山、德宏、澜沧、普洱、西双版纳、红河和巍山。而在这些地区，这两个蜂种在澜沧江、巴边河、元江、南定河、罗梭江和怒江沿岸很常见。这类蜜蜂从3月开始繁殖，建立蜂群，会根据季节和花期变化迁移，在山区和平原之间来回穿梭。它们通常在6月有分蜂趋势。

小型蜜蜂通常在小树枝、灌木或茂密丛林中的匍匐植物上筑巢，作为单独的巢脾使用（图8-30）。它们最喜欢的筑巢点是能避开天敌和恶劣天气的建筑物，其次是树枝，很少在岩石上筑巢。如果情况允许，它们会尽量回到上一年的筑巢点。它们从不在老旧易塌的建筑物或枯树上筑巢，因为这类建筑和树木不足以支撑负荷，也不在先前蜂群被烧毁、用化学品处理过或涂过漆的残留物上筑巢。这两种蜜蜂的蜂巢结构在蜂蜜储存区的中间部分有很大不同。小蜜蜂的成蜂数量和巢脾面积是黑小蜜蜂的两倍。在一个小蜜蜂或黑小蜜蜂蜂群中，成年工蜂的平均数量分别是 $(9\ 169 \pm 6\ 499)$ 只和 $(5\ 081 \pm 2\ 520)$ 只，雄蜂的平均数量分别是 (142 ± 112) 和 (73 ± 30) 只。也就是说，这两种蜂群的蜜蜂密度相似（小蜜蜂： 13.1 只成蜂/ cm^2 ；黑小蜜蜂： 14.4 只成蜂/ cm^2 ）。

小型蜜蜂的蜂王和雄蜂约是工蜂的三倍大小。雄蜂的生殖器和后足以及工蜂的身体颜色可以明确区分这两种蜜蜂。小蜜蜂和黑小蜜蜂的蜂王分别与12只和14只雄蜂交尾，遵循一雌多雄机制。觅食的小蜜蜂通过在水平面上（蜂巢顶部）跳摇摆舞传达食物和水源的方向。黑小蜜蜂的工蜂会表现出强烈的防御行为，而小蜜蜂的工蜂则天生比较温顺。



图8-29 小型蜜蜂工蜂：迪拜小蜜蜂（左）和马来西亚黑小蜜蜂（右）



图 8-30 小型蜜蜂蜂巢：泰国小蜜蜂（左）和中国云南黑小蜜蜂（右）

© Qiu Z., 中国养蜂学会蜜蜂文化宣传部

产品和服务

小型蜜蜂多为野生，尚未形成商业养殖模式，所以蜂产品一般由有猎蜜经验的农户获得。他们通常利用喷烟器或干草火把产生的烟雾驱走巢脾上的蜜蜂。然后将巢脾压碎，再用过滤筛网过滤蜂蜜。每年3月至5月，猎蜜农户从每个蜂群中采收的蜂蜜量约为1~2 kg，而且每年可以采收3次。蜂蜜的颜色因季节而异，从夏季的棕红色到冬季的黄白色。这种蜂蜜营养价值高，含有丰富的维生素B₆。当地人将这种蜂蜜视为一种草药，这反映在价格上：小型蜜蜂的蜂蜜单价约为120元（17.20美元）/kg，而意大利蜂的蜂蜜单价约为20元（3美元）/kg。

良好养蜂实践

建立养蜂场

- 切勿在人口稠密的区域建立养蜂场，因为蜜蜂可能成为扰民的因素。
- 鉴于小型蜜蜂属于野生蜂种，会根据季节和花蜜流量迁移，应在养蜂场中放置易于管理的椽木（梯形木板，放在树枝之间吸引野生蜂群，使用寿命可以长达3年）。

获取蜜蜂

- 鉴于蜂群喜欢回到上一年筑造的蜂巢中，应在养蜂场中放置从先前蜂巢中取出的巢脾，以吸引蜜蜂。

注册养蜂场

- 在养蜂场建立后的30天内向当地养蜂协会注册养蜂场，并根据当地法规重新注册（通常在每



年的1月31日之前)。

管理养蜂场

- 在处理蜜蜂时，通常应穿戴合适的防护用具，包括短靴/小腿靴、厚袜子、长袖衫或工作服以及防蜂面罩。
- 在处理蜜蜂时，应使用能够产生温和浓烟的蜜蜂喷烟器。
- 及时清理和存放所有可重复使用的材料和设备。将所有不可用、可能招致害虫的材料和设备进行焚烧处理。

采收蜂蜜

- 只在流蜜季节取出蜂群中已经成熟的蜂蜜。
- 利用喷烟器取出成熟的巢脾，然后从悬挂的树枝或其他地方切下巢脾。用蜜蜂刷清除巢脾上的剩余蜜蜂。
- 采蜜设施和设备应始终保持洁净。

储存蜂蜜

- 使用食品级材质的储存容器/罐子，最好是方便清洁的不锈钢材质。
- 在容器下端固定一个闸阀/出蜜口，以便在不影响顶部沉积物的情况下取出蜂蜜。
- 将蜂蜜储存在密封性良好的容器中，远离可能导致蜂蜜污染的物质。
- 在室温下储存蜂蜜。

结论

目前，人们越来越关注小蜜蜂和黑小蜜蜂在蜜蜂观光旅游、猎蜜示范研讨会和/或药用蜂蜜生产中的应用。

同时，对当地养蜂人的培训也需要加大力度，以便他们能够正确管理和保护小型蜜蜂及其栖息环境（包括生物多样性、土地使用和合理使用杀虫剂等方面）。

8.1.5 巨型蜜蜂^①

简介

巨型蜜蜂在遗传上分为以下4种，它们属于蜜蜂科下的大蜜蜂亚属：

- 来自马来西亚和印度尼西亚的大蜜蜂（印尼巨型蜜蜂）；
- 来自菲律宾的大蜜蜂（菲律宾巨型蜜蜂）；
- 主要来自印度的大蜜蜂（印度巨型蜜蜂）；
- 来自缅甸、老挝、中国南部和印度最东部（萨拉马蒂峰福建的那加兰邦）的黑大蜜蜂（喜马拉雅巨型蜜蜂）。

巨型蜜蜂原产于南亚和东南亚地区，分布广泛，目前已进化到可以适应高原或热带地区。蜂巢大，体型大，有季节性迁徙行为。这类蜜蜂通常在距离地面3~50 m的树枝或悬崖上筑造单巢脾露天蜂巢，直径约1.5 m。大蜜蜂和黑大蜜蜂的蜂巢结构极为相似，但黑大蜜蜂的工蜂个头和蜂巢更大（图8-31和图8-32）。大蜜蜂和黑大蜜蜂也遵循一雌多雄制，与蜂王交尾的雄蜂数量分别为54只和34只。日落后，大蜜蜂的雄蜂会在高树（出现在主林冠层上方）伸展的树枝下聚集。但目前尚未发现黑大蜜

^① 又称岩蜂或悬崖蜂。

蜂的雄蜂聚集区。筑巢后3~4周，一个蜂群可以在巢脾中储存 (4.09 ± 2.56) kg的蜂蜜，但根据相关文献资料描述，最高产量接近16 kg。

大蜜蜂工蜂通常表现出强烈的防御反应。巨型蜜蜂会根据蜜源和粉源情况进行季节性迁移，但每个繁殖季都有一个定居巢点。露天筑巢的迁徙性大蜜蜂和黑大蜜蜂每年至少迁移两次。这两种蜜蜂的工蜂和雄蜂幼虫呈大小接近的六边形，长宽深分别为0.3 cm、0.6 cm和1.5 cm。分蜂王台呈圆形，开口处的直径为0.8 cm；王台深1.5 cm，壁厚0.1 cm。



©QIU Z., 中国养蜂学会蜜蜂文化宣传部

图 8-31 中国云南省普洱市花朵上觅食的黑大蜜蜂工蜂（上）和黑大蜜蜂巢脾（下）



©QIU Z., 中国养蜂学会蜜蜂文化宣传部

图 8-32 云南省普洱市的大蜜蜂蜂群和花朵上觅食的工蜂



蜂巢高度经常使巨型蜜蜂的蜂蜜采收活动具有危险性。西方蜜蜂的驯化和管理工作不适用于大蜜蜂属，因为巨型蜜蜂有迁徙行为，而且不属于穴居蜂种。巨型蜜蜂的所有原产地区对于这类蜜蜂的采收方法、管理系统和蜂产品对农村生计的重要性等方面都存在很大差异。

管理系统和蜂蜜采收

在越南、印度尼西亚、柬埔寨和泰国等地区，当地人诱使迁徙的巨型蜜蜂停留在人工巢点或椽木上——这种做法在中苏拉威西称为“tingku”，而在西加里曼丹、勿里洞和泰国分别称为“tikung”“sunggau”“bang kad”。

山区猎蜜者经常需要借助绳索和梯子接近巨型蜜蜂的蜂巢，而在蜂群占据较低植物群（如红树林）的低地地区，人们经常使用椽木，而且蜂群也更容易接近。猎蜜者通常无法使用面罩和手套等防护用具，连安全绳都很少使用。

社会和文化价值

猎蜜对农村地区具有重要的文化价值，这种做法通常由当地的长者或萨满根据文化习俗和森林及蜜蜂知识传授给本村的初学者。

例如，印度尼西亚的猎蜜者认为，蜂蜜树上住着守护神，这些树有不同的特征，可以反映在蜜蜂的个性上。菲律宾的塔格巴努亚族原居民在他们的宗教仪式中使用蜂蜡，并举行一种召唤蜜蜂的“lambay”仪式。猎蜜可以在保护本土技术和生态知识方面发挥重要作用，而这类信息在当地森林管理



© 中国中央电视台

图 8-33 中国云南省当地人采用的大蜜蜂传统采蜜法

计划中的重要性不容忽视。

许多外国人也对猎蜜相关的文化活动很感兴趣。比如尼泊尔出现了以养蜂旅游团（蜜蜂观光旅游）为基础的新兴生态旅游产业，这些游客愿意花费 250 ~ 1 000 美元来体验喜马拉雅悬崖蜂有关的猎蜜活动。关于养蜂旅游业的更多信息请见第 10 章。

产品和收入

猎蜜可以大大增加经济收入，促进农村地区的经济发展。印尼巨型蜜蜂的蜂蜜供应量约占印度尼西亚野生蜂蜜需求量的 80%，其中大部分蜂蜜的供应地为松巴哇岛。西努沙登加拉省林业局表示，松巴哇岛每年供应约 40 t 蜂蜜，市场价值约为 30 亿卢比（229 586 美元）。在松巴哇岛，蜂蜜产生的收入在 83% 的猎蜜者中占平均年现金收入的 68%。

De Mol 和 Peters 分别在 1934 年和 2000 年的报告中表示，在整个西加里曼丹，年均蜂蜜产量为 53 ~ 267 kg，每千克价值 0.75 美元，蜂蜜产生的收入相当于该地区小农户的年均现金收入。

专栏 6 蜂蜜采收

猎蜜方法因辅助工具和蜂群数量的不同而不同。不同地区采用不同的传统方法。猎蜜者将蜂蜜采收的不同阶段哼唱成歌，五个采蜜阶段的歌词大意如下：①把梯子架在大树上，完成架梯流程；②驱赶蜂巢内的蜜蜂；③切下巢脾；④吊起篮子；⑤收起梯子。这些山歌由父辈传到子辈，他们唱给树上的“守护神”，希望可以起到安抚作用。这些山歌曲风幽默，好似在逗弄下方的人群，而下方的人也会用呼声回应。猎蜜者也会在即兴创作的歌词提到当地政策和区域政策。“Honey”一词常用来喻指美丽性感的年轻女性。

菲律宾的一些当地土族认为猎蜜是他们收入最高的生计活动之一。2015 年，塔格巴努亚族土族猎取的蜂蜜可以达到 0.61 美元/kg 的年毛利。在巴拉望岛，当地土族采集了近 12 t 的森林蜂蜜。

婆罗洲森塔伦湖养蜂人协会的 2019 年蜂蜜产量数据表明，2007 年的采收量为 4.3 t，2008—2009 年采收 16.5 t，年产潜力约为 30 t。据悉，泰国宋卡府的椽木猎蜜者每年采收 4 ~ 5 次，每次间隔 20 天，单独一个蜂群的采收量约为 3 ~ 3.75 L（4.3 ~ 5.4 kg），每个蜂群年产 12 ~ 18 L（17 ~ 25 kg）。

Tan 和 Ha 在 2002 年的报告中表示，越南的猎蜜者通常在每公顷的森林中架设 7 ~ 10 根椽木，椽木总数可能多达 25 ~ 200 根，具体取决于已有的经验和允许的时间。平均而言，每个采收季的椽木占用率为 60% ~ 80%，当地每个蜂群的产量为 3 ~ 5 kg，每年可以采收 2 ~ 3 次。2002 年的报告数据显示，个体猎蜜者每年采收的蜂蜜量多达 1 000 升（1.4 t），价值 2 800 美元。对猎蜜家庭的调查结果表明，蜂蜜产生的收入平均占现金收入的 30%，总体在业余猎蜜者的 5% 到专业猎蜜者的 60% 之间。

在尼泊尔，黑大蜜蜂的年均蜂蜜产量为每个蜂群 25 ~ 60 kg，而大蜜蜂为 15 ~ 50 kg。在每年尼泊尔的蜂蜜总产量中，36%（400 t）的蜂蜜由巨型蜜蜂（黑大蜜蜂和大蜜蜂）酿制。在印度，猎蜜者每年采集的野生蜂蜜约有 22 000 t^①，几乎是养蜂业蜂蜜产量的两倍。

可持续性和威胁

农业开荒毁林是全球物种灭绝的主要原因之一。随着森林植被的消失，大蜜蜂属蜜蜂获得多样化

① 这个数据并非只包含巨型蜜蜂的蜂蜜采收量，还包括东方蜜蜂等其他蜜蜂的所有野生蜂蜜采收量。



植物资源的机会、在居住点筑巢的巢址数量以及蜂群在迁徙过程中休息聚集的中途停留点数量都会随之减少，因此大蜜蜂属会受到严重冲击。巨型蜜蜂也可能更喜欢在特定品种的树上筑巢（如印度尼西亚的四数木以及菲律宾的大甘巴豆）。

在某些情况下，蜂蜜树会受到猎蜜活动的影响，例如在树干上打入竹钉或铁钉。

重要植物群的衰退可能对物种的恢复力造成更严重的冲击。虽然农村猎蜜者表示森林是他们生计策略的主要部分，并认为森林保护对猎蜜创收至关重要，但目前需要更多的研究才能确定何种方式可以让蜂蜜创收激励当地居民保护森林或减少毁林。

采收挑战和最佳实践

虽然从大蜜蜂属蜂群中采收蜂蜜通常是一个破坏性过程，但人们正在不断努力推广更具有可持续性的采收方法。这些方法包括只采收含有蜂蜜的巢脾部分，使蜜蜂幼虫不受影响，以及采收时不使用明火或烟雾。虽然这些努力让人可喜，但可持续养蜂实践的实用性和通用性以及应用激励并非总能取得明显效果，所以鲜少被描述。当低收入地区的居民无法立即看到这类实践的益处时，这一点尤为重要。猎蜜者可能参加可持续采收培训，并对可持续的最佳实践表示认可，但他们需要与未参加培训的猎蜜者竞争资源，所以没有什么动力去实施这类实践。而为了保证各自的家庭收入，猎蜜者会面临更多压力，只能过度利用资源。

中苏拉威西和西加里曼丹有一套习惯法体系，规定了蜂蜜树的所有权和采收权。这套体系与菲律宾的猎蜜规定类似。而在松巴哇岛等其他地区，蜂蜜采收由猎蜜者适时进行，通常沿着常走的猎蜜路线从已知有蜂巢的树上采收蜂蜜。如果所在地区未对蜂蜜树的所有权进行明确规定，则先找到蜂蜜树的人拥有相应蜂蜜树的采收权。这种策略不仅会导致越来越多的猎蜜者过度利用资源，采收未成熟的蜂蜜，还会将更依赖蜂蜜创收的当地人置于风险之中，因为无法保证可供采收的蜂群有多少个，也无法保证谁会先找到资源。

建议

开发最佳实践管理和采收系统的一个主要问题是缺乏关于巨型蜜蜂种群生态学和采收可持续性水平的基本数据。为了确定再度迁移率基准，需要对各种采收方法进行试验和监测。不使用喷烟法或在喷烟前找到蜂王也可能提高蜂群的再度迁移率和存活率。为了克服采收可持续性挑战，未来的管理策略可能还需要调查蜂蜜树的使用权。这个过程需要相关各方进行协商，使当地采收者可以表达看法和价值观并保障利益。在这种情况下，内外部行动者之间的知识共享可能会促进当地森林管理系统实现可持续性。

表 8-8 巨型蜜蜂的良好养蜂实践

操作	建议
建立养蜂场	在头部高度放置人造椽木，以吸引蜜蜂在养蜂场内修造巢脾。切勿在人口稠密的区域建立养蜂场，因为蜜蜂可能成为扰民的因素
获取蜜蜂	利用养蜂场内的人造椽木吸引蜜蜂
管理养蜂场	在处理蜜蜂时，通常应穿戴合适的防护用具，包括及短靴/小腿靴、厚袜子、长袖衫或工作服以及防蜂面罩。所有养蜂人都必须配备能够产生温和浓烟的喷烟器，在处理蜜蜂时使用。 及时清理和存放所有可重复使用的材料和设备。将所有不可用、可能招致害虫的材料和设备进行焚烧处理

续表

操作	建议
采收蜂蜜	只在流蜜季节取出蜂群中已经成熟的蜂蜜 利用喷烟器取出成熟的巢脾，然后从悬挂的树枝或其他地方切下巢脾。用蜜蜂刷清除巢脾上的剩余蜜蜂 采蜜设施和设备应始终保持洁净
储存蜂蜜	使用食品级材质的储存容器/罐子，最好是方便清洁的不锈钢材质 在容器下端固定一个闸阀/出蜜口，以便在不影响顶部沉积物的情况下取出蜂蜜 将蜂蜜储存在密封性良好的容器中，远离可能导致蜂蜜污染的物质。在室温下储存蜂蜜

为了改善蜂蜜合作社的质量和供应情况，应向农村猎蜜者提供专门的支持，并改善他们与合作社的社会关系，具体包括：

- 资助猎蜜者成立农户小组，为他们购买安全采收和采收后卫生保障所需的设备，如可密封水桶和过滤器等；

- 改善蜂蜜采集服务和运输；
- 改善教育和推广服务；
- 通过改善通信、网络和蜂蜜价格透明度来巩固蜂蜜价值链。

未来的研究、推广和发展工作：

- 探究蜂蜜的作用，即如何激励当地人为了蜂蜜生产和收入而改善森林保护成果并保护蜜源丰富的区域；

- 评估是否有可能根据季节性蜂群群势和再度迁移率来确定采收配额。
- 更深入地了解巨型蜜蜂的迁徙习惯以及保护重要中途停留区和重要植物资源的意义。
- 分析蜂蜜价值链，以确定关键行动者、制约因素和机遇。
- 评估大蜜蜂属病虫害（包括相关的蜜蜂病毒）的分布、基因序列和影响；
- 确定大蜜蜂属蜜蜂各自区域内的重要植物资源；
- 量化评估目前采收做法的有效性以及提高蜂群再度迁移率的方法；
- 调查当地的激励和参与保证系统，促进采收封盖的成熟蜂蜜；
- 调查巨型蜜蜂蜂群的数量和分布，以确定基准数据，方便未来评估植物资源减少、气候变化、收入来源变化导致采收压力增大、采收方法效率提高以及蜜蜂观光旅游所带来的影响（尼泊尔）；
- 加强植物病害的可持续控制，避免大量使用杀虫剂；
- 促进传统用地，保护生物多样性和大蜜蜂属栖息地；
- 避免种植密集型单一作物；
- 开发具有成本效益、能够快速检测糖浆掺假的方法；
- 针对大蜜蜂属蜂蜜采收和采收后处理程序制定一套操作规范；
- 确定大蜜蜂属蜂蜜的特征，修订《国际食品法典蜂蜜标准》中关于热带蜂蜜的分类；
- 加强推广工作的有效性和责任性，促使猎蜜者将在蜂蜜树上架设梯子的影响降到最低，尽量少用喷烟器，必要时使用天然材料（如干燥棕榈叶）制作喷烟器，不使用明火，只采收成熟蜂蜜等。

结论

猎蜜的可持续性主要取决于能否解决传统社会结构和种群生态学基本资料有限导致的复杂问题。



由于农村猎蜜者的传统做法、认知和信仰与林地和土地利用活动密切相关，未来的保护和研究工作应促进生物多样性，同时发挥固有系统和管理创新的作用。大蜜蜂属的保护对生态系统恢复能力和农村生计具有重要意义，每个全球公民都有责任为此付出努力，包括实施可持续的蜂蜜采收方法。

8.2 无刺蜂（麦蜂族）

8.2.1 简介

与蜜蜂相比，无刺蜂具有高度多样性。蜜蜂只有一个属（蜜蜂属），已知的蜂种数量相当有限，而无刺蜂有 60 个属，近 500 个蜂种，大多数位于新大陆热带地区，在蜂群群势、体型和颜色上有很大差异。

与蜜蜂不同的是，无刺蜂的蛰针高度退化（不能用于防御）或根本没有蛰针，但如果蜂巢受到侵扰，它们可以做出强有力的叮咬动作。

无刺蜂主要分布在热带和亚热带地区，如非洲、澳大利亚、东南亚和美洲。非洲（包括马达加斯加）有各种无刺蜂，当地人也饲养无刺蜂。

Heard（2016）将蜜蜂和无刺蜂的筑巢行为区分如下：

- 蜜蜂用六角形巢脾哺育幼虫和存储食物，而无刺蜂在专门的育虫巢房内哺育幼虫，在大罐里储存食物。
- 蜜蜂主要用蜂蜡筑巢，而无刺蜂将蜂蜡与植物树脂混合制成蜂胶，蜂胶是无刺蜂的主要筑巢材料。
- 无刺蜂通过建造坚固的巢墙和管状巢口进行防御，巢口处有守卫蜂把守，它们会叮咬入侵者，留下树脂残液。
 - 蜜蜂能够严格控制巢内温度；无刺蜂的控温能力较弱，但仍能施加适当的控制。
 - 蜜蜂会定期喂食幼虫，而无刺蜂通过建造育虫巢房提供充足的食物。
 - 蜜蜂会重复利用育虫巢房，而无刺蜂一般捣毁后重建。
 - 蜜蜂主要通过突发性分蜂建立新蜂群（由许多工蜂和老蜂王组成），而无刺蜂则是先建造新蜂巢，再在新蜂王的带领下逐渐移巢。

无刺蜂在热带地区常年活跃，不过在较冷的天气条件下，它们的活跃度会降低。

少数蜂种（*Oxytrigona* 属）会产生下颌分泌物（包括甲酸），而这类物质会引起有痛感的水疱。尽管没有蛰针结构，但无刺蜂的蜂群群势可能十分庞大，可以依靠防卫蜂的数量维持群势。无刺蜂通常在空心树干、树枝、地下洞穴、白蚁巢穴或岩石缝隙中筑巢，但也会在墙洞、旧垃圾桶、水表和储水桶等地方筑巢。蜂王只与一只雄蜂交尾。

许多养蜂人用原始的原木蜂箱饲养无刺蜂，或将蜂群转移到木箱中，因为这样更容易控制蜂箱。有些养蜂人在竹筒、花盆、椰子壳和其他可以循环利用的容器（如水壶、破吉他和其他安全密闭的容器）内饲养蜂群。

无刺蜂产出的蜂蜜和蜂花粉会过剩，以便蜂群度过饥荒期。工蜂在不急缺蜜粉时采集开花植物，会专采喜好的植物。它们还可以向其他觅食工蜂传递距离和方向信息。这种动员同巢伙伴的能力有利于密集授粉，优化花蜜和花粉的采集过程。

Kajobe 和 Roubik（2017）注意到，关于无刺蜂生物学特征的主要研究仍有待完成，包括研究蜂巢

建造和最终结构、防御、觅食、繁殖、等级化和性别决定等方面。

8.2.2 无刺蜂养殖

无刺蜂的驯养在新热带地区（特别是拉丁美洲）很常见，但其他热带地区（特别是非洲）缺乏对无刺蜂生物学特征和行为的基本了解，所以一直无法有效利用无刺蜂的蜂产品。

无刺蜂属于多年生物种，所以繁殖方法具有可持续性。它们很容易通过简单的方法大量繁殖。每个蜂群都是独立生存的，因为总能产生新的蜂王。

8.2.3 产品和服务

只有少数无刺蜂会酿制蜂蜜，但它们的蜂群规模足以达到人类的养殖要求。

无刺蜂通常将蜂花粉和蜂蜜储存在大型蛋形罐里，这种储罐由蜂蜡和各种植物树脂混合而成，有时也被称为“叮聆罐”。这些储罐通常围着中间的一组水平子脾排列，幼虫在子脾上。在任何时候，蜂箱都能容纳 300 ~ 80 000 只工蜂，具体数量取决于无刺蜂的种类。巢穴其余部分（包括管状巢口）的内衬层通常是包含蜂蜡、蜂胶和动物粪便等其他物质的混合物。

虽然无刺蜂的蜂蜜产量不多，但在南美洲和许多非洲地区被视为一种珍贵的药物，用于治疗咳嗽、喉咙感染、肠道疾病和发热，还用于增强生育能力。一些研究表明，无刺蜂蜂蜜具有潜在的有益作用。与西方蜜蜂蜂蜜相比，无刺蜂蜂蜜的含水量和酸度较高，含糖量和酶活性较低。2018 年，Nordin 提出了一套全球统一的无刺蜂质量标准。

虽然无刺蜂受到了高度重视，但多年来一直在某种程度上被储罐蜜标准排除在外，也因商用蜜蜂的广泛使用而被冷落。如今，无刺蜂和无刺蜂蜂蜜又引起了人们的关注。

在服务方面，所有蜜蜂都是优秀的授粉者。每种蜜蜂在授粉领域都有各自的优势，因为授粉者和花朵之间存在匹配关系。无刺蜂是热带生态系统的重要授粉者，可以采集许多开花植物的花粉和 / 或花蜜，而且在携回花粉和花蜜之前，会在不同花朵之间移动。无刺蜂会飞到各种植物上采集花粉和花蜜，是芒果、鳄梨、龙贡果、红毛丹、草莓、荔枝和夏威夷果的主要授粉者。无刺蜂的飞行距离不长：菲律宾无刺蜂（*Tetragonula biroi*）为 250 ~ 500 m，而澳大利亚无刺蜂（*T. carbonaria*）的一般返巢距离和最大返巢距离分别为 333 m 和 712 m。这种短飞行距离也是它们在飞行范围内利用更多植物资源的原因。但无刺蜂在个体上表现出采集粉蜜同一性。

无刺蜂的蜂群可以在蜂箱中饲养，而且很容易运送到需要授粉服务的地方。由于它们的飞行距离很短，蜂群可以均匀地分布在整个农场，确保采集到所有开花植物。

无刺蜂也可以为温室植物有效授粉。近来一项研究表明，菲律宾无刺蜂使辣椒的结果率提高了 74%。特别是，无刺蜂的振动授粉可以用于培育番茄。

无刺蜂蜂蜜和叮聆罐的用途以及无刺蜂作为授粉者的重要性有待进一步研究。

8.2.4 亚洲无刺蜂

无刺蜂是一种很适应热带环境的重要物种，在不同地方可能有不同的当地名称，如马来西亚的“lebah kelulut”、泰国的“channarong”和菲律宾的“lukot”或“kiwot”。它是培植类植物和野生植物的重要授粉者，也是蜂蜜、蜂花粉和蜂胶等重要产品的生产者。

在大多数亚洲国家，由于遗传资源有限，外来西方蜜蜂的养蜂人只能从其他地方引进蜂王。但许多亚洲地区的西方蜜蜂因寄生虫和捕食性天敌的压力而无法在野外存活。西方蜜蜂的繁殖也存在一些



其他问题，例如与本土亚洲蜜蜂竞争筑巢点或植物资源，为入侵杂草授粉、与病原体和寄生虫共同入侵、基因渗入影响本土植物授粉以及改变本土授粉网络结构等。因此，马来西亚、泰国、日本、印度尼西亚和菲律宾正在利用无刺蜂为植物授粉。

2017年，马来西亚为无刺蜂蜂蜜制定了第一个国家标准（Kelulut [无刺蜂] 蜂蜜 - 规范 MS 2683:2017）。Nordin 等（2018）的工作为无刺蜂蜂蜜的第一个准则“Kelulut”奠定了基础。

8.2.5 非洲无刺蜂

非洲热带地区是无刺蜂属种最少的地方，它们的多样性在赤道地区达到上限。非洲无刺蜂比本土非洲蜜蜂（西方蜜蜂）小。

近来对非洲热带地区无刺蜂的研究还是相对较少。在当地导游和原居民的协助下，可以识别无刺蜂的种类。乌干达特瓦族俾格米人（Batwa pygmies）是布恩迪难以穿越的国家公园（Bwindi Impenetrable National Park）附近的当地猎蜜者，他们通过观察体型、颜色和斑点等特征识别无刺蜂。在某些情况下，侏儒响蜜鸫（一种艾伯特裂谷特有的小鸟）可以帮助研究人员找到无刺蜂的蜂巢。

无刺蜂的分类标准有时并不明确，因为蜂种名称会随着时间的推移而改变，而且不同作者对它们的分类和种系发生也有不同的看法。目前对大部分地区多数蜂属的分析不足以辨别它们的形态特征。2004年，Eardley 发表了迄今为止最全面的非洲无刺蜂分类法；他认为非洲热带地区有6个无刺蜂属和19个蜂种，不过从现在看来，他对无刺蜂实际多样性的表述并不充分。由于这个研究领域比较冷门，非洲无刺蜂种的确切数量尚不可知。在2004年Eardley发表文章之前，Kerr 和 Maule 早在1964年便提出非洲有42个无刺蜂种。2007年，Michener 列出了5个无刺蜂属，但在2017年，Kajobe 和 Roubik 提出实际上有8个无刺蜂属（包括目前认定的24个蜂种），而且认为 Michener 的亚属观点在属的水平上是合理有效的。这8个无刺蜂属如下：*Axestotrigona*、*Dactylurina*、*Hypotrigona*、*Liotrigona*、*Meliplebeia*、*Meliponula*、*Plebeiella* 和 *Plebeina*。*Apotrigona* 属需要进一步研究才能更好地加以分类。DNA 条形码是识别形态相似无刺蜂种的最佳工具，即利用相对较短的 DNA 片段识别生物体。

非洲无刺蜂属种的数量在各个国家有所不同。例如，坦桑尼亚有6个无刺蜂种，同样，根据2013年 Pauly 的 Hora 的报告，埃塞俄比亚也有6个无刺蜂种。人们在喀麦隆的巴门达阿弗洛蒙塔内森林（Bamenda Afromontane Forests）发现了6种无刺蜂（4个无刺蜂属），而在肯尼亚的卡卡梅加森林（Kakamega Forest）也发现了6种。同时，2011年的事实证明，无刺蜂的多样性在加纳尤为明显，Aidoo 和同事讨论了包含11个蜂种的5个无刺蜂属。然而，人们在乌干达布恩迪难以穿越的国家公园只发现了5种无刺蜂（2个无刺蜂属）。最后，加蓬中部的 Makandé Forêt des Abeilles 可以说是无刺蜂的一个聚集区，Roubik 在1999年便描述了总共14种无刺蜂。

Meliponula bocandei 是非洲最有名的一种无刺蜂，对于进一步了解非洲无刺蜂的种系发生具有重要意义。*M. bocandei* 的分布范围包括非洲的大部分热带地区（安哥拉、喀麦隆、刚果、几内亚、肯尼亚、利比里亚、莫桑比克、尼日利亚、坦桑尼亚和乌干达），它的蜂蜜在这些地方受到高度重视。据悉，一个蜂巢可以产生5~18升的优质蜂蜜，而且无刺蜂也容易处理。

筑巢

无刺蜂可以通过它们的蜂巢进行识别。蜂巢是无刺蜂分类的重要元素，特别是在鲜有研究的近赤道非洲热带地区。大多数无刺蜂蜂巢的特点之一是极好的保温性。大树干或土壤上的蜂巢格外保温。

许多无刺蜂种，特别是潮湿热带地区的无刺蜂，都无法承受寒冷的天气条件。蜂巢内有不同形状和排列方式的育虫巢房和食物储存容器。花蜜或成熟蜂蜜储存在蜂巢最里端（繁花盛开期间），也有一些储存在育虫区周围。

非洲的无刺蜂养殖活动并不普遍。蜂蜜采收具有一定破坏性，因为许多无刺蜂种的蜂巢建在地下或树干上。大多数蜂巢不在蜂箱内，无刺蜂养殖需要进一步了解无刺蜂的蜂巢结构。蜂巢结构是蜂种的一个特点，可以体现蜂种的特征。关于蜂巢的信息包括蜂巢内腔大小或容积、管状入口大小、蜂巢保温性、排水和废物清理结构、子脾、食物储存罐大小和排列、温度耐受性、防御机制以及对特定蜂巢位置的反应等。蜂巢还有助于确定蜂种的饲养方法，不管是为了产蜜还是授粉。只有打开蜂巢才能观察蜂巢的内部结构以及蜂群攻击或立即躲避等防御行为。但人们很少研究蜂群对个别体小捕食性天敌（如捕食蜂巢内蜜蜂的昆虫）的防御反应。

在2009年的一项非洲详细研究中，Mogho Njoya发现6种无刺蜂的蜂巢结构在育虫巢房排列、储罐排列、巢口形状和蜂巢构造等方面具有明显的设计特点。育虫巢房以垂直巢脾、水平巢脾或群集形式排列。巢房的形状和大小各不相同，育虫区有时有总苞保护。*Meliplebeia beccarii* 无刺蜂的蜂巢建在土壤上，表现出 *Plebeilla* 和 *Plebeina* 等常见非洲地巢蜂所有其他蜂属的一般筑巢特征，即 *Meliplebeia beccarii* 的蜂巢由育虫区、总苞层区和储罐区组成。水平巢脾围绕中心点修造，同时建造巢房。

根据非洲无刺蜂的筑巢生态学，它们的蜂巢是一种长期固定物，可能经久耐用，堪比无刺蜂活动的森林林木。无刺蜂蜂巢的选址和结构是筑巢材料、蜂巢位置和蜂群好斗或隐蔽特征等因素综合作用的结果。猎蜜者（包括灵长目和其他脊椎动物）利用蜂巢入口猎蜜，一般跟随飞行蜜蜂的声音或踪迹或对着蜂巢吹风找到蜂群。无刺蜂的蜂巢入口因蜂种而异，有些是简单的孔洞，有些则呈圆顶状或喇叭状。弱群的入口小，容易防御。但小入口有一个缺点：在觅食活动频繁时，蜂群会出现进出拥堵和碰撞的情况。无论蜂群群势或蜜蜂个体是大是小，非洲无刺蜂蜂群的蜂巢入口都很小或不显眼。许多无刺蜂蜂群常遭到非洲黑猩猩的捕食，这些黑猩猩会用棍子从各种蜂巢中捣出蜂花粉、幼虫和蜂蜜。因此非洲无刺蜂更喜欢不显眼的蜂巢入口，而且活动也比较隐蔽，与亚洲或美洲无刺蜂完全不同。非洲无刺蜂的蜂巢多样性（特别是对大型白蚁或蚂蚁巢穴的利用）可能还有另一个原因，即非洲大型动物的威胁，包括土豚、鼬鼠、灵猫、猿猴和人类等。一般情况下，这些动物不咬食大型脊椎动物。

无刺蜂养殖

与西非和非洲南部相比，非洲热带地区的无刺蜂养殖在东非更普遍。Marcelian等（2009）研究了坦桑尼亚试验蜂箱中每个蜂群的蜂蜜产量。蜂蜜产量因蜂种而异：*Meliponula ogouensis* 的平均产量为3.2 L，*Meliponula lendliana* 为2.7 L，*Dactylurina schmidtii* 为1.6 L，*Plebeina hildebrandti* 为0.6 L。这些研究结果表明，坦桑尼亚的无刺蜂养殖业具有良好的潜力，因为当地的无刺蜂种类多样性最高。

加纳的无刺蜂养殖近来才开始，属于蜜蜂属养殖业的补充活动。如果蜂箱设计合理，蜂群管理得当，养蜂人便可在不损害蜂群的情况下从无刺蜂蜂群中采收蜂蜜。如今，非洲的许多地方都是将原木蜂箱与其他箱体一起使用。这些蜂箱的中间有一个飞行入口，两端用切割成相适形状的木片或编织材料封闭。城市化以及某些地区大量清除植被的情形使得蜂群食料和潜在筑巢点减少，导致较难获得养蜂活动所需的种蜂。此外，滥施农药和普遍污染灭杀了许多蜂群。但食料竞争是养蜂人面临的最大难题。



无刺蜂蜂蜜

无刺蜂蜂蜜，又称储罐蜜，含水量比蜜蜂蜂蜜高，酸度稍大，但仍然十分美味可口。许多无刺蜂并不局限于觅食花蜜、花粉和蜜露，而这些是蜜蜂蜂蜜的基本材料。但无刺蜂的蜂蜜产量远不及蜜蜂。

人们认为储罐蜜具有一定疗效，在非洲热带地区的民间医学中发挥着重要作用，因此备受追捧。无刺蜂蜂蜜与草药并用常用于治疗咳嗽、喉咙感染和发热，以及增强生育能力。腹泻和肠道蠕虫等消化系统问题也可以用这种蜂蜜治疗。无刺蜂蜂蜜非常珍贵：在非洲，由于文化重要性，它的价格比蜜蜂蜂蜜高。但多年来一直在某种程度上被蜂蜜标准排除在外，无刺蜂也因商用蜜蜂的广泛使用而被冷落。如今，无刺蜂和无刺蜂蜂蜜又引起了人们的关注。

他们正在努力为东非产地的无刺蜂蜂蜜制定管控措施和标准，从而使这种蜂蜜成为适销产品。这将为许多地区提供巨大的经济推动力，但最重要的是，这可以明确无刺蜂的价值，也是确保无刺蜂得到保护的重要环节。东非共同体（由布隆迪、乌干达、肯尼亚、坦桑尼亚、卢旺达和南苏丹组成）已经制定了一套统一的无刺蜂蜂蜜标准。根据这套标准，在按照规定的测试方法进行测试时，蜂蜜应符合明确规定的要求。蜂蜜标准如下：

- 含水量（质量百分浓度 [% m/m]，上限）：32；
- 还原糖（% m/m，下限）：50；
- 蔗糖（% m/m，上限）：6；
- 酸度（% m/m，上限，毫克当量 [mEq/kg]）：85；
- 灰分（% m/m，上限）：0.5；
- 羟甲基糠醛（mg/kg，上限）：40；
- 淀粉酶活性（Schade，下限）：3.0；
- 不含可能对人体健康造成危害的重金属，按照规定的测试方法进行测试时，重金属含量在规定

范围内；重金属标准如下：

- 铅（mg/kg，上限）：0.1；
- 砷（mg/kg，上限）：0.1；
- 锡（mg/kg，上限）：5.0；
- 镉（mg/kg，上限）：0.001；
- 汞（mg/kg，上限）：0.03。

授粉

关于无刺蜂授粉作用的文献资料已经越来越多了，但到目前为止，关于非洲无刺蜂的数据还是不足。虽然撒哈拉以南非洲的现有蜂种数量尚不清楚，但目前已经发现了 2 600 个蜂种。其中大多数是有效授粉者，但 80 种寄生蜂除外。群居无刺蜂可能比独居无刺蜂更容易管理，但无刺蜂养殖向农业扩展应做进一步研究。鉴于开花植物和访花昆虫的丰富多样性，热带地区一直是理想的进化天堂，可以在植物与昆虫、植物与植物以及昆虫与昆虫的相互作用下发展出惊人的多样性，不过动植物为了生存和繁殖而进行的持续竞争可能在一定程度上制约这种多样性。特别是，植物已经进化出了各种美丽花形、开花特征和物候策略，以便在种间和种内竞争中获胜，赢得授粉者的青睐。在所有的热带生境中，最丰富的花客是蜜蜂，特别是无刺蜂（*Apidae, Meliponini*）、熊蜂（*Apidae, Bombini*）和蜜蜂

(*Apidae*, *Apini*) 等真社会性的有喙蜂。一个蜂群能否存活主要取决于觅食的工蜂能否采集到碳水化合物（通常是花蜜）和蛋白质（通常是花粉）。授粉者的有无和他们提供的授粉服务会影响到作物生产的质量和数量。2012年，Asiko 在肯尼亚进行了一项研究，他测试了3种无刺蜂和西方蜜蜂对两种草莓的授粉效率，以便向商业化农户提出提高作物产量和果实质量的建议。草莓的最佳授粉需要各种蜜蜂和无刺蜂，而促进昆虫授粉/提高各种授粉者（包括无刺蜂和蜜蜂）的访花率可以提高草莓的质量一致性和适销性。因此，种植草莓的农户最好利用最适合当地气候条件的蜂种进行授粉。

无刺蜂威胁因素

森林采伐、丛林火灾和野外猎蜜导致生境消失以及害虫和捕食性天敌等因素都会威胁到非洲无刺蜂的保护。大多数无刺蜂是树栖动物，所以砍伐树木会导致蜂群消失。在干旱季节频繁发生的丛林火灾会烧毁树木或装有无刺蜂的简易蜂箱。许多农村地区的当地人都对无刺蜂的蜂巢有一定了解。在采收蜂蜜时，他们经常焚烧蜜蜂，破坏蜂群。家养无刺蜂面临的最大障碍是捕食性天敌和害虫，特别是蜂箱小甲虫（鞘翅目：露尾甲科），这种甲虫的幼虫可以摧毁整个蜂群。蜂箱小甲虫的成虫可以和蜜蜂和无刺蜂紧密生活在一起。如果蜂箱小甲虫有机会在蜂群内产卵孵化，它们的幼虫会迅速摧毁蜂群或导致蜂群弃巢而去。蜥蜴、蚂蚁和蜘蛛等其他捕食性天敌也会对无刺蜂蜂群构成威胁。

虽然目前的研究尚未深入探讨人类干扰对蜂群的影响，但可以确定的是，蜂群的授粉活动受到了不利影响。在非洲，许多人类活动（如农业生产、牲畜管理、木材采伐、城市化以及导致植被消失的所有常见人类干扰）最终都会导致生境破碎化。生境破碎化指的是原来连续成片的生境被变化后的植被分割成空间独立的生境碎片。这种现象又会转而在空间上分隔植物群和动物群，导致它们的数量减少。随着时间的推移，破碎化现象会对生境的各组成部分产生不同影响。目前的研究尚未深入探讨土地用途改变引起的蜂群反应以及热带地区生境破碎化对所有当地蜂群的影响。

8.2.6 美洲无刺蜂

美洲的无刺蜂养殖业有悠久的历史。无刺蜂养殖活动可能起源于1400~1900年前的墨西哥尤卡坦半岛和危地马拉北部，到12世纪才开始盛行。自前欧洲时代以来，中美洲系统养殖的无刺蜂只有两种：马雅皇蜂（*Melipona beecheii*）（原产地：尤卡坦半岛，玛雅语名称：Xunan kab、Kolel kab 或 Pool kab）和墨西哥无刺蜂（*Scaptotrigona mexicana*）（原产地：墨西哥中部高地，纳瓦特尔语名称：Pisil-nekmej，Tutunaku 语名称：Taxkat）。这两种无刺蜂都是在树洞里筑巢，因此可能比较适合在人工蜂箱内饲养。在尤卡坦半岛，马雅皇蜂一般养在空心原木中，而在普埃布拉和韦拉克鲁斯的高原地区，墨西哥无刺蜂通常成对相接的陶罐里。专为无刺蜂设计的木制蜂箱也得到了越来越广泛的使用。

中美洲（特别是玛雅人聚集的地区）有丰富的无刺蜂养殖经验。各种考古资料，特别是马德里手稿（其中描述了牧师和神父饲养马雅皇蜂）都可以很好地证明这一点。

在中美洲之外，欧洲时代之前实际上没有无刺蜂养殖活动。在亚马孙地区，卡亚波人（Kayapó）能够识别不同的无刺蜂种，而且了解它们的许多生物学特征。无刺蜂在卡亚波人的民族生物学中发挥了重要作用。卡亚波人至今仍在以半家养的方式饲养无刺蜂，他们可以根据季节采收蜂蜜。

养蜂蜂种、技术和设备

据悉，新热带区的麦蜂族有34个属和400个种，分布在从墨西哥到阿根廷范围内的所有国家（智利除外）。近年来提出的新属有：哥伦比亚的 *Paratrigonoides*（单型，*P. mayri*，2005年）、玻利维亚和



秘鲁的 *Plectoplebeia* (单型, *P. nigrifascies*, 2016 年)。在这个地区, 麦蜂族种类最少的国家是乌拉圭 (只有 *Mourella caerulea*、*Plebeia emerinaoides* 和 *Tetragona clavipes* 3 种)。

尽管新热带区有各种各样的无刺蜂, 但被人熟知并应用到无刺蜂养殖活动的无刺蜂种很少。例如, 南美洲安第斯国家有 13 个无刺蜂属和 51 个无刺蜂种, 但根据相关国家的资料显示, 实际应用的蜂种比例不足 50% (图 8-34)。

Tetragonisca 属包含 4 个无刺蜂种, 是整个新热带区最著名、最常用于无刺蜂养殖的蜂属。*Tetragonisca fiebrigi* 是一个从墨西哥分布到阿根廷的无刺蜂种, 在分布范围内的所有国家养殖和管理。在当地管理的其他蜂种有: 哥斯达黎加、厄瓜多尔和巴拿马的 *T. buchwaldi*; 阿根廷、玻利维亚、巴西和巴拉圭的 *T. fiebrigi*; 以及玻利维亚、巴西和秘鲁的 *T. weyrauchi*。

无刺蜂属只出现在新热带区, 目前已发现 74 个无刺蜂种。墨西哥和中美洲有 4 个无刺蜂种。其中马雅皇蜂 (*M. beecheii*) 应用最广泛, 养殖历史超过 14 个世纪。在安第斯地区的 8 个国家中, 有 15 个无刺蜂种已被其中的 6 个国家登记使用。其中最广泛使用的蜂种是 *M. eburnea*、*M. favosa* 和 *M. indecisa*。巴西的无刺蜂养殖业使用了 21 个蜂种, 其中 *M. quadrifasciata anthidioides*、*M. fulva* 和 *M. rufiventris* 使用最广泛。

其他较少使用的蜂种属于 *Scaptotrigona* 属和 *Frieseomelitta* 属。*Scaptotrigona mexicana* 广泛应用于墨西哥和其他中美洲国家, 对传统无刺蜂养殖业具有重要意义。

许多美洲国家仍使用空心原木进行无刺蜂养殖。这些原木 (在尤卡坦人的玛雅语中称为 “hobones”) 大小不一, 但直径至少在 25 cm 左右。中美洲地区也普遍使用专门制作的陶土罐。商业养蜂人在木箱中养殖蜂群, 木箱通常有标准尺寸, 具体取决于蜂巢大小。这类木箱通常被称为 “合理” 蜂箱。在合理蜂箱中, 食物罐相对于幼虫的位置与其他蜂箱不同。合理蜂箱主要有卧式和立式两种。在立式蜂箱中, 幼虫位于塔状蜂箱底部的育虫箱内。随着蜂群群势的增大, 通常在育虫箱上方添加蜂蜜和蜂花粉罐。在卧式蜂箱中, 食物罐一般在育虫区旁边。随着蜂群群势的增大, 食物罐占据育虫区两侧, 最后可能覆盖育虫区。这两种蜂箱都可以添加继箱, 以容纳不断增多的幼虫和食物储备。

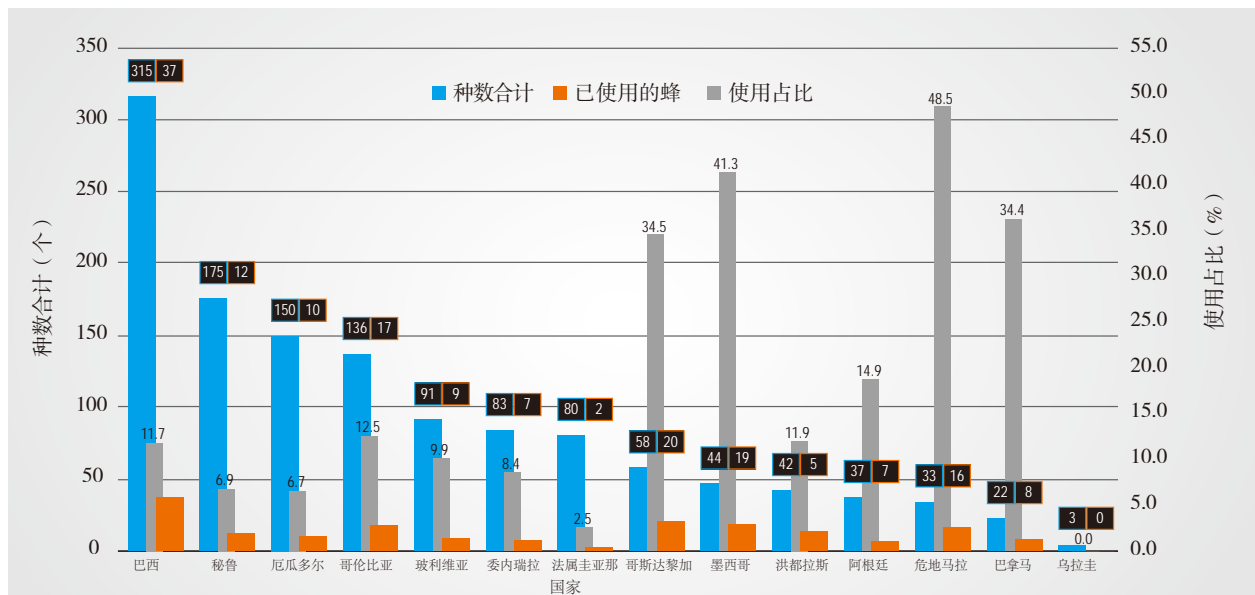


图 8-34 新热带区国家使用的无刺蜂种数量和占比

养殖无刺蜂的目的主要是采收蜂蜜，这些蜂蜜可以药用，在玛雅地区的一些仪式上有至关重要的作用。养蜂人用手从原木或陶土罐中提取蜂蜜，储存蜂蜜的罐器通常已经破裂。技术更先进的养蜂人可以用注射器或小型电动泵提取蜂蜜。墨西哥无刺蜂的养蜂人开发了一种可以用离心机（类似蜜蜂养蜂人使用的离心装置）提取蜂蜜的管理系统。养蜂人还可以从蜂箱中获得少量的蜂花粉和蜂胶。

无刺蜂养殖商业和发展

无刺蜂养殖业在巴西和墨西哥比较发达。无刺蜂养殖业曾是一些南美原住民的重要生计来源，但这个养蜂传统并未延续至今，如今许多年轻人并不知道无刺蜂的存在，也不认为它们很重要。但人们正在重新关注无刺蜂，许多非政府组织、教育中心和养蜂人协会正在努力收集和传播古代和现代无刺蜂养殖知识。

阿根廷米西奥内斯省在无刺蜂养殖、管理和研究方面有近30年的历史。阿根廷查科的土著和克里奥尔人进行无刺蜂的蜂蜜生产活动，最常使用 *T. febrigi* 和 *Scaptotrigona jujuyensis* 这两种无刺蜂。

玻利维亚的所有民族都曾养殖过无刺蜂。目前，无刺蜂养殖项目集中在国家公园区。圣克鲁斯-德拉谢拉的东部生态协会（Asociación Ecológica del Oriente）以及社区家庭无刺蜂养蜂人协会（Sociedad de Meliponicultores Familiares Comunitarios）都有恢复蜂种应用和传播养蜂知识的项目。他们希望通过无刺蜂养殖活动保护圣克鲁斯的安博罗国家公园（Amboró National Park）。此外，亚马孙北部农民研究和促进中心（Centro de Investigación y Promoción del Campesinado Norte Amazónico）也促进了亚马孙玻利维亚地区本土蜂种的养殖活动。

Wichi 族年轻人在阿根廷、玻利维亚、巴拉圭的三国交界处采集和交易野生蜂蜜。在慢食运动的号召下，他们开始向布宜诺斯艾利斯的团体企业和公平交易商店提供产品。

目前哥伦比亚人对无刺蜂养殖活动有很大兴趣，主要体现在亚马孙哥伦比亚地区养蜂活动的合法化以及产品获取和商业化的授权。亚马孙南部可持续发展公司（Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia，简称“Corpoamazonia”）和亚马孙北部和西部可持续发展公司（Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico，简称“CDA”）已经通过决议^①确立了无刺蜂养殖项目作为自然森林保护途径的标准，从而保护授粉服务和其他环境服务。此外，为了支持武装冲突受害者群体的生计，无刺蜂养殖相关的生产和保护项目也在不断确立。私营公司和一些非政府组织为其他地区（东部平原、哥伦比亚加勒比地区）农业群体的地方项目提供支持。

厄瓜多尔普扬戈县（Puyango）市议会于2019年宣布 *Scaptotrigona postica*（也称为“catana”，一种无刺蜂）为该县的自然和生物文化遗产。“Las Meliponas”协会获得了产品和副产品的商业化授权。普扬戈县还成立了无刺蜂养蜂人协会（Asociación de Meliponicultores de Puyango）。农业、畜牧业、水产养殖和渔业部门也在支持亚马逊地区的无刺蜂养殖项目，特别是在稳定蜂蜜价格和传播维马尔蜂（*Melipona indecisa*）知识方面发挥了重要作用。

在亚马孙秘鲁地区，乌尔克中心（Centro Urku）等非政府组织和雷斯廷加协会（Asociación La Restinga）等民间协会正在开展当地的无刺蜂养殖项目。他们推广无刺蜂种管理的良好做法，帮助减少野生蜂蜜采集过程中的不合理开发和乱砍滥伐。秘鲁的无刺蜂养殖业还有待发展。这是一项价值被低估的活动，而为了宣传无刺蜂知识，让无刺蜂得到利用，同时保护无刺蜂和它们的生境，相关各方需要付出共同努力。

^① 2018年9月24日第1246号决议（Corpoamazonia）和2019年4月29日第120号决议（CDA）。



在委内瑞拉，无刺蜜蜂也称为“criollitas”，通常按照基本方式处理，但无刺蜂的养殖和管理也和其他国家一样正变得越来越普遍。委内瑞拉各地举办了各种活动传播当地无刺蜂和管理系统的相关知识。在 Vit (2008; 2013) 的努力下，一些委内瑞拉无刺蜂种（特别是亚马孙地区的无刺蜂，如 *M. favosa* – “erica”，*M. compressipes* – “guanota llanera”）的蜂蜜特点已被确定。

在 22 种无刺蜂中，巴拉圭使用的蜂种占比最高，尤其偏好使用 *T. angustula* 和 *T. fiebrigi*。

农业和畜牧业部下辖的养蜂部成立于 2009 年，已制定了一个全国性的养蜂和无刺蜂养殖计划，旨在提高可再生资源的竞争力，从而使 8 000 多名养蜂人受益。2019 年 11 月，他们与哥伦比亚签署协议，共同举办无刺蜂养殖国际大会。

商业化和质量标准

无刺蜂酿制的蜂蜜具有特别的理化、微生物、感官和药理特性，与西方蜜蜂酿制的蜂蜜完全不同。这些差异或多或少取决于蜂种的不同（表 8-9）。除了文化和宗教意义外，无刺蜂产品还可以为家庭提供收入来源，这些高度独特的蜂产品越来越受到绿色或生态市场的青睐。但无刺蜂养殖活动和无刺蜂产品都缺少可以保护、支持和控制产品质量的法律框架。

2014 年的都灵慢食会议审议了一项支持新热带区无刺蜂产品的动议。值得注意的是，《阿根廷食品法》（第十章）列入了 *Tetragonisca fiebrigi*（又称为“yateí”“rubita”或“mestizo”）蜂蜜。这是南美洲第一部关于无刺蜂蜂蜜的全国性立法，也是各部门共同努力的成果。

亚马孙哥伦比亚地区也有关于无刺蜂养殖和交易管理的立法。

表 8-9 无刺蜂和西方蜜蜂的蜂蜜比较

参数	无刺蜂（标准或范围）	蜜蜂（西方蜜蜂）
含水量（g/100 g）	<i>F. varia</i> – <i>Geotrigona</i> (E) 15 ~ 38.4	20 ~ 21
游离酸度（mg 当量 /kg）	<i>M. favosa</i> (V) – <i>Geotrigona</i> (E) 12.7 ~ 807	50
灰分（g/100 g）	<i>M. favosa</i> (C) – <i>F. varia</i> (E) 0.01 ~ 1.1	0.6
羟甲基糠醛（mg 当量 /kg）	<i>M. mimetica</i> (V) 0.3 ~ 28	40 ~ 60
淀粉酶活性（ND）	<i>M. eburnea</i> (C) – <i>T. angustula</i> (C) 0 ~ 16.2	8
总糖量	少	多
黏度	低	高
巢内储备	储罐	巢脾
发酵	经常	不经常
其他感官属性	较酸、较苦	

改善和支持美洲地区无刺蜂合理养殖的策略

- 从事无刺蜂养殖活动的一般是当地农户。因此，在养殖过程中应同时维护当地知识和传统以及

公平交易。

- 无刺蜂养殖活动在一些地区越来越普遍，而且增长迅速，导致可用信息和合格指导有所欠缺。蜂群的跨地区流动需要得到管制。

- 大规模生产无刺蜂产品和养殖授粉蜂群需要通过有效的方法繁殖和管理蜂群，以减轻自然蜂群的压力。

- 无刺蜂产品的市场取决于生产和分销的可靠性。目前，产量较低，交易有限，而且不允许出口。

- 产量增加也会面临储存和价格波动问题。将无刺蜂产品导向特定市场（如健康或天然产品市场）可能是一个解决方法。

- 在无刺蜂及其产品的生物学特征、授粉服务以及特性方面，需要开展更多基础性、应用性和延伸性工作。

8.2.7 大洋洲无刺蜂

大洋洲已在蜜蜂进化之前与旧大陆分离，因此没有本土蜜蜂。但在大陆分离之前，无刺蜂确实存在，它们分布在澳大利亚、巴布亚新几内亚、西巴布亚和所罗门群岛，但不包括新西兰和大部分其他太平洋岛屿国家和地区。在岛屿生态系统中，外来蜂种可以在原本贫乏的蜂类动物群中成为最多样、最丰富的组成部分。在太平洋群岛西南区的斐济、萨摩亚和瓦努阿图，一些证据表明，大多数（或全部）Apid 蜂和切叶蜂（Megachilid）都是人类引入的。法属波利尼西亚也可能发生类似情况。夏威夷群岛可能只有 69 个本土蜂种，已记录的外来蜂种有 14 个。

美拉尼西亚

巴布亚新几内亚群岛在更新世时期仍然是澳大拉西亚大陆块的一部分，关于蜂种的记录相对较少。在巴布亚新几内亚，当地人一般从 *Tetragonula (plebia)* 和 *Tetragonula (tetragona)* 亚属的无刺蜂蜂巢中采收蜂蜜和蜂蜡（Kidd, 1979），可能还食用它们的幼虫（Bodenheimer, 1951）。据悉，无刺蜂也生活在新几内亚附近的所罗门群岛上，岛上居民采集和食用无刺蜂昆虫，可能也利用无刺蜂产品（Crane, 1999）。虽然无刺蜂在许多自然生态系统中是保障植物生物多样性的关键昆虫，但在巴布亚新几内亚和所罗门群岛等发展中国家，无刺蜂养殖仍然还是一种非正规化活动：技术知识匮乏，管理实践尚未标准化。为促进无刺蜂养殖业发展所作的研究可以为农村地区提供其他对环境影响较小的创收机会，而且有助于食品和营养保障。

以能力建设、人工分蜂、病虫害管理和蜂箱标准化为重点的伙伴关系可以促进无刺蜂养殖业的转型，成为这些地区提高粮食产量和促进可持续发展的重要途径。

澳大利亚

澳大利亚现有 1 700 多种本土蜂，其中 11 种为无刺蜂。它们都属于 *Tetragonula* 或 *Austroplebeia* 属，最常见的两个蜂种为 *Tetragonula carbonaria*（30 个亚种）和 *Austroplebeia australis*（5 个亚种）。它们的名称各种各样，包括澳大利亚本土蜜蜂、本土蜂、糖包蜂和汗蜂。它们体型小，颜色深，后足较长、有毛，用于携带花蜜和花粉，通常利用空心树木、老旧软木、木质茎和裸露地块等各种材料筑巢。1990 年以前，澳大利亚无刺蜂被称为 *Trigona*。*Austroplebeia* 属在澳大利亚和新几内亚有 5 个本土蜂种，而 *Tetragonula clypearis* 和 *T. sapiens* 在东南亚也有存活。*Tetragonula* 的其他蜂种是澳大利亚的特有物种。所有这些蜂种的体型都很小，工蜂体长在 3.5 ~ 4.5 cm。但这些昆虫在生态学和筑巢行为



上有明显差异：蜂巢体积从 1 L (*Austroplebeia essingtoni*) 到 10 L (*T. hockingsi*) 不等，育虫结构可以是常规巢脾 (*T. carbonaria*)，半巢脾 (*T. hockingsi* 和 *T. davenporti*)、群集 (*A. australis*、*T. clypearis*) 或同心层 (*A. cincta*) 结构，一些蜂种为了避免捕食性天敌的攻击会建造外部入口通道。

所有本土蜂的蜂蜜年产量不超过 2 L，大多数少于 0.5 L。澳大利亚的无刺蜂一般分布在降水量最高的地区以及森林多样性和丰度高的地区。无刺蜂生活在澳大利亚北部的热带和亚热带地区，*T. carbonaria* 耐寒，是分布最南的一种无刺蜂。昆士兰的无刺蜂种类最多，但在这个州尚未发现 *A. essingtoni* 和 *T. mellipes*。*T. clypearis* 和 *T. sapiens* 等蜂种只分布在昆士兰北部的热带地区，最近还在那里发现了一个新蜂种 (*A. magna*)。

历史

无刺蜂及其产品使用是澳大利亚土著文化遗产的重要组成部分。我们在澳大利亚发现了无刺蜂蜂巢的岩画，这里的无刺蜂书面资料最早可以追溯到公元 1500 年左右 (图 8-35)。

1999 年，Crane 从历史角度对澳大利亚原居民的无刺蜂传统进行了全面描述，大部分历史信息主要基于 Bodenheimer 在 1951 年和 Tettamanti 在 1983 年提供的第一手资料。1859 年，查尔斯·达尔文写道：“引入的蜂群正在快速消灭本土的小规模无刺蜂群。”无刺蜂在塔斯马尼亚州已经灭绝，而且在维多利亚州可能也灭绝了。许多早期记录提到的所有蜂种并非都已被了解，表 8-10 只列出了蜂蜜和蜂蜡已得到利用的蜂种。

无刺蜂养殖在许多方面比蜂巢猎蜜 (例如从大蜜蜂和东方蜜蜂的蜂巢中猎蜜) 更简单。

无刺蜂的蜂巢一般更靠近地面，筑在较小的树上，因此更容易钩到和打开。无刺蜂不蜇人，因此工作时需要的设备较少。通常不需要喷烟驱赶蜂群，斧头是主要工具，用于劈开蜂巢。

当前背景

近年来，澳大利亚对本土无刺蜂种的关注日益提高，养殖活动不断增加，一些保护团体也随之成立。在过去的几十年里，本地养蜂业从无 (1984 年) 到有不断快速发展。无刺蜂养殖业的发展得益于 Heard 自 1988 年以来开发的繁殖和管理技术以及澳大利亚本土蜂研究中心 (ANBRC) 的教育培训成



© CRANE E.

图 8-35 西澳大利亚州金伯利佩鲁巴 (Perulba) 的无刺蜂蜂巢岩画



© SCHOUTEN C.

图 8-36 新南威尔士州北部的 *T. carbonaria* 蜂群

果等其他工作。Halcroftin (2013) 近来对澳大利亚无刺蜂养殖业的研究表明，在过去的十年里，该产业的养蜂人数量增加了 2.5 倍，家养蜂群的数量增加了 3.5 倍。但该产业仍然相对不发达：2010 年，澳大利亚的养蜂业余爱好者约占养蜂人总数的 78%，而 54% 的养蜂人只有一个蜂群。

大多数本土蜂养蜂人的目的是享受养蜂过程或保护自然环境，这也凸显无刺蜂养殖业的一种新价值。尽管人们对澳大利亚无刺蜂群及其产品的需求量很大，但目前养殖蜂群的养蜂人数量有限，所以仍然还是供不应求。2010 年，澳大利亚的无刺蜂产蜜量约为 254 kg。

表 8-10 澳大利亚原住民使用的几种无刺蜂

蜂种	地区或州
<i>Austroplebeia australis</i>	南部各州
<i>A. essingtoni</i>	
<i>Tetragonula carbonaria</i>	南部各州、约克角，昆士兰
<i>T. hockingsi</i>	约克角、昆士兰
<i>T. laeviceps</i>	约克角、昆士兰
<i>T. melilpes</i>	阿纳姆地、北领地
<i>T. wybenica</i>	约克角、昆士兰

授粉

澳大利亚尚未像其他国家一样成功实施和利用无刺蜂的授粉服务。澳大利亚的农户主要依靠引入的西方蜜蜂为作物授粉。不过，本土蜂可能更适合为某些作物授粉。与西方蜜蜂相比，无刺蜂可能更适合为热带植物授粉，因为它们会伴随这些植物进化。事实证明，无刺蜂是夏威夷果和杧果等作物的重要授粉者。它们还可以为草莓、蓝莓、西瓜、柑橘类水果、鳄梨、荔枝等许多其他植物授粉。但 2010 年的数据表明，提供授粉服务的无刺蜂在业内无刺蜂总数中的占比不足 4%。在澳大利亚，利用无刺蜂为作物授粉的研究仍处于早期阶段，但我们可以看到无刺蜂的巨大潜力。研究表明，无刺蜂在温室等密闭空间内有非常出色的工作能力。在澳大利亚，本土蜂授粉服务的价格从 10 ~ 50 澳元不等，虽然不及蜜蜂的授粉服务普遍，但无刺蜂可以在蜜蜂蜂群数量预测不足时作为弥补，不过它们作为授粉者为各种其他作物授粉的效果需要进一步研究。

本土蜂动物群的主要威胁包括：开荒和农业行为导致蜂群失去筑巢点和觅食点、外来植物的传播和气候变化的后果等。

改善和促进行业发展的建议

建立无刺蜂蜂蜜的统一标准和无刺蜂养殖的最佳实践准则可以促进这种养殖业的进一步发展，让更多人养殖无刺蜂。

促进无刺蜂养殖业发展的建议如下：

- 除非已制定严格的生物安全协定，已进行全面的影响评估且有重大需求，否则不建议蜂群跨国流动，特别是引进供人类使用的外来蜂种时。
- 加强面向当地居民、关于本土蜂的宣传教育活动，以推广良好的管理方法，减少杀虫剂的影响，为蜂群提供和保护重要生境。
- 通过研究更全面地了解野外采集蜂蜜和蜂群所造成的影响，同时在依赖蜂产品产生收入的农村



群体中推广改良后的养殖系统。

- 通过研究确定对无刺蜂养殖系统的生产力和盈利能力有影响的具体管理方法。
- 通过范围界定研究了解巴布亚新几内亚和所罗门群岛发展无刺蜂养殖业的潜力。
- 通过进一步研究改良蜂群繁殖、蜂王饲养、雄蜂饲养、潜在人工授精等技术。

8.2.8 结论

鉴于无刺蜂更适合在热带地区授粉，而且容易运送到需要授粉服务的地区，为了改善和促进无刺蜂养殖业的发展，应鼓励利用无刺蜂的授粉服务。

事实证明，不管是为了提供授粉服务，还是为了生产有价值的蜂产品，无刺蜂养殖在亚洲具有可持续性。本土蜂种适合为本土植物授粉，对病虫害也有相对较强的抵抗力。由于无刺蜂基因库的多样性，育种不是问题，这一点与西方蜜蜂不同。无刺蜂不会蜇人，可能经常出现在教授生物多样性的学校课堂上。虽然它们的蜂蜜产量远不及西方蜜蜂，但研究表明，无刺蜂蜂蜜具有更高的营养价值和治疗价值。蜂胶可以用于蜂疗，因此成为商业价值最高的蜂产品。

8.3 熊蜂属

8.3.1 简介

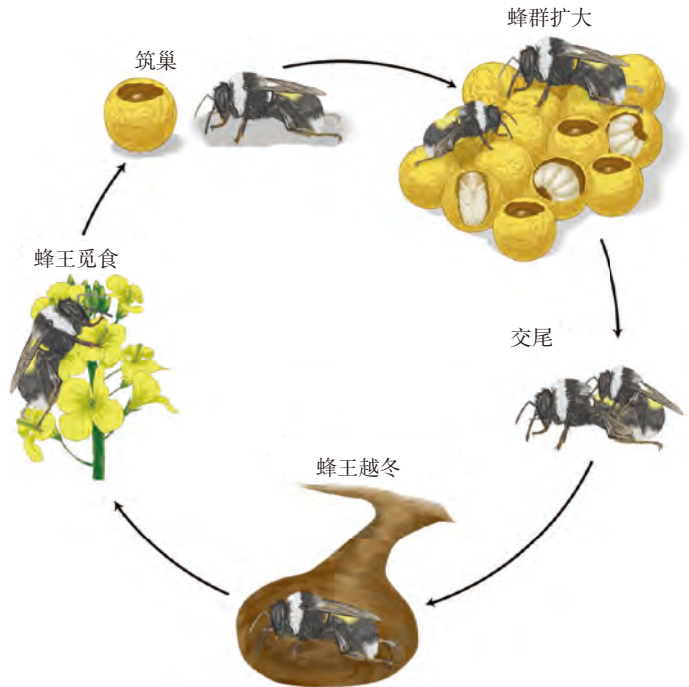
熊蜂属（图 8-37）包含 250 多个蜂种，除了南极洲、澳大利亚、新西兰、马来亚群岛大片地区和撒哈拉以南非洲以外，世界上大多数地区都有本土熊蜂。大多熊蜂分布在温带气候区，尽管有些也生活在（亚）热带地区。从分类学角度而言，熊蜂和蜜蜂同属蜜蜂科（膜翅目）。和蜜蜂一样，熊蜂也是一种社会性昆虫，具有三个级型：蜂王、工蜂、雄蜂，蜂王主要是负责产卵，工蜂主要是负责采集食物、筑巢、饲喂幼虫、清理卫生，雄蜂主要是交配繁衍后代。熊蜂的蜂巢可以容纳几只到几百只工蜂，具体取决于蜂种。这一点以及它们从花上采集食物的特点使得几种熊蜂成为适用于温室和大田授粉的蜂种。

一些熊蜂种类已商业化养殖，应用于番茄、辣椒和蓝莓等温室作物授粉；以及为李子、杏子和猕猴桃等果树授粉。熊蜂具有声振授粉的特性，即：它们停留在花朵上，通过快速活动飞行肌产生晃动，使花朵和花药振动，进而使花粉脱落，达到授粉的效果。因此熊蜂的访花行为速度更快、耗时更短。而蜜蜂无法提供声振授粉。熊蜂的绒毛多、体型大，携带更多的花粉粒，与某些作物花朵的柱头有最佳的接触面。

熊蜂的授粉效率高于蜜蜂，特别是在低温天气 / 或雨天。它们也能出巢采集，甚至在相当低的温度（8 ~ 10℃）下，或在阴天或大风天（风速高达 70 km/h）也能采集，因此，熊蜂的花粉传递率更高，传粉能力更强，可以在大小和重量上提高大果比例，从而使产量更平稳，果实收获量更多。熊蜂能够成为出色授粉者的其他特征包括：长舌结构（某些蜂种）、能够在低温天气和低光照下飞行以及方便在温室条件下使用。本节的内容包括如何全年饲养熊蜂蜂群以及利用熊蜂授粉的技术。饲养熊蜂或利用熊蜂授粉时，最好咨询当地专业人士。并非所有熊蜂都适合人工饲养，但一些用了几十年的熊蜂完全适合这种方法（表 8-11）。熊蜂饲养一般选用的是“Pollen-storers”（在单独的巢房储存花粉，饲喂蜂取食后饲喂幼虫），而不是“Pocket-makers”（在幼虫的巢房底部直接储存花粉，幼虫自己取食）。

图 8-37 兰州熊蜂 (*Bombus lantschouensis*) 的生命周期

注：野外熊蜂的生命周期一般为一到两年。在温带地区，蜂王在春季从冬眠中蛰醒，会外出觅食寻找筑巢点，然后在找到的筑巢点产卵建立新蜂群。处女蜂王和雄蜂通常在蜂群周期即将结束时的夏末出现。年轻蜂王只与一只雄蜂交尾，随后冬眠繁殖下一代。



© JTT

8.3.2 熊蜂养殖

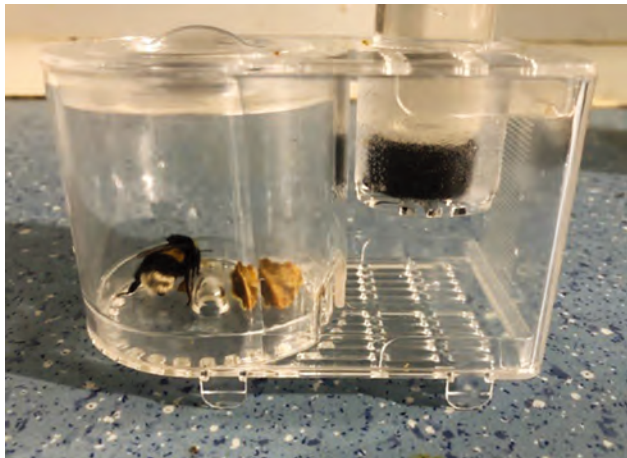
养蜂人可以从野外的本土熊蜂群中捕获交过尾的蜂王。建议不要大量损耗野生的熊蜂群，尽量采用可持续的方法采集熊蜂。任何自然资源的采集都应遵守当地的适用法律。避免使用稀有蜂种。参见表 8-11，了解商业化养殖成功的熊蜂种类。采集到的蜂王可以单独放在空火柴盒内冷藏（5 ~ 10℃）。

表 8-11 商业养殖活动采用的熊蜂种类

蜂种	自然分布区
<i>Bombus atratus</i>	南美
<i>Bombus huntii</i>	加拿大西部
<i>Bombus impatiens</i>	北美
<i>Bombus ignitus</i>	东亚
<i>Bombus lucorum</i>	欧洲和亚洲
<i>Bombus occidentalis</i>	北美（西部）
<i>Bombus terrestris</i>	亚洲、欧洲、中东和北非

而在温度可能降到零度以下的温带气候区，采集到的蜂群也应冷藏处理。

养殖系统一旦建立，应限制野外采集量，通过利用不同品系避免近亲繁殖。之后可以将蜂王转移到塑料或其他材质的小容器中开始饲养——商业育种者一般使用纸板制成的一次性容器。建议使用方便喂食和检查的饲养盒（图 8-38）。蜂群会在饲养过程的后期转移到一个更大的饲养盒里。一旦蜂王进入容器，保持光线昏暗，温度（28±1）℃，相对湿度 50% ~ 60%。糖水（体积比 50% 或 72%）以及蜜蜂采集的花粉可以用来喂食蜂王和蜂群。蜂花粉使用前应冷藏（-20℃）。将花粉与糖水（50%）混合，制成花粉团。也可以使用干花粉。



©LJI

图 8-38 塑料小笼里的熊蜂蜂王

每周检查容器两次，但应尽量避免干扰正在繁殖的熊蜂蜂王和蜂群，因为人为干扰可能导致蜂王发生食卵行为。尽可能避免敲击饲养盒和对着饲养盒吹气。每周更换两次糖水，并根据需要喂食花粉。务必记录蜂王或蜂群来源、喂食方法和饲养过程中采取的步骤。

一般情况下，在蜂王开始筑巢之前，需要一周以上的时间。刺激蜂王筑巢的方法有好几种，例如在欧洲熊蜂蜂王中加入 3 ~ 4 只刚羽化的蜜蜂工蜂。大多数情况下，蜂王首先会筑造蜜罐储存糖水，然后开始产卵，此时可以移走蜜蜂。通常，肉眼可以观察到的产卵行为首先

是出现了一小块含有蜂卵的蜂蜡。第一批熊蜂工蜂（5 ~ 10）在 5 ~ 6 周后羽化，具体取决于蜂种。此时应将蜂群转移到一个更大的饲养盒里，有利于蜂群群势的进一步扩大。商用饲养盒一般是 19 cm 宽、19 cm 深和 17 cm 高，可以在顶部打开，方便喂食和检查。

确保养蜂笼通风良好，抑制真菌和细菌滋长。这个阶段的食物和糖水消耗会成倍增加。而蜂群要再过 6 周才可以授粉。此时，养蜂笼内约有 60 ~ 80 只工蜂，具体取决于蜂种。

蜂王养殖

人们对温室授粉的需求水平几乎全年居高不下，熊蜂养殖业也随之发展起来。除了繁殖蜂群外，蜂王和雄蜂也是支撑养殖系统的必要角色。熊蜂蜂群通常在蜂群生命周期的转折点才会出现蜂王和雄蜂。一旦进入转折点，蜂王就会产未受精卵，未受精卵约占其中的 1/3，从而产生雄蜂后代。通常情况下，只有当蜂群中有足够多的工蜂携回蜂王发育所需的足够花粉时，才能保证蜂王的产生。受精卵发育成蜂王还是工蜂主要取决于幼虫时期的喂食量。用于交尾的蜂王和雄蜂可以从蜂群中获得。

从交尾目的考虑，蜂王和雄蜂可以按 1:2 的比例饲养在交配笼中，确保一只蜂王与一只雄蜂交尾。一些蜂王很容易在密闭环境中交尾，似乎没有其他特殊要求。但某些可能需要不止一只雄蜂或需要阳光，或喜欢在一天当中的特定时段交尾，或需要更大的飞行区域。交尾后的蜂王可以放在木制 / 塑料箱内，直至活跃度降低；之后放到 4℃ 条件下进入滞育期。3 个月后，它们将恢复活力，应在上述的暗室饲养条件下饲养。

为了利用户外熊蜂给果树授粉，应在春天开花期前一周将熊蜂蜂箱水平放置，离地约 50 cm。1 公顷梨亚科、桃李亚科和猕猴桃科植物的授粉需要 3 蜂箱的熊蜂（欧洲地区常用欧洲熊蜂），而 1 hm² 自花授粉的桃李亚科植物只需两蜂箱的熊蜂。熊蜂可以单独用，也可以搭配蜜蜂用。

病虫害管理

野外采集熊蜂时，熊蜂蜂王通常会携带病虫害，进而导致蜂王死亡和蜂群衰亡。

因此，通过病害诊断确定问题来源至关重要。为了防止病虫害传播，患病蜂群应立即淘汰。此外，建议定期检查熊蜂个体和蜂巢，确定是否出现病虫害迹象。通过严格筛选和创造不利于病虫害的条件可以使大多数饲养避免出现病虫害问题。对于可以在熊蜂饲养设施内存活的一般害虫应保持警惕，包括蜡螟和印度谷螟。定期清洁饲养室，防止真菌和细菌滋长；用洗涤剂清洁可重复使用的饲养箱。确

保洗涤剂不会影响熊蜂的发育。

8.3.3 结论

项目开发应考虑利用熊蜂来授粉，特别是在温室、隧道和网状物覆盖的果树等封闭环境中。熊蜂性情温顺，蜂箱容易使用，而且蜂群不需要太多维护。在先开花植物所在的地方完成授粉后，可以轻易将蜂箱转移到后开花植物所在的地方。

第9章 生产线

9.1 蜂蜜

9.1.1 简介

本节将逐步介绍蜂蜜管理，从蜜蜂产生的原料采收到食品安全以及保障蜂蜜营养价值和质量的最佳做法。在可持续发展的框架下，应只介绍能够真正实现这种质量水平的方法（至少符合食品法典委员会的要求）。本章的具体内容包括采收、分离/提取、倾析、干燥、结晶、融化、储存和包装/投放市场。干燥、融化、巴氏灭菌、超滤等工业方法主要是为了改善蜂蜜的外观（如蜂蜜结晶不符合消费者预期）或让不符合国际法律要求的产品（如未熟蜜或变质蜂蜜）重回商业交易链，但应指出的是，尽管上述步骤在一些国家普遍使用，这些都不属于良好养蜂实践。

9.1.2 蜂蜜管理步骤

采收

先驱走蜜蜂，再取出含有成熟蜜的蜜脾。

采收的时间取决于蜂蜜的成熟度。养蜂人想要生产单花蜜，应考虑隔绝其他花朵的花蜜或可能产生不理想性状特征的花蜜。尽管满足这一考虑关系到商业因素，但要获得符合纯度要求的单花蜜，蜂蜜的成熟度必须要重点考虑。养蜂人应只采收完全成熟的蜂蜜，表现为蜜脾中75%以上的储蜜巢房已封盖。

在任何情况下，蜂蜜采收必须在非雨天、环境相对湿度较低条件下进行，避免蜂蜜的含水量因其吸湿性而增高（Krane, 1996）。当蜂箱外的平均空气湿度不超过60%时，蜂蜜的含水量预期可能低于18%。在温暖潮湿的条件下，即使西方蜜蜂的巢房已经封盖，里面蜂蜜的含水量也可能超过18%。而其他蜂种已封盖巢房中的蜂蜜含水量可能比这个数值更高。

以下是蜂蜜采收的一些良好做法：

- 采集封盖率极高的成熟蜜脾，确保含水量低，以防蜂蜜发酵，达到法规要求。
- 尽量减少生物制剂、异物和外来杂质的污染，包括固体、液体和气体形式的污染源。减少烟雾的使用，只通过燃烧不含树脂的干燥植物来产生烟雾。切勿将巢框放在地面上。避免使用化学驱虫剂。
- 尽量避免将蜂蜜置于高温和高湿度环境下，包括转移过程中。
- 确保做好蜜脾的标识和溯源。
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

分离/提取

要生产“块状蜂蜜”，需要选好蜜脾，再把蜜脾切割成所需大小的块状。但如果要从蜜脾中分离出蜂蜜，一般使用热棒条、刮刀或小刀等工具去除巢房上的封盖，然后再通过沥干法或离心法提取蜂蜜。关于传统分蜜方法，压榨法仍在使用，甚至通过融化巢脾将蜂蜜与蜂蜡分离（Krell, 1996），但这种方法仅作最后的手段（巢房内会出现蜂蜜硬结晶）。

分离/提取步骤应以下列几个主要目标为导向：

- 尽量减少生物制剂、异物和外来杂质的污染，包括固体、液体和气体形式的污染源；
- 尽量避免将蜂蜜置于高温和高湿度环境下；
- 做好已分离蜂蜜的标识和溯源；
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

倾析

蜂蜜的提纯一般采用过滤法或倾析法。这一过程的快慢取决于蜂蜜含水量和室内温度。为了过滤蜂蜜，可通过一个或多个滤网（孔径：0.3 ~ 1 mm）或管状筛（0.4 ~ 0.5 mm）过滤液体蜂蜜，然后装入蜂蜜桶，去除蜡渣和异物（如蜜蜂碎片、小块蜂胶、木屑等）。

专栏 7 采蜜房的最低卫生要求

食品生产、制备和包装实验室应配有以下用途的独立房间：

- 储存原料；
- 生产、制备和包装消耗类物质；
- 储存成品；
- 储存非食品类物质。

食品制备室和包装室的设计和布局应做好食品卫生保障，包括防止作业之间和作业期间的污染。

特别要求：

1. 地板和墙面应保持良好状态，易于清洁，必要时可进行消毒。因此必须使用不透水、不吸水但可清洗的无毒建筑材料。在适当情况下，地板应有足够的地面排水，墙面应光滑，墙高应适合作业；
2. 天花板或屋顶内表面和架空装置的构造和表面处理应能够防止污物堆积，减少冷凝作用、不良霉菌生长和颗粒脱落；
3. 窗户和其他开口的构造应能够防止污物堆积。在必要情况下，向外界打开的口应安装方便拆卸清洗的防虫纱窗。如果开窗会导致污染事件，生产过程中应锁窗，保持紧闭状态；
4. 门应易于清洁，必要时可进行消毒。门的表面必须光滑，不吸水；
5. 食品处理区的表面（包括设备表面），特别是与食品接触的表面，应保持良好状态，易于清洁，必要时可进行消毒。因此必须使用光滑、可清洗、抗腐蚀的无毒材料。

一般而言，所有房间应保证良好通风和照明，保持清洁，避免污染风险，特别是动物和杂草引起的污染，而且应安排足够的卫生人员，并提供适当装备。



倾析法主要是：将蜂蜜装入适当大小的容器中，储存温度保持在 25℃ 左右，使气泡和杂质可以按比重分层；蜡渣、昆虫碎片和其他有机碎屑浮在表面，而矿物和金属颗粒则沉到底部。沉降速度因颗粒大小（最小的沉降速度最慢）、容器大小和蜂蜜黏度的不同而不同；当温度为 25 ~ 30℃ 时，沉降速度一般相当快，可以在几天内完成。

与提取步骤一样，倾析步骤也应以相同的几个主要目标为导向。

干燥

根据食品法典中有关蜂蜜标准要求，蜂蜜必须是成熟的，且蜂蜜的含水量须低于 20%。但为了妥善保存，蜂蜜含水量必须低于 18%。在特殊情况下，为了防止发酵，只能通过国际公认的方法将巢脾蜂蜜的含水量降低几个百分点。这可以在从巢脾中提取蜂蜜前实现。为了使蜂蜜的含水量降低几个百分点，可以将蜜脾暴露在相对湿度较低的环境下。

与提取和提纯步骤一样，干燥步骤也应以相同的几个主要目标为导向。

结晶

所有蜂蜜都会随着时间的推移而出现结晶，但结晶程度取决于多个参数。最主要的参数包括温度（14℃ 时结晶速度最快；高于 25℃ 和低于 5℃ 时几乎不发生结晶）、含水量和葡萄糖含量（蜂蜜含水量越低、葡萄糖含量越高，则结晶越快）。有些生产者允许蜂蜜发生自然结晶，但有些生产者会采用各种方法控制结晶，防止蜂蜜变成奶油状。他们通常将 5% ~ 15% 的结晶蜂蜜细粒和新采收的液体蜂蜜在 25 ~ 27℃ 下混合，再将混合物装入一个大搅拌器中，并使温度降低到 14℃（或至少低于 20℃）。蜂蜜的完全结晶应在 4.5 天内发生。

在储存的早期阶段，也可以通过均质化产品取得一些成果，让分离后、包装前的蜂蜜在 15℃ 左右的温度下成熟 2 ~ 3 周，从而改善和均化感官特性。

融化 / 巴氏灭菌

蜂蜜对 40℃ 以上的温度非常敏感，只有在极特殊的情况下才可以暴露在这种温度条件下。蜂蜜酶的破坏与时间和温度直接相关，例如如果糖等己糖形成的羟甲基糠醛的增加以及淀粉酶和转化酶等蜂蜜酶的破坏。当养蜂人在采收期间遇到蜂蜜结晶的情况时，可以融化蜂蜜，减少过度或不均匀结晶。融化蜂蜜尽量在最短时间内以所需的最低温度加热蜂蜜完成。

官方规定，蜂蜜只能由工业部门进行巴氏灭菌，以防止嗜渗酵母意外发酵。巴氏灭菌是一个工业过程，不适用良好养蜂实践指南中的要求。

与提取、倾析和干燥步骤一样，融化 / 巴氏灭菌步骤也应以相同的几个主要目标为导向。

储存

即使蜂蜜具有微生物学上的稳定性，但作为一种高浓度、带点酸性、含有果糖和葡萄糖的溶液，在储存期间仍然容易发生物理和化学性质的改变。加热引起的变化也会在任何高于 5℃ 左右的温度环境下发生。

蜂蜜的储存温度应低于 20℃，奶油状蜂蜜或半流体蜂蜜的储存温度应低于 14℃。

蜂蜜容易受潮，通常必须避光保存在密闭容器中。

储存步骤应以下列主要目标为导向：

- 尽量减少生物制剂、异物和外来杂质的污染，包括固体、液体和气体形式的污染源。

- 通过均质化方式达到和保持理想的产品感官特性。
- 通过将蜂蜜保存在较低温度（15 ~ 24℃）下，避免空气中的水分再水化，并遵守保质期不超过两年的规定，尽量避免蜂蜜因发酵、出现颗粒物、变色、味道变差、酶被破坏以及生成羟甲基糠醛而变质。
- 做好蜂蜜和容器的标识和溯源。
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

超滤

超滤步骤的工业化程序会在很大程度上改变蜂蜜性状，不符合良好养蜂实践要求。所谓的“超滤蜂蜜”并非“纯蜂蜜”。根据欧盟蜂蜜指令的要求，超滤蜂蜜必须贴有专门标签来告知消费者。

包装/投放市场

蜂蜜的包装主要使用金属、玻璃、打蜡纸板、塑料和陶土等材质的容器。适合盛装蜂蜜等酸性食品物质的容器由玻璃或不锈钢制成，或涂有食品级塑料、涂料或蜂蜡。包装材料不应含有任何有害物质、外来杂质或能够改变蜂蜜感官特性的制剂。回收容器时，必须注意确保容器完全清洁，没有丝毫残留气味。先前用于存放有毒化学品、油类或石油产品的容器不得用于存放蜂产品，即使已经涂上涂料、塑料或蜂蜡。为了防止水分渗入，容器盖子必须具有气密性，且所有产品应远离热源，（最好）避光保存。

根据食品法典委员会（1981年）的规定，按照卫生和商业要求生产的蜂蜜可以采用表16中所述的名称出售（表9-1）。

包装/投放市场步骤应以下列主要目标为导向：

- 使用接触面对内容物无影响的容器，避免容器内表面的大量成分混入食品中，进而危害人体健康，使蜂蜜成分发生不良变化，或使蜂蜜的感官特性变差。
- 使用接触面符合法定要求的容器，并附有书面声明，表明使用的容器符合适用条例的规定。

表 9-1 食品法典委员会允许产品标签上使用的名称及其描述和定义

名称	定义
蜂蜜	液体或结晶状态或两种皆有的蜂蜜
花蜜蜂蜜	源自植物花蜜的蜂蜜
蜜露蜂蜜	主要利用植物吸虫（半翅目）遗留在植物活体部位上的分泌物或植物活体部位的分泌物酿制的蜂蜜。
蜜露与花蜜的混合蜜	花蜜蜂蜜与蜜露蜂蜜的混合物
以地域或地形命名的蜂蜜	仅在指定区域内生产的蜂蜜
以植物来源命名的蜂蜜	完全或主要源自特定植物且具有相应感官、理化和微生物特性的蜂蜜
离心蜜	通过离心分离无巢盖、无幼虫的巢脾而获得的蜂蜜
压榨蜜	通过压榨无幼虫巢脾（45℃中温加热环节可有可无）获得的蜂蜜
引流蜜	通过沥干无巢盖、无幼虫的巢脾而获得的蜂蜜
过滤蜜	通过过滤除去大量花粉的蜂蜜



续表

名称	定义
巢蜜	蜜蜂储存在新修造的无幼虫巢脾巢房的蜂蜜，可以出售整块巢房密封的巢脾或将这种巢脾切块出售
切块巢蜜或块状蜂蜜	含有一块或多块巢蜜的蜂蜜

来源：食品法典委员会（1981）

特别是它们适合在生产、储存和销售的环境条件下与蜂蜜直接接触；

- 使用内表面完好、洁净、不会污染蜂蜜的容器；
- 使用干燥、不透水、不透气的容器，盖子密封性良好，防止外源蒸汽再液化后被蜂蜜吸收；
- 采取能够让容器长期符合要求的维护措施；
- 尽量避免将蜂蜜置于高温环境下；
- 做好蜂蜜和容器的标识和溯源；
- 适当贴标，确保符合销售地区的现行要求；
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

推动和促进行业发展的策略

以下是一些可以提高蜂蜜可持续性的策略：

- 建议使用对环境影响小的材料。
- 建议使用可再生能源。
- 建议在蜂蜜的生产过程减少废弃物的产生。
- 建议蜂蜜生产遵循短距离原则。
- 建议研究符合卫生和商业要求、可持续性更高的新型材料和能源。

9.1.3 国际立法对蜂蜜的最低质量和卫生要求

总体概述

影响蜂蜜成分和质量的因素包括蜜蜂类型、花蜜来源、花朵类型、地域差异以及采收、提取和保存方法等。市面上的各种蜂蜜具有不同的商业价值，往往存在明显差异，安全性和可靠性要求在其中起着至关重要的作用，可以整条参考链（包括发展可持续生产）带来契机或局限。

根据食品法典委员会（1981）和欧盟（2001）的规定，蜂蜜指的是西方蜜蜂采集植物花蜜、植物活体部位的分泌物或吸食植物类昆虫留在植物活体部位上的排泄物，与自身特定物质结合转化、沉积、脱水、储存并留在巢脾中成熟的一种天然甜味物质。

中国标准与国际食品标准委员会标准不一致，因为中国对蜂蜜的定义更为宽泛：蜂蜜指的是蜜蜂采集的花蜜、蜜露或植物分泌物与自身分泌物混合后充分酿制的一种天然甜味物质。

一般情况下，对养蜂人（特别是生产高质量蜂蜜的小企业）而言，提出明确要求有利于保障他们的蜂蜜质量和收入来源。事实上，蜂蜜很容易被替换和混合，根据 Moore 等（2012）的研究，蜂蜜是世界上第三大最容易欺骗消费者的食品，这一点并不让人惊讶。欧盟专门针对蜂蜜的监管计划发现，大量样品不符合正品标准，而为了识别和防止蜂蜜欺诈事件，相关规定必须有适当方法的支持。

表 9-2 食品法典和理事会指令 2001/110/EC 对蜂蜜成分和质量的要求

成分和质量标准	限值
含水量	
普通蜂蜜（以下未列出的蜂蜜）	$\leq 20 \text{ g}/100 \text{ g}$
石楠花蜂蜜	$\leq 23 \text{ g}/100 \text{ g}$
普通烘焙用蜂蜜 *	$\leq 23 \text{ g}/100 \text{ g}$
烘焙用石楠花蜂蜜 *	$\leq 25 \text{ g}/100 \text{ g}$
含糖量	
果糖和葡萄糖含量（两者总和）	
花蜜蜂蜜	$\geq 60 \text{ g}/100 \text{ g}$
蜜露蜂蜜、蜜露蜂蜜与花蜜蜂蜜的混合物	$\geq 45 \text{ g}/100 \text{ g}$
蔗糖含量	
普通蜂蜜（以下未列出的蜂蜜）	$\leq 5 \text{ g}/100 \text{ g}$
洋槐蜂蜜、紫花苜蓿蜂蜜、佛塔树蜂蜜、法国金银花蜂蜜、赤桉树蜂蜜、瑞香科小树蜂蜜、柑橘属蜂蜜	$\leq 10 \text{ g}/100 \text{ g}$
薰衣草蜜、琉璃苣蜂蜜	$\leq 15 \text{ g}/100 \text{ g}$
水不溶物含量	
普通蜂蜜（压榨蜜除外）	$\leq 0.1 \text{ g}/100 \text{ g}$
压榨蜜	$\leq 0.5 \text{ g}/100 \text{ g}$
电导率	
以下未列出的蜂蜜和这些蜂蜜的混合物	$\leq 0.8 \text{ mS}/\text{cm}$
蜜露蜂蜜、板栗蜂蜜以及不含下列蜂蜜的混合物：草莓树蜂蜜、欧石楠蜂蜜、桉树蜜、椴树蜜、帚石楠蜂蜜、麦卢卡蜂蜜或茶树蜂蜜	$\geq 0.8 \text{ mS}/\text{cm}$
游离酸	
普通蜂蜜	$\leq 50 \text{ meq}/\text{kg}$
烘焙用蜂蜜（*）	$\leq 80 \text{ meq}/\text{kg}$
加工和混合后测定的淀粉酶活性（Schade 量表）	
普通蜂蜜，不包括烘焙用蜂蜜 *	≥ 8
天然酶含量低（如柑橘属蜂蜜）且羟甲基糠醛含量不超过 15 毫克 / 千克的蜂蜜	≥ 3
加工和混合后测定的羟甲基糠醛含量	
普通蜂蜜，不包括烘焙用蜂蜜	≤ 40
宣称产自热带气候地区的蜂蜜以及这些蜂蜜的混合物	≤ 80

* 规格仅在理事会指令 2001/110/EC 中列明。

成分和质量要求

国际食品法典、欧洲指令、国际标准化组织（ISO）文件、美国药典蜂蜜识别标准、德国标准化学会（DIN）文件等国际标准以及不同贸易和养蜂协会制定的指南都明确提出了蜂蜜成分和质量要求。



(美国药典蜂蜜识别标准, 2021 年。可访问: <https://www.foodchemicalscodex.org/fcc-forum>)

表 9-2 列出了食品法典和理事会指令 2001/110/EC 对蜂蜜质量的要求。

虽然国际食品法典是国际上唯一认可的标准, 但中国的成分标准只关注“果糖和葡萄糖含量”(≥ 60 g/100 g) 和“蔗糖含量”(未列出的蜂蜜 ≤ 5; 桉树蜜、柑橘蜜、苜蓿蜜、荔枝蜜和野生桂花蜜 ≤ 10), 设定的限值与食品法典 / 欧盟标准大致相同, 但增加了锌含量的限值 (≤ 25 mg/kg) (中华人民共和国, 2011)。

一些国家在国际要求的基础上结合花粉分析结果与理化和感官特性制定了有关单花蜜特征的国家规定或技术标准 (Thrasylvoulou 等, 2018)。

微生物标准

与食品法典委员会和欧盟要求不同的是, 中国蜂蜜标准规定了具体的微生物标准, 如表 9-3 所示。

关于微生物危害给人类食品安全带来的风险, 符合食品法典要求的蜂蜜并不容易滋生微生物。据悉, 没有微生物可以在水活性值低于 0.60 的情况下 (即含水量接近 18%) 生长 (Crane, 1996), 从而降低微生物危害风险。对相关文献和流行病学数据的广泛审查显示, 肉毒杆菌和其他产生肉毒杆菌的梭菌是蜂蜜中唯一存在的微生物危害。尽管在蜂蜜中经常检测到芽孢杆菌, 有时数量很多, 但没有证据显示它们有致病性 (欧盟委员会, 2002)。由于没有任何工艺可以消除肉毒杆菌孢子, 而为了确认产品批次中不存在肉毒杆菌往往需要进行大量测试, 所以产品标签上最好注明 12 个月以下的婴幼儿不宜食用的建议 (欧盟委员会, 2002)。

表 9-3 中国蜂蜜标准 (GB 14963—2011) 微生物限值

项目	微生物限值	测试方法
菌落计数	≤ 1000 CFU/g	GB 4789.2
大肠菌群	≤ 200 CFU/g	GB 4789.15
嗜渗酵母计数	≤ 200 CFU/g	附件 A
沙门氏菌	0/25 g	GB 4789.4
志贺氏菌	0/25 g	GB 4789.5
金黄色葡萄球菌	0/25 g	GB 4789.10

来源: 中华人民共和国 (2011)。

化学危险因素

对于所有养蜂产品, 污染蜂蜜的大多数化学危险因素源于蜂箱和蜜蜂所在的周围地区 (D'Ascenzi 等, 2018 和 Formato 等, 2011)。但在采收后的流程中, 蜂蜜也可能被与之接触的表面成分以及加工和销售环境中存在的物质污染 (D'Ascenzi 等, 2018)。

风险管理最重要的是养成良好卫生习惯, 并应用危害分析和关键控制点 (HACCP) 原则。

新视角

鉴于蜂蜜买卖普遍存在欺诈行为, 而应用有效的不合格检测方法比较复杂, 目前养蜂业和所有相关利益者开始将传统控制方法与当下最先进、最有效的方法相结合, 以检测蜂蜜相关的欺诈行为, 例如:

- 同位素比值质谱分析法 (EA-IRMS), 按照美国公职分析化学家协会 (AOAC) 法定方法“第 998.12 节: 蜂蜜内标稳定碳同位素比率法中的碳 4 植物糖”进行;
- 液相色谱—同位素比值质谱法 (LC-IRMS), 基于高效液相色谱法 (HPLC) 和同位素比值质谱法测定蜂蜜中不同单糖 (果糖、葡萄糖)、二糖、三糖和寡糖的 $\delta^{13}\text{C}$ 值。
- 液相色谱—高分辨质谱法 (LC-HRMS), 用于靶向 (寡糖和多糖及糖浆标志物的分析、未知标志物 / 掺杂物和代谢物的鉴定) 和非靶向 (指纹) 代谢组学研究。
- 氢 -1 核磁共振法 ($^1\text{H NMR}$), 基于质子核磁共振的代谢组学方法 (国际蜂联, 2020)。

9.1.4 地理标志在蜂蜜质量和可持续性中的作用

宣传当地遗产

由于自然因素和人为因素的影响, 产品的特性通常与原产地有关。自然因素包括各种动植物、气候和土壤; 人为因素包括世代相传的地方性知识。这些特性反映在最终产品的外观和味道上。当地居民可能没有意识到他们的产品具有重要的文化或营销作用, 而意识到这一点有助于保护食品遗产, 促进当地发展。

当地居民如何利用地理标志推销和保护他们的产品? 什么是地理标志?

地理标志包括:

- 与特定地点或产地有关的名称和任何类型的标志, 包括符号、图像和包装;
- 世界贸易组织协议规定的知识产权, 从而在法律上防止出现可能误导消费者和损害产品声誉的伪造行为;
- 与当地遗产和声誉有关的集体资产 (归整个地区所有的工具), 这些资产由当地居民保管。
- 自愿性: 只有希望使用地理标志的生产者必须遵守仅他们同意的地理标志使用规范。

地理标志规范: 执业守则

为使地理标志有效, 必须明确所有地理标志规范。它们是规定产品原产地以及所用材料和方法的生产准则。这些规范一般在执业守则中列出, 也称为规格书。它们是形成推荐性标准的重要环节, 而想要使用地理标志的当地居民必须遵守这些规范。执业守则是界定产品具体质量的关键文件, 会传达给使用相关地理标志的生产者。

为防止滥用地理标志, 同时让地理标志能够为所有利益相关者反映与原产地相关的具体特性, 应在地方层面上建立一套通用规则:

- 明确所有相关生产者应采取的地理标志制作和加工方法。
- 避免发生不公平, 防止有人既受益于地理标志的声誉, 但又通过生产和销售不同和 / 或较低质量的产品而滥用或损害这种声誉。
- 保证产品和原产地经过质量检查, 树立消费者的信心。
- 支持当地生产者协会相互合作协调, 共同建立和维护地理标志产品的质量和声誉。

促进可持续发展

推广地理标志产品可以对当地发展产生积极影响, 有助于保护农业食品系统及其相关的社会关系, 让经济、社会和环境发展更具有可持续性。经济可持续性可以提高生产者的收入和生活质量, 改善整个地理标志系统的农村经济。社会可持续性需要赋权负责相关流程的当地生产者, 让他们参与有关地



理标准产品的决策和行动，从公平分配的收益中获利：

当地知识和传统可以帮助他们树立声誉，增强信心。最后，环境可持续性需要保护或改善当地自然资源（包括土壤和水）和生物多样性。

除此之外，地理标志的益处还包括：

- 有效地理标志可以建立与当地经济的联系，促进当地经济发展，包括旅游业和美食业。
- 作为一种营销工具，地理标志可以提高市场准入的概率，改善价值链协调和质量管理，从而提升产品价值。
- 差异化和保护策略有助于产品在竞争中脱颖而出。
- 地理标志有助于保护自然资源和生物多样性。
- 地理标志可以防止生产的异地化。
- 由于当地对传统食品和地方品种的保护，地理标志有助于实现多样化营养膳食。

公共和私人利益相关者的参与性过程

所有地理标志利益相关者的集体行动是产品获得市场认可的关键。生产者、公共参与者、出口商和农企都在这一过程中发挥作用，他们需要合作建立并高效管理地理标志的各种自然因素和人文因素。利益相关者之间的共同策略可以提高地理标志的声誉，而这种声誉可以作为营销和农村发展的一种战略手段。发起集体行动首先需要确定地理标志的地理区域以及相关利益者群体，他们将有权定义执业守则并从中受益，也将共同行使和承担地理标志产品的权利和责任。此外，还必须在当地生产系统、地理区域和外部支持性参与者内部建立合作关系，促进知识共享（图 9-1）。

生产者是主要的参与者，他们需要在提交地理标志获得官方认可之前就通用的生产规则和规范



图 9-1 土耳其地理标志注册程序

达成一致。公共机构主要在以下方面发挥重要作用：①通过规定的程序（包括申请、申请资料审查、反对和注册）确保地理标志获得认可；②通过双边和多边协议确保地理标志在国内外市场得到保护；③通过公证推广地理标志产品类别，并提高消费者意识。消费者的作用也很重要：他们的偏好和购买选择有助于循环利用和改善地理标志产品生产过程中使用的资源。他们也越来越关注产品的原产地，留心所购产品的具体特征。特别是，旅行者、移居外国者和游客可以作为信息传播的载体，帮助提升地理标志产品的国际声誉，这样可以提高产品价格，进而增加当地居民的收入。

有效地理标志的“副产品”

如前所述，地理标志是一种共同利益，可以造福整个地区。促进形成地理标志联盟的包容性过程可以在很大程度上促进利益相关者之间的合作，提高公共相关项目的可能性，有时可能带来意想不到的进一步产品和成果。以黎巴嫩为例：由意大利外交部推动的旨在发展黎巴嫩农村经济的合作项目框架推出了黎巴嫩传统产品图集（该图集收录了黎巴嫩美食中使用的、与地域、历史和当地生产密切相关的原料）。

9.2 蜂王和蜂群

9.2.1 简介

蜂王是整个蜂群的母亲。因此，使用高质量蜂王对养蜂生产活动至关重要。蜜蜂健康是长期可持续生产力的基础。

现代养蜂业主要依靠运输来应对蜂群冬季损失率日益增长的问题：温暖气候有利于蜂王和蜂群繁殖，而蜂王和蜂群可以在世界范围内交易，从而在早期进行数量补充。

但对很多养蜂人而言，这种做法不具备可持续性，而且容易造成病虫害传播，同时蜂种杂交也会对自然生物多样性产生负面影响。

本章主要介绍各养蜂人如何通过饲养蜂王和创建蜂群来提高质量和可持续性。

9.2.2 可以获得高质量蜂王和蜂群的良好养蜂实践（蜂场层面）

保证蜜蜂存活和健康是所有养蜂人的首要目标。因此，对于蜂王和蜂群的繁殖，他们应确保蜜蜂的健康状况和群势水平能够尽量长期维持蜂群发展。

蜂群群势取决于几个因素：从蜂王的遗传背景到环境条件（包括环境管理），但从蜂群的生物学角度来看，在整个季节逐步增强蜂群群势有两个关键点：蜂王的产卵能力以及工蜂的健康和寿命。

蜂王是蜂群中唯一具备生殖能力的雌蜂，不过蜂王卵与工蜂卵相同。

专栏 8 地理标志在蜂蜜行业的作用

地理标志是一种全球性工具，起源于欧盟的葡萄酒行业（现有 1 600 多个地理标志），第一个地理标志注册于 1973 年。

养蜂业在 20 世纪 90 年代末认识到了地理标志的潜在影响力（第一批地理标志的注册可追溯到 1996 年）。一开始，人们往往忽视蜂蜜成分和味道与原产地环境之间的紧密联系，但随着越来越多的全球市场开始采购产自偏远地区的蜂蜜，这种联系也变得越来越重要。



蜜蜂从蜂箱方圆 5 km 以内的大量植物中采集花蜜、花粉、树脂、精油和其他元素，植物特征和气候特征的独特组合可以为每批蜂蜜蒙上一层独特的“风土”色彩，就像葡萄酒一样。蜂蜜是植物、动物和环境共同作用的一种复杂产品，虽然可能发生细微变化，但蜂蜜的化学性状和感官性状历经多年仍具有足够的稳定性，可以被列入地理标志产品的规格书中。

迄今为止，12 个欧盟成员国已经注册了约 40 个蜂蜜地理标志。绝大多数名称是受保护的原产地名称（PDO），而受保护的地理标志（PGI）占 23%。到目前为止，尚未有蜂蜜被注册为传统特色保证产品（TSG）。

尽管地理标志地位可以赋予食品一定的威信，但不能把注册视为最终目的，而应把地理标志地位视为产品进入新时代的一种途径，而地理标志的生效必须满足几个条件。就蜂蜜而言，可持续地理标志的确立必须满足以下条件：

①地理标志联盟应从一开始就包括所有利益相关者，不过各国生产和分销线具有特殊性，这些利益相关者可能有所不同。但生产者、包装商、贸易商和其他利益相关者的参与将有助于确定目标，突出利益相关者之间可能发生的任何冲突（已有或潜在），并在冲突进一步加剧之前予以解决。

②应借鉴他人在现有蜂蜜地理标志方面的过往经验：应计划举行会议、考察和其他活动，以加深对不同（有效和无效）地理标志范本的了解。

③应研究产品并制定市场计划：应考虑相关生产者数量、产品年供应量、具体产品性状以及与不同消费者类别有关的产品附加价值，以选出最合适的地理标志商标（PDO、PDI、TSG）和市场类型（利基市场、当地市场、全国市场、出口市场）。

④每类利益相关者应有适当数量的代表参与决策并在地理标志联盟所属的政府机构中任职：在这个过程中，无论各类利益相关者的相对影响力（经济影响力和/或群体规模）如何，具有可持续性的地理标志应遵循公平公正原则，公平划分被边缘化的地区。这会促进所有联盟成员致力于追求可持续的长期发展。

“AOP Miel de Corse”（其中 AOP 是 PDO 的法语缩写）是可持续蜂蜜地理标志的一个成功实例：这家公司在 2000 年注册，目前法国科西嘉岛约有 135 名养蜂人（占岛上养蜂人总数约 40%）加入，包括所有专业养蜂人。除了个体养蜂人设施（目前仍可以对内部蜂蜜进行装瓶和销售）外，这家公司还有五家包装公司。成立专门公司的同时还成立了一个具体联盟，负责将蜂蜜运往法国。地理标志逐渐提高了生产者的地位，使他们能够获得额外收入，但这肯定是他们应得的：为了满足规格书中的地理标志要求，他们一直在质量控制方面不断努力，以达到标准要求，保护商标声誉。

然而，并非所有蜂蜜地理标志都能如此成功地创立。有些时候，养蜂人会因为官僚主义问题而放弃，或者因为创立不当而失败。为了发展有效的地理标志，政府应设立专门的办公室，配备训练有素的工作人员，由他们为生产者提供帮助和免费服务，例如：①进行初步市场分析，预测地理标志的潜在影响力；②满足文件要求；③帮助推广地理标志，避免与其他国家的地理标志冲突，同时也执行相关法律保护；④解决与出口有关的物流问题，最终确定目标市场并与对方代表协商。此外，经济上的支持也有助于地理标志产品的生产者维持质量控制以及可靠性分析产生的成本。另一方面，地理标志产品的生产者应投入一部分收入，用于确保相关规则和程序的可持续性。



图 9-2 无王蜂群（左）；在引入被移植的幼虫时进行喂食可以让它们更容易被蜂群接受（中）；大量年轻哺育蜂是确保每个王台有足够蜂王浆的关键（右）

只是具体饮食不同，而在幼虫发育过程中，不同的饮食习惯会激活不同的基因，导致最终羽化成大不相同的蜜蜂。此外，培育蜂王幼虫的巢房与工蜂房不同，前者较大，为垂直方向，而后者较小，为水平方向。在喂食幼虫的头 2~3 天前，任何雌卵都有可能发育成蜂王。在这个时间范围内，养蜂人可以诱导工蜂培育新蜂王。

为了让工蜂培育新蜂王，它们必须感觉到蜂群需要新蜂王。因此，通常在无王蜂箱（图 9-2）或蜂王被限制在一定空间的蜂箱（半无王状态）内筑造王台。蜜蜂需要几个小时才能意识到没有蜂王信息素的存在，如果蜂箱中有蜂卵或幼虫，它们就会开始培育新蜂王。不过，移植程序（图 9-3）可以将工蜂房中的幼虫人工转移到王台基上，为蜂箱提供适龄幼虫（通常具有理想的遗传特征），每个蜂箱的王台数量相对较多。

应该优先考虑那些天生被喂食充足蜂王浆的幼虫。

培育新蜂王有几种技术和方法，这些技术和方法都依赖于相同的条件（可以稍加变动），并且必须满足以下条件才能获得高质量蜂王：

- 正在筑造王台的蜂群必须有大量新采花粉和蜂蜜储备，以酿制优质蜂王浆。
- 正在筑造王台的蜂群必须有大量年轻哺育蜂，哺育蜂能够在高峰期酿造蜂王浆。
- 被移植的幼虫应尽可能年轻，最好是刚产几小时的蜂王胎，以获得产卵能力较强的蜂王。

在处女蜂王孵出前一两天，即移植后 10~11 天，各王台必须转移到无王交尾箱（也称为交尾蜂群）中。这种交尾箱有重要作用，可以在孵化、喂食和照料处女蜂期间维持王台的适宜温度，直至处女蜂进入婚飞阶段，而且可以提供交尾后的照料，确保输卵管得到适当清洁，受精囊得到填充。

交尾箱可以通过将大蜂群分为几个小蜂群或将从若干个蜂箱中取出的蜜蜂和子脾混合等方式获得。应特别注意只从无病蜂群中获取资源。交尾箱应有足够的蜜蜂（蜜蜂数量可能因蜂箱大小

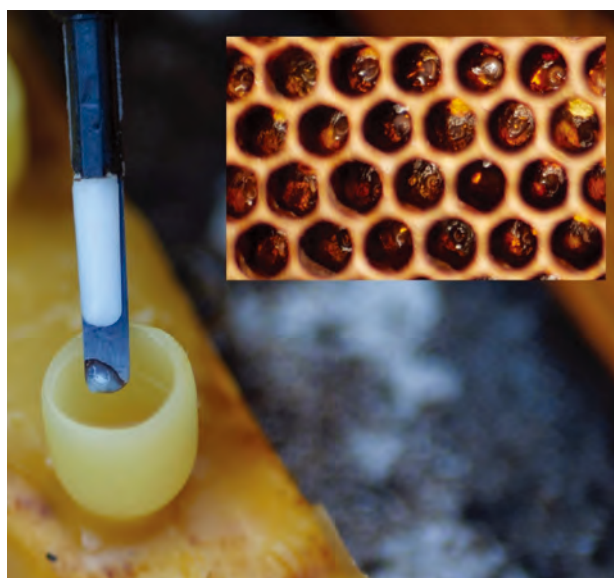


图 9-3 使用移虫针移植 1~2 日龄的幼虫（主图）；适龄幼虫的大小不超过卵的体积（小图）



©DALL'OLIO R

图 9-4 交尾箱检查 (主图); 6+6 巢框达旦蜂箱 (小图)——一种可以容纳两只交尾蜂王的双室蜂箱

而异), 以确保温度调节。新蜂王从孵化到开始产卵可能最多需要 3 周时间, 所以在这个期间, 交尾箱也应有新羽化的工蜂取代老工蜂。此外, 在蜂王开始产卵前, 交尾箱也应有足够空巢房, 让蜂王能够正常产卵 (图 9-4)。

如果交尾成功, 这种方法不仅会得到高质量蜂王, 还会得到理想蜂王孕育的健康蜂群, 以满足蜂群的未来需求。

有些掌握了蜂王培育技术的养蜂人可能会迫不及待地进入下一个阶段: 育种。利用选择程序并考虑个人质量标准, 养蜂人可以改善他们认为重要的一些性状 (如温顺性、生产力和病虫害抵御能力)。对于本土蜜蜂, 可持续育种方案应从当地蜂群开始, 以保护当地的生物多样性。育种群体应足够大, 避免出现高度近交 (近缘交配) 而对蜂群健康造成负面影响。有效育种方法的实施应考虑和评估蜂群和工蜂个体的行为特征、形态特征和经济特征。为了提高蜜蜂对当地条件和资源的适应性, 还必须评估它们的越冬能力和春季蜂群情况。此外, 将病虫害抵御方法纳入育种活动 (包括蜂王培育和蜂群繁殖过程) 有助于降低发病率, 减少蜂群的用药情况。安全、高质量的蜜蜂产品和服务通常是养蜂业的主要目标, 而培

育更健康的蜂群有助于保护蜂群的遗传变异性, 确保行业的生产力。

欲了解更多信息, 预防蜜蜂蜂群损失 (COLOSS) 可持续蜜蜂育种研究网络^① 等平台和国际蜜蜂育种网络^② 等具体协会正在不断提供数据、培训以及方便可持续育种方法建设性讨论的环境。

9.2.3 高质量蜂王和蜂群的特征

蜂王和蜂群的最终使用者首先是养蜂人, 因此它们的质量至关重要。培育蜂王的养蜂人需要保护蜂群的遗传变异性。对不同的养蜂人而言, “高质量” 的含义可能不同。但不同的育种方案可能包含一些相同的生物学特性, 这些特性在养蜂场中很容易发现。从开始产卵的两到三周后, 高质量蜂王应具备以下特征:

- 体大健壮, 腹部肥大且充分发育: 这说明喂食和交尾都正常;
- 纵看完全对称, 因为两条输卵管完全发育且适当清洁;
- 两翼正常, 不会发生无法飞行的情况而影响交尾。
- 足和跗节正常, 可以正常爬行, 有一套完整信息素;

① 见 <https://coloss.org/task-forces/sustainable-bee-breeding/>。

② 见 <https://ihbbn.org/>。

- 被工蜂包围（图 9-5）。

通过仔细观察蜂王在巢脾上的行为，可以在视觉上进行质量检查。特别是，育虫模式是衡量蜂王和蜂群质量的一个关键指标：若要确定蜂王是否成功交尾，需等到第一批有封盖幼虫的出现（图 9-6）。

只有在这个阶段通过确定封盖巢房里面是工蜂幼虫（成功）还是雄蜂幼虫（失败）才能确定交尾是否成功。老蜂王或交尾能力差的蜂王所在的蜂群可能出现产雄蜂卵的蜂王；交尾后输卵管清洁不当等其他问题也会导致蜂王在工蜂房中产下未受精卵（图 9-7）。正常情况下，蜂王产卵一般从巢脾中心开始，然后以螺旋方式扩大，幼虫分布十分均匀紧密，而且在封盖发育阶段不会有空巢房（高度近交可能导致封盖阶段出现孔洞）。

交尾能力正常的蜂王应能够长期（平均至少两年）维持蜂群群势。



©ALEŠ GREGORC

图 9-5 被工蜂包围的已交尾蜂王



©ALEŠ GREGORC

图 9-6 交尾蜂群中已交尾的产卵蜂王



©ALEŠ GREGORC

图 9-7 产雄蜂卵蜂王繁殖的散布幼虫（雄蜂卵所在工蜂房的封盖会有凸起）

9.2.4 养蜂设备技术规范

如今，专门用于蜂王和蜂群繁殖的养蜂设备有很多选择。但为了农场的可持续发展，除了与节约成本或提高生产力直接相关的因素每个决定都应考虑之外。例如，巢房筑造和蜂王繁殖应尽可能使用标准的养蜂设备：这样可以提高整个养蜂季的灵活性，容易让有生产力的蜂群去筑造巢房或让交尾箱变成育虫箱。相反，如果使用巢框和/或蜂箱大小不一的非标准设备，由于越冬难度增加，在培育季结束时可能导致资源浪费。此外，为了保护生态环境和蜜蜂天性，应尽可能减少使用塑料和聚苯乙烯：应优先考虑蜡、木、铁材质。最后，如果有可能，可以购买附近生产的设备，促进当地经济发展。

尽管如此，养蜂还是需要一些具体设备，特别是培育蜂王时。在巢房筑造方面，可以选择只使用



天然王台（即蜜蜂自发筑造的王台）。自然王台可以在三种不同条件下筑造：①蜂群准备分蜂时会筑造巢房，用于蜂群的自然繁殖（健康蜂群通常在春季期间同时筑造若干个分蜂用巢房，大多数位于巢脾底部）；②蜂群淘汰老龄或退化的蜂王时会筑造少量换王用巢房，通常位于育虫区内；③蜂群突然陷入无王状态时最终会筑造紧急性巢房，通常是将工蜂房改造成王台，在含有工蜂幼虫的现有巢脾上筑造。

虽然高质量蜂王的繁殖不建议使用紧急性巢房（工蜂幼虫可能在蜂王死后几天变为蜂王幼虫，所以这些幼虫可能已在某段时间被喂食蜂王浆，培育出的蜂王可能因此降低产卵能力），但分蜂或换王情况下培育的蜂王通常发育良好，具有良好的产卵能力，可以视为高质量蜂王。

等到分蜂时再培育蜂王可能会有风险（如果稍晚几天，蜜蜂可能成群离巢），而且会影响蜂群的蜂蜜产量（被迫采取人工分蜂措施，抑制蜂群的自然分蜂倾向）。

不过，养蜂人可以触发蜂箱内的换王情况，从而在控制良好的环境下培育大量高质量蜂王。

但分蜂和换王只发生在特定时期，所以大多数蜂王是通过移植方法培育的。市面上的几种移植工具在形状、材质和功能上略有不同，养蜂人完全可以根据个人需要进行选择。将幼虫移植到王台基上：同样，（如果情况允许）王台基也有多种选择，但建议使用蜡碗，最好用不含残留物的蜂蜡制成（图9-8）。

然后利用上梁式巢框将移植的幼虫固定在（木质）板条上，并在顶部设置一个非常小的喂食器（用0.5~1 L稀释的蜂蜜喂食可以促进蜂群接受移入的幼虫）。使用有王蜂箱时，需要卧式或立式排王板限制蜂王的活动区，防止蜂王破坏王台。已封盖的王台也可以用外部装置（王台保护器）进行保护；如果处女蜂的孵化时间早于预期，最大型号的这类装置也可以有效降低王台遭破坏的程度。



©DALL'OLIO R.

图9-8 带王台基的上梁式巢框（主图）；已封盖的王台（小图）

另外，已经封盖的王台可以放入电动孵化器中，然后设置蜂王培育所需的具体条件（温度/相对湿度）。

交尾箱有各种不同的尺寸、形状和材质。如果选用标准工具（蜂箱或带巢脾巢框），分隔板是唯一建议使用的特定设备，它可以根据蜂群规模调整箱内空间大小，对帮助蜜蜂调节蜂箱内部温度、扩大蜂群规模至关重要。此外，一块分隔板还可以将一个蜂箱隔成两个空间（或使用更多分隔板隔出更多空间），变成双室交尾箱（每个空间都有各自的入口）。

9.2.5 改善 / 支持养蜂业发展的策略

虽然各国养蜂业的发展水平不同，但养蜂业的结构或多或少保持不变（图 9-9）。

绝大多数养蜂人（商业养蜂人）致力于生产蜂蜜和其他蜂产品，只有少数养蜂人能够独立繁殖活蜂，用于补充蜂群或进行出售（繁殖者），因为他们要么缺乏技能，要么选择从第三方购买蜂王和蜂群。最后，每个国家只有少数养蜂人（如有）是专门从事蜜蜂繁殖的。这种情况不利于可持续发展，因为大多数养蜂人需要依靠外部服务才能保障他们的核心业务。

为了改变这种情况，需要尽量号召更多国家改变养蜂业的结构。增加繁殖者和育种者的数量有利于在当地繁殖更多高质量蜂王，使蜂群管理更独立、蜂群生产力更大。此外，繁殖者和育种者向当地养蜂人供应蜂王和蜂群，让他们在当地条件下使用，因此这些养蜂人可能会提供更多关于所供应蜂王和蜂群的质量反馈。

结论

相关政府和协会机构应拨款投资，促使养蜂人掌握蜂王培育和育种相关技能，同时在购买特定专业设备和选择育种额外工作量方面提供经济支持（选择育种需要测出不具备繁殖能力的蜜蜂）。此外，为了协助育种者的工作，土地管理者应确保有安全的地点单独进行蜂王交尾活动。

9.2.6 国际立法对蜂王和蜂群的最低质量要求

本小节主要介绍国际立法对蜂王和蜂群的最低质量要求，具体以欧盟标准为例，说明国际方面为确保对蜜蜂移动的高标准要求而进行的工作。

针对蜜蜂和熊蜂在欧盟境内流动以及入境欧盟提出的动物卫生新要求

自 2021 年 4 月 21 日起，这些规定将在欧洲议会和理事会 2016 年 3 月 9 日关于可传播动物疾病

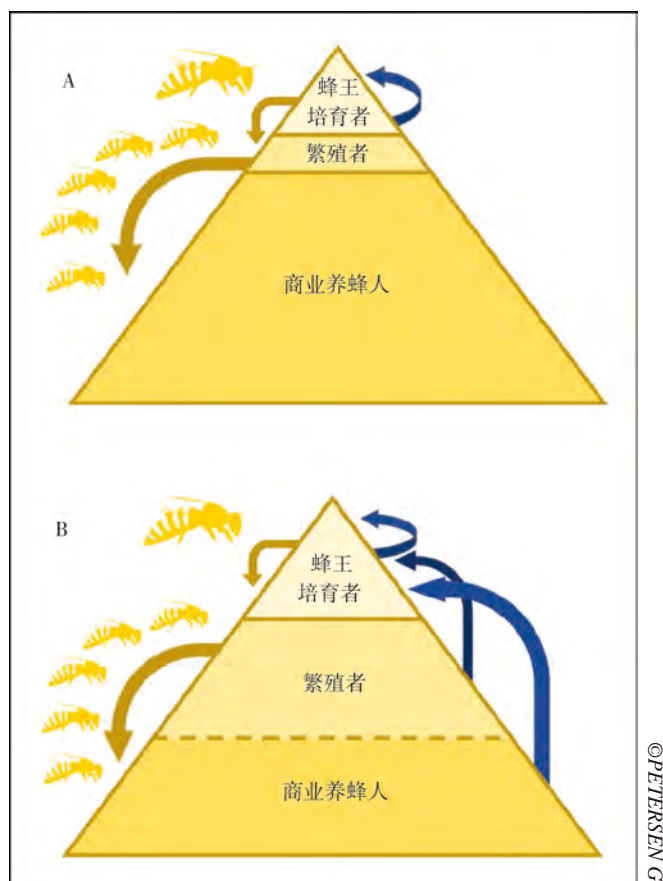


图 9-9 养蜂业的当前结构 (A) 和备选结构 (B)

©PETERSEN G.



以及修订和废除动物卫生领域某些法案的第 2016/429 号欧盟法规中正式生效（以下简称“动物卫生法”）。

目前，动物卫生法中明确的蜜蜂和熊蜂病虫害如下：

- 瓦螨病
- 蜂箱小甲虫病
- 美洲幼虫腐臭病
- 热厉螨病

需注意的是，这些病虫害与其他动物群体内发生的所有其他病虫害一样，已经参考动物在欧盟境内移动以及入境欧盟的情况进行分类，旨在明确适用的防控措施。在这方面，可以认为：

a. 瓦螨病：

- (i) 对一些成员国而言是一种挑战，需要采取措施防止这种病虫害在未感染地区或已经制定病虫害消除计划的部分欧盟地区传播；
- (ii) 入境欧盟或在成员国之间传播需要采取防控措施；
- (iii) 需要在欧盟境内进行监测。

b. 对于蜂箱小甲虫、美洲幼虫腐臭病和热厉螨的已有分类，只参照第 2 点和第 3 点。

针对蜜蜂和熊蜂在欧盟境内流动提出的动物卫生要求

如前所述，第 2020/668 号欧盟法规（第 48 ~ 52 条）针对蜜蜂和熊蜂在欧盟境内流动提出了具体要求。第 48 条规定了蜜蜂流动的一般条件：

经营者仅在以下要求得到满足时才能将处于生命周期任何阶段的蜜蜂（包括蜜蜂幼虫）转移到其他成员国：

- a. 原蜂群和蜂箱没有出现感染美洲幼虫腐臭病、蜂箱小甲虫或热厉螨的迹象；
- b. 供应蜂群的养蜂场必须满足以下条件：

- (i) 方圆至少 3 km 的范围内，在出发前 30 天没有发现美洲幼虫腐臭病，也没有因为美洲幼虫腐臭病的爆发而受到限制；
- (ii) 方圆至少 100 km 的范围内，没有发现蜂箱小甲虫的感染病例，也没有因为蜂箱小甲虫感染的疑似病例或确诊病例而受到限制，第 49 条豁免规定下的情况除外；
- (iii) 方圆至少 100 km 的范围内，没有发现热厉螨的感染病例，也没有因为热厉螨感染的疑似病例或确诊病例而受到限制。

关于上述规定，有一项仅适用于蜜蜂蜂王的豁免规定，仅在第 48 (b) (ii) 条所列的条件下有效，涉及的养蜂场在方圆至少 100 km 范围内有蜂箱小甲虫的疑似或确诊病例。因为经验表明，这一规定在发现蜂箱小甲虫后对养蜂业的长期管理产生了过大影响。特别是，这一规定没有考虑到这样一个事实：有些区域虽然离虫害发生点不到 100 km，但却在国家立法及发生点周围规定的防护区之外，而且也不受欧盟保护措施的约束，但必须根据科学机构认可的关于蜂箱小甲虫侵扰监测指南正式计划和实施积极监测。

第 49 条对相关豁免进行了规定：

通过对第 48 b (ii) 条进行豁免规定，经营者可在蜜蜂满足第 48 a、b (i) 和 (iii) 条的要求以及下列要求的情况下移动蜜蜂蜂王：

- a. 在原养蜂场没有发现蜂箱小甲虫病例，而且该养蜂场与主管部门在蜂箱小甲虫确诊病例发生点

方圆至少 20 km 范围内划定的防护区边界至少相距 30 km；

- b. 原养蜂场不在欧盟就蜂箱小甲虫确诊病例划定的需受防护措施限制的防护区内；
- c. 原养蜂场所在区域每年都有主管部门持续监测蜂箱小甲虫的感染情况，如果被感染的养蜂场至少占 2%，则蜂箱小甲虫感染情况的检测结果至少有 95% 的可信度；
- d. 在生产季期间，主管部门每月对原养蜂场进行检查，如果被感染的养蜂场至少占 2%，则蜂箱小甲虫感染情况的负面检测结果至少有 95% 的可信度；
- e. 将蜂王单独关在笼子里，陪嫁蜂不超过 20 只。

鉴于之前就瓦螨分类强调的内容，第 50 条就瓦螨侵扰以及蜜蜂在欧盟境内的流动作出了以下补充规定：

经营者仅可在第 48 条规定和以下要求得到满足时才能将处于生命周期任何阶段的蜜蜂（包括蜜蜂幼虫）转移到其他成员国或未感染瓦螨的地区：

- a. 蜜蜂来自未感染瓦螨的成员国或地区；
- b. 蜜蜂的运输过程中有防止感染瓦螨的措施。

关于熊蜂在欧盟境内流动的适用要求，应遵循第 51 条规定：

经营者仅可在以下要求得到满足时才能将熊蜂转移到其他成员国：

- a. 蜂群没有出现蜂箱小甲虫的感染迹象；
- b. 供应熊蜂的养蜂场方圆至少 100 km 范围内，没有发现蜂箱小甲虫感染病例，也没有因为蜂箱小甲虫感染的疑似病例或确诊病例而受到限制。

上述要求不适用于根据第 52 条规定从环境隔绝型生产设施移出的熊蜂。

第 52 条规定了豁免的可能性，主要涉及方圆 100 km 未感染蜂箱小甲虫的区域以及熊蜂从环境隔绝型生产设施转移到其他欧盟成员国的流动情况：

通过对第 51 b 条进行豁免规定，经营者可在第 51 a 条和以下要求得到满足时将环境隔绝型生产设施的熊蜂转移到其他成员国：

- a. 在独立的检疫装置内饲养蜂群，每个蜂群养在一个密闭的新容器内，容器在使用前经过清洁和消毒；
- b. 根据书面标准操作程序对检疫设施进行常规检查，未在其中发现感染蜂箱小甲虫的情况。

蜂群流动所需的健康证明

介绍完适用于欧盟境内蜜蜂和熊蜂流动的具体卫生要求后，以下简要介绍蜂群流动所需的健康证明。

只有获得本国主管部门签发的健康证明，经营者方可将蜜蜂和熊蜂转移到其他成员国（有例外情况）。

应注意的是，原籍国主管部门签发的蜜蜂健康证明应包含有关蜜蜂托运的一般信息以及能够证明符合第 48 条、第 49 条和第 50 条规定的信息（如适用）。

原籍国主管部门签发的熊蜂（环境隔绝型生产设施供应的熊蜂除外）健康证明应包含有关熊蜂托运的一般信息以及能够证明符合第 51 条规定的信息。

此外，在根据第 49 条豁免规定（与蜂箱小甲虫有关）运输蜜蜂蜂王时，经营者和运输者应确保对官方兽医签发的健康证明进行目视检查后，装载蜂王的容器或整个托运箱立即用孔径不超过 2 毫米的细网覆盖固定。



对于环境隔绝型生产设施供应的熊蜂（参见第 52 条），经营者和运输者应确保在运输过程中用单独的检疫装置隔离蜂群，每个蜂群装在密闭的新容器内，容器在使用前经过清洁和消毒。

在编撰本准则时，欧盟委员会和各成员国正在确定适用于欧盟境内蜜蜂和熊蜂流动的健康证明范本。

关于主管部门签发蜜蜂和熊蜂健康证明的责任，应注意以下几点。

在签署动物健康证明之前，官方兽医应：

- 进行一致性检查；
- 对动物、其包装和任何随附的饲料或其他材料进行目视检查，以确认蜜蜂是否感染美洲幼虫腐臭病、蜂箱小甲虫和热厉螨或熊蜂是否感染蜂箱小甲虫；
- 对于需根据第 49 条豁免规定（与蜂箱小甲虫有关）进行认证的蜜蜂蜂王：
 - 查看生产季期间每月记录的健康检查文件；
 - 对每个蜂王笼进行目视检查，以确认每个笼子的陪嫁蜂数量不超过上限；
 - 对动物、其包装和任何随附的饲料或其他材料进行目视检查，以确认蜂群是否感染美洲幼虫腐臭病、蜂箱小甲虫和热厉螨。

官方兽医在蜜蜂和熊蜂离开原产地前的最后 48 h 内或在蜜蜂蜂王（需根据第 49 条豁免规定进行认证）离开原产地前的最后 24 h 内签发动物健康证明。

蜜蜂和熊蜂入境欧盟以及托运箱入境后蜂群移动和处理的适用规则

以下是风险评估的一些考量和发现，欧盟委员会和欧盟成员国根据这些考量和发现制定了适用于熊蜂和蜜蜂蜂王入境欧盟的具体卫生要求，如欧盟委员会第 2020/692 号授权条例开篇所述。蜂箱小甲虫是蜂病中最受关注的病虫害之一，尽管其主要分布在欧盟境外，但近几十年来在全球范围内传播，给养蜂业带来了严重问题，而且也可能影响到熊蜂。热厉螨是可能给蜜蜂带来毁灭性打击的病原体，主要分布在欧盟境外。

目前还未有针对这些病虫害的有效、安全防治方法。如果这些病虫害随着蜂群托运箱进入欧盟，将对养蜂业和其他行业的可持续发展带来风险，而且可能影响到农业和环境发展，因为农业和环境会受益于养殖蜂和野生蜂提供的授粉服务。

美洲幼虫腐臭病偶尔会在欧盟境内出现，但可以通过蜜蜂贸易法规加以控制，而欧盟的某些地区已经确认未发现瓦螨存在，而且还有其它贸易保证的进一步防护，可以确保欧盟目的地的安全。对于减轻上述病原体通过托运的蜜蜂和熊蜂进入欧盟的风险，欧盟层面上的规则一直且仍然具有关键作用。

如果只托运不含幼虫的蜜蜂蜂王，且每个蜂王笼里只有少量陪嫁蜂，则很容易检查是否感染了蜂箱小甲虫或热厉螨。因此，只有满足托运条件的蜜蜂才能入境欧盟。

在环境隔绝型生产设施繁殖和饲养的熊蜂经常在园艺行业交易。考虑到运送蜂群所需的常用设施、程序和密闭容器，只有在环境可控条件下繁殖、饲养和包装并且检查结果可以确保蜂群没有感染蜂箱小甲虫的熊蜂（熊蜂属）才能入境欧盟。

针对蜜蜂和熊蜂入境欧盟提出的一般动物卫生要求

根据第 2017/625 号欧盟法规，计划运往欧盟地区的所有活体动物必须提前送到边境检查站（BCP），以便执行必要的官方控制措施（包括文件检查、一致性检查和实物检查）。

在这一点上，可以简要回顾一下边境检查站的作用和职责。进口的活体动物和动物产品一般具有最高风险，因为它们可以传播严重的人类疾病和动物疾病。因此，这些动物和产品必须在入境点（俗称“边境检查站”）接受特定的检查。

边境检查站由成员国根据欧盟委员会制定的程序（见第 2017/625 号欧盟法规）指定，负责对每批入境欧盟的动物和货物（如活体动物、动物源性产品、胚胎产品和动物副产品；植物、植物产品以及从某些第三国进口的、欧盟委员会出于已知或新发风险考虑认为有必要在入境后临时加强官方控制措施的其他物品和货物）实施官方控制措施。

边境检查站应紧邻欧盟入境点，其结构必须符合欧盟委员会根据待检动物和货物类别规定的最低要求（第 2019/2014 号欧盟法规）。各成员国指定的动物边境检查站见欧盟委员会网站上公布的名单^①。

在以下情况下，主管部门批准动物入境欧盟：

a. 托运货物来自欧盟相关立法规定名单所列的第三国家或地区；

b. 托运货物符合：

(i) 入境欧盟的一般动物卫生要求——在这方面，请注意，只有孵化以来一直未曾离开发货国和发货地并且在此期间未曾接触健康状况较差的其他动物的蜜蜂和熊蜂才允许入境欧盟；

(ii) 适用于相关蜂种的具体动物卫生要求（后文将重点介绍适用于蜜蜂蜂王和熊蜂的具体卫生要求）；

c. 托运货物附有以下文件，可以证明原产国或原产地的主管部门已经提供了确保符合 b 项所述动物卫生要求的必要保证：

(i) 由原产国或原产地的官方兽医出具的具体健康证明；

(ii) 声明书和可能要求提供的任何其他文件。

以上 c 项第 (i) 点提到的健康证明必须在托运货物抵达边境检查站当天前 10 天内出具；但如果是海上运输，这个期限可以根据海上航行时间的长短进行适当延长。

在编撰本准则时，新版健康证明正处于草拟阶段。

只有以下类别的蜜蜂和熊蜂才能入境欧盟：

a. 蜜蜂蜂王；

b. 熊蜂。

托运的蜜蜂蜂王和熊蜂只有在符合以下要求时才能获准入境欧盟：

a. 将蜜蜂和熊蜂运到欧盟地区所使用的包装材料和蜂王笼必须：

(i) 是全新的；

(ii) 未曾接触过任何蜂群和子脾；

(iii) 已经采取了所有预防措施，防止被能够引起蜜蜂或熊蜂病虫害的病原体所污染；

b. 随附蜜蜂和熊蜂的饲料不得含有能够引起蜜蜂或熊蜂病虫害的病原体；

c. 包装材料和随附产品在发往欧盟之前必须经过目视检查，确保不会构成动物健康风险，并且不含：

(i) 如果是蜜蜂：任何生命阶段的蜂箱小甲虫和热厉螨；

(ii) 如果是熊蜂：任何生命阶段的蜂箱小甲虫。

^① 可访问：https://ec.europa.eu/food/animals/vet-border-control/bip_en.



适用于蜜蜂蜂王的具体动物卫生要求

这些要求见欧盟委员会第 2020/692 号授权条例第 65 至 68 条。

对于动物卫生法列出并归类为最初在欧盟境内移动的蜜蜂和熊蜂，上述新规（也适用于货物进口和国际病虫害预防）考虑了四种病虫害：

第 65 条：允许托运入境欧盟的蜜蜂蜂王必须由满足以下条件的养蜂场提供：

a. 方圆至少 100 km 范围内（适当情况下包括邻国领土）：

- (i) 未发现蜂箱小甲虫或热厉螨的感染病例；
- (ii) 并未因 (i) 中所述病虫害的疑似、确诊病例或爆发而被实施任何管制措施；

b. 方圆至少 3 km 范围内（适当情况下包括邻国领土）：

- (i) 在装货发往欧盟当天前至少 30 天内未发现美洲幼虫腐臭病；
- (ii) 并未因第 (i) 点所述期间出现美洲幼虫腐臭病疑似或确诊病例而被实施任何管制措施；
- (iii) 如果在第 (i) 点所述期间之前曾出现过美洲幼虫腐臭病的确诊病例，原产国或原产地的主管部门应在发现后检查所有蜂群并治疗所有染病蜂群，之后在最新病例记录之日起 30 天内进行检查，确保结果良好。

第 66 条的规定如下：

托运的蜜蜂蜂王只有满足以下条件才能获准入境欧盟：在装货发往欧盟当天前 30 天内对从托运蜜蜂原蜂箱中取出的巢脾样本进行检测，结果未发现美洲幼虫腐臭病。

第 67 条的规定如下：

托运的蜜蜂蜂王只有满足以下条件才能获准入境欧盟：蜂王装在密闭蜂王笼内，每个蜂王笼只装一只蜂王，陪嫁蜂不超过 20 只。

应强调的是，欧盟境内转移蜂王，可免除方圆 100 km 范围内不得发现蜂箱小甲虫的规定，但这一豁免规定不适用于欧盟境内引入蜂王的情况。

但蜂王进口与蜂王在欧盟境内的流动一样，如果目的地是尚未出现瓦螨病的欧盟成员国或其地区，则必须满足瓦螨病相关的其他健康条件：

第 68 条：运往尚未被瓦螨病侵扰的欧盟成员国或地区的蜜蜂蜂王只有在符合以下要求时才能获准入境欧盟：

- a. 托运的蜜蜂必须来自尚未被瓦螨病侵扰的第三国或其领土或地区；
- b. 在装货发往欧盟当天前 30 天内并未在原产国或原产地发现瓦螨病感染病例；
- c. 已采取一切预防措施，避免托运货物在装货和发往欧盟期间感染瓦螨病。

适用于熊蜂的具体动物卫生要求

以下是适用于欧盟地区引入熊蜂的两条具体规定。规定指出，只有来自环境隔绝型生产设施的熊蜂才能入境欧盟。

第 69 条：

托运的熊蜂只有满足以下条件才能获准入境欧盟：

a. 熊蜂在符合以下条件的环境隔绝型生产设施内繁殖和饲养：

- (i) 生产设施能够确保熊蜂的繁殖在防飞虫的建筑内进行；
- (ii) 生产设施配备齐全，能够确保熊蜂在独立的检疫装置内得到进一步隔离，整个生产过程中

每个蜂群都在建筑内的密闭容器中；

(iii) 在喂给熊蜂前，设施内储存和处理的花粉在整个生产过程中都与熊蜂分开；

(iv) 可通过标准操作程序防止蜂箱小甲虫进入设施，并定期检查设施内是否携有蜂箱小甲虫；

b. 在 a. 项所述的设施内，熊蜂必须来自尚未发现有蜂箱小甲虫侵扰的检疫装置。

第 70 条：

托运的熊蜂只有满足以下条件才能获准入境欧盟：熊蜂装在密闭容器内运往欧盟地区，每个容器内的成蜂数量不得超过 200 只，蜂王可有可无。

在边境检查站按规定完成检查，获得良好结果，准许蜜蜂蜂王和熊蜂进入欧盟地区后，相关部门需根据以下规定进行诊断测试，以确认是否携有蜂箱小甲虫和热厉螨，避免可能传播的病虫害给养蜂业带来风险。

蜜蜂蜂王和熊蜂入境欧盟后的处理和动物卫生要求

a. 入境欧盟后，蜜蜂蜂王不得被引入当地蜂群，除非蜂王经主管部门允许并在其直接监督下（适当时）可从运输笼转移到新笼中。

b. 蜜蜂蜂王转移到新王笼后，运输笼、陪嫁蜂以及从原产国伴随蜂王进入欧盟的其他材料必须提交给官方实验室检查，以排除携有蜂箱小甲虫（包括卵和幼虫）和热厉螨的可能性。

c. 接收熊蜂的经营者销毁伴随熊蜂从原产国或原产地入境欧盟的容器和包装材料，但他们可以将熊蜂养在入境欧盟所用的容器内，直至蜂群的寿命结束。

d. 蜜蜂蜂王或熊蜂托运目的地所在成员国的主管部门应：

- 监督蜂王从运输笼转移到新笼的过程。
- 确保经营者向官方实验室提交所需的材料。
- 确保官方实验室在检查完成后落实蜂笼、陪嫁蜂和相关材料的销毁程序。

为了进一步降低蜂王进口导致上述病虫害传播的健康风险，下文重点介绍适用上述规定的潜在适当程序。这是为了确保后续以检测为目的而对进口蜂进行的操作是在受保护的实验室环境下进行，而非在目的地公司进行。

边境检查站按规定进行检查，如果结果合格，则准许蜜蜂运往目的地地址。但托运的蜜蜂需遵守卫生要求：首先运往指定的实验室，由专业人员在充分保护的条件下按标准要求进行检测。

进口商确保将蜜蜂从边境检查站安全转移到指定实验室，以便在实验室进行必要的检查。

蜂笼、蜜蜂、抵达时已经死亡的所有蜜蜂（包括蜂王和工蜂）以及伴随蜂王从原产国入境欧盟的其他材料应接受必要的检查，以确认是否携有蜂箱小甲虫（包括卵和幼虫）和热厉螨。

一旦按标准要求完成检查，蜜蜂活幼虫、所有随附材料以及运输过程中死亡的蜜蜂将被彻底销毁。

如果没有检测出相关寄生虫，蜜蜂将继续运往目的地养蜂场；一旦获得结果合格的实验室检测证明，当地主管部门将解除卫生限制。如果检查结果不合格，蜂王也将在实验室被销毁。

9.2.7 结论

欧洲的立法背景可以证明本准则对养蜂业相关利益者的重要性，以及满足所有蜂王和蜂群卫生和运输要求对保证国际高质量标准的重要性。规划一个蜜蜂相关项目需要考虑所有关于动物健康和食品安全的现有法规。



9.3 蜂花粉

9.3.1 背景

植物会产生花粉，而花粉中含有植物的雄性生殖细胞。“授粉”指的是花粉从某株植物的雄性生殖器官转移到另一株植物的雌性生殖器官。许多植物依赖昆虫提供授粉服务，而蜜蜂可能是最重要的授粉者之一，尤其是对于大量开花的作物而言。

植物主要通过花蜜和花粉吸引蜜蜂。当蜜蜂访花采集花蜜时，花粉会粘到蜜蜂的体表绒毛上。蜜蜂用足部将绒毛上附着的花粉梳理出来，储存在后足的花粉筐中。在这个过程中，蜜蜂还为相应的花朵授粉。花粉与花蜜、分泌物混合后会粘成小团粘在花粉筐上。在一个花粉团中，花蜜的含量可能高达10%。之后，花粉会被携回蜂巢。在蜂箱内，蜜蜂利用长刚毛和中足结构将后足上的花粉团取出。花粉中加入蜂蜜和其他分泌物后放置在储存巢房内。这些分泌物中的一些微生物开始发酵，将花粉转变为一种称为“蜂粮”的物质。蜂花粉经过发酵过程会更容易消化。在一些国家，蜂粮是一种高价值蜂产品。

蜜蜂具有访花恒定性，通常一次只访问一种类型的花朵。

因此，蜜蜂带回蜂巢的每个花粉团主要由一种植物的花粉组成，尽管有时也会观察到两种或两种以上的花粉团颜色。访花恒定性对植物十分有利，因为花粉更有可能在同种植物之间传递，进而保证该种植物的未来生长。

蜜蜂访花的直接目的也可能是采集花粉。花粉是蜜蜂育虫所需蛋白质和所有氨基酸的唯一来源。因此，蜜蜂会在育虫期积极采集花蜜和花粉。在一个季节中，一个大型蜂群可能消耗25~35 kg的花粉。一只蜜蜂出去一次带回的花粉团约8 mg，因此需要大量蜜蜂外出访花才能满足蜂群的花粉需求。近期研究表明，花粉多样化饮食是建立健康蜂群的重要环节。如果有不同植物，蜜蜂会采集不同植物的花粉。

因此，如果养蜂人想要采收蜂花粉，必须为蜜蜂提供足量蜂花粉，让它们满足自身需求。但如果正确调整蜂花粉采集设备，蜜蜂可以自行补充被采收的蜂花粉，提高花粉采集量，以满足自身需求。

9.3.2 养蜂设备技术规范

花粉采集器的类型以及与蜂箱材料的联系

箱底式和巢门式是最常见的两种花粉采集器。本节将介绍这两种花粉采集器，包括各自最主要的特点和优缺点。

所有花粉采集器的基本结构是某种可以迫使蜜蜂通过或穿过的栅格结构（脱粉栅）。当蜜蜂通过或穿过花粉采集器时，花粉团会从花粉筐中掉落。通常情况下，这种栅格结构是一块带孔的塑料板。孔径应接近5 mm，这个大小可以让蜜蜂身上的大部分而非全部花粉掉落。蜜蜂个体大小的不同可能会影响收集到的花粉量。对于雄蜂，孔径应更大。花粉采集器必须防止蜂巢碎片落入花粉盘中。花粉盘必须避免受潮，包括雨水影响。与蜜蜂和花粉接触的所有材料必须由食品级材料制成，而且必须方便定期清洁。

不管是哪种类型，采集器都必须能适时拆除，让蜜蜂不受脱粉栅阻挡而通过。这么做的目的是增加蜜蜂带回蜂巢的花粉量或避免蜜蜂在恶劣天气期间外出采集花粉。

图 9-10 展示的是箱底式花粉采集器。蜜蜂通过脱粉栅进入采集器。当蜜蜂通过小孔时，花粉会从附着的绒毛上脱落，落到花粉盘上。正面有两个孔可以让雄蜂通过。一部分工蜂也会使用这两个孔，但这只是增加了蜂群自身所需的蜂花粉储备量。

不采收蜂花粉时，无论是由于天气恶劣、缺乏花粉源，还是蜂群需要蜂花粉育虫，脱粉栅很容易移除。

花粉盘上覆有金属丝网，可以确保通风良好。用硅胶将落粉网粘到巢框上，可以防止花粉堆积，滋生微生物。如此一来，花粉盘也更容易清洁。在箱底式花粉采集器中，花粉盘覆盖整个蜂巢区域，可以为蜂花粉留有大量空间。天气不错时，一天的蜂花粉采集量可以达到 1 kg。

如果使用箱底式花粉采集器，蜂箱应离地面至少 30 cm 高，防止地面湿气使托盘内的蜂花粉受潮。

图 9-11 是正面安装型采集器的两个示例。巢门式花粉采集器是主要生产国最常使用的一种采集器。与底部安装型相比，这种采集器使用更方便、功能更多、价格更低，但有些可能存在明显缺点。

图 9-11 中所示的两种巢门式花粉采集器的主要区别在于材质的不同。第一个示例完全由塑料制成。脱粉栅很容易移除，从而暂时停止采收蜂花粉，采集器两侧有雄蜂出口。但这种采集器是巢门式花粉采集器设计不合理的反面例子。主要缺点在于花粉盘——塑料材质会导致通风不良。这种采集器不建议用于采集供人类食用的熊蜂蜂花粉。

图 9-11 中另一种巢门式花粉采集器由木材制成，底部有一个覆金属丝网的木制托盘。这种设计更



©KILPINEN O., VEJSNÆS F.

图 9-10 定制的箱底式花粉采集器



©KILPINEN O., VEJSNÆS F.

图 9-11 巢门式花粉采集器的两个示例



加合理，可以确保采集到的蜂花粉通风良好。

无论使用哪种类型的花粉采集器，都必须了解花粉采集器如何对蜂群产生影响。蜂群必须有足够的蜂花粉满足自身的消耗需求，否则蜂王会减少产卵，蜂群的自然发展进度也会延后。春季是蜂群发展的关键时期，不建议在春季开始采集蜂花粉。通常情况下，大流蜜期开始时最适合开始采集蜂花粉。此时，蜂群应具有有一定规模。

当蜂群具有一定规模且流蜜期开始时，可以在整个季节持续采集蜂花粉。很明显，这取决于采集器质量、气候和环境等因素。通常情况下，蜂群可以通过派出更多蜜蜂采集花粉来抵消采集器截获蜂花粉所产生的影响。这必然会对花蜜采集产生一些负面影响，但很难确定影响程度。建议在养蜂场所有或大部分生产蜂群中使用花粉采集器，避免其他蜂群的蜜蜂混入。

养蜂人采集的蜂花粉不得超过他们的需求量。当采集到足够的蜂花粉时，应移除花粉采集器，让蜂群能够保留之后采集的所有花粉。在较冷地区，应确保为蜂群留有足够的蜂花粉越冬。

采集策略

采集蜂花粉使用的蜂群不得患有任何疾病，尤其是采集供人类食用的蜂花粉时。脱粉栅会促进所有微生物疾病的传播。白垩病尤其值得关注，因为死蛹会落在底板上，导致孢子通过采集器。如果在采集蜂花粉使用的蜂群中检测到任何疾病，必须立即移除花粉采集器。

蜂花粉的采收环境必须不含或只含少量杀虫剂或重金属等污染物。养蜂人应避免在许多植物含有毒生物碱所在的区域采收蜂花粉。

此外，必须认识到，蜂花粉是一种比蜂蜜更敏感的产品。蜂蜜本身或多或少具有稳定性，而蜂花粉容易与空气中的水分结合。如果蜂花粉暴露在潮湿环境中一段时间，可能滋生微生物（特别是霉菌）而变质。因此，每天必须采收一次蜂花粉（甚至可能一天两次），最好在晚上采收，防止蜂花粉暴露在夜间的潮湿环境中。显然，这取决于环境的类型：与炎热干燥气候相比，寒冷潮湿气候下的受潮风险更高。在某些情况下，如多雨天气，最好避免在潮湿条件下采集蜂花粉。生产卫生条件差或不经常采收往往会导致产生毒性极强的黄曲霉毒素。

蜂花粉处理

理想情况下，采收的蜂花粉应储存在密封容器或袋子中，最好采用真空包装，并在 -18°C 下冷冻至少48 h，以杀死可能存在的任何螨虫。冷冻蜂花粉之前，最好立即进行净化程序，除去蜂花粉中的蚂蚁、死蜂等明显污染物，但养蜂人通常等到采集到大量蜂花粉后才进行这一程序。大多数蜂花粉生产者会利用有内置托盘的大箱子使采收到的蜂花粉不含死蜂等大碎片。蜂花粉可以冷冻储存数月，但通常在采收当周利用特定产品在阴凉室内完成净化程序，之后再转移到更大的容器中冷冻。从单个蜂群中采收的蜂花粉可以多达10 kg，因此需要大量冷冻空间。

蜂花粉最好冷冻后再食用。有些人认为，直接从冷冻室取出的蜂花粉在味道和黏稠度上都更好，无须干燥处理。蜂花粉经过干燥处理，味道肯定会改变。松软、光滑的新鲜蜂花粉也非常诱人，口感非常不错。如果想要出售冷冻的蜂花粉，则在抵达食用者的餐桌之前，蜂花粉必须保持冷冻状态。

干燥

世界上很多蜂花粉生产者没有条件进行超低温冷冻，因此只能直接采用干燥方法。他们将采收的蜂花粉进行除杂处理，然后再干燥。

有条件进行超低温冷冻的生产者可以在采集和净化足够多的蜂花粉后，对冷冻的蜂花粉进行干燥处理。在干燥之前，很难净化冷冻的蜂花粉。细小杂质粘附在花粉团上，而花粉团又会相互粘连。因此，干燥后出售的蜂花粉通常在净化前进行干燥处理。新鲜（冷冻）蜂花粉的含水量约为20%~30%，如果不打算冷冻储存，则含水量还应大大降低。

在过去，蜂花粉的干燥处理常采用日晒法。但紫外线会破坏多种蜂花粉成分，因此必须避免使用这种方法。现在，蜂花粉通常在电热干燥机中进行干燥处理。电热干燥机有各种尺寸，从小型家用干燥机到大型干燥机。最常见的干燥机是将低温干燥空气吹向蜂花粉。一般来说，尽量在低温下分薄层缓慢干燥蜂花粉是最佳的干燥方法。但通常需要在干燥时间和干燥温度之间进行权衡。干燥温度不得超过40℃，超过这个温度会影响蜂花粉的质量。不过，干燥温度最好不超过30℃，只是这样一来，蜂花粉的干燥时间肯定会变长。新型干燥机可以优化空气湿度和温度，采取内外结合的最佳方法蒸发蜂花粉中的水分。冻干法并用是确保蜂花粉不变质的最佳方法，但通常缺乏实用性和经济性。图9-12展示了两种蜂花粉干燥机：小型干燥机和大型干燥机。

测定含水量

蜂花粉中的残余水分含量应达到多低水平是最难解答的问题——这一点尚待解答。通常需要在降低含水量以获得稳定产品和避免过度干燥蜂花粉使其变质之间进行权衡。可惜目前还未有关于蜂花粉最佳含水量的可靠文件。

某些国家声称蜂花粉中的含水量应低于6%~8%（10%）。这是极低的含水量水平，会使蜂花粉的味道和口感大打折扣。这种含水量范围的蜂花粉质地很硬，味道也不佳。

快速测定含水量最常用的方法是使用电容传感器（图9-13）。将一个样本较大的蜂花粉（约0.1 L）放入电容传感器的空腔内。仪器会在几秒内测定样品的电容，并由软件计算出含水量。

电容传感器最初是为测量不同材料的含水量而制造的，如谷物或土壤的含水量，但根据我们的经



图9-12 不同类型的花粉干燥机示例



©KILPINEN O., VEJSNÆS F.



图 9-13 电容传感器



©KILPINEN O., VEJSNÆS F.

图 9-14 Kern DAB 200-2 水分测定仪

验，这种仪器测出的数值远不如水分测定仪测得的数值准确（见下一节），因此我们不建议使用电容传感器。

含水量的理想测定方法是先称量样品，然后加热一段时间，直到水分全部蒸发，然后再称量。市面上有各种机器可以自动完成这个过程。图 9-14 展示的仪器可以在加热过程中连续称量样品。通常情况下，蒸发全部水分至少需要 1.5 h，所以这是一项相当缓慢的工作。

与含水量相比，水活度是一个更好的衡量指标。“水活度”测量的是产品中用于确定能否支持微生物生长的有效水分，数值范围介于 0 和 1 之间。自由水的水活度为 1。一般认为，水活度不超过 0.6 的产品不能支持微生物生长。因此，蜂花粉生产者应以水活度低于 0.6 为目标。利用水分活度仪（例如图 9-15 所示）可以很容易测定水活度。养蜂人目前尚未使用这种方法。但这个过程相当简单，因此，如果对最安全的蜂花粉水活性水平加以记录，将成为鼓励养蜂业使用这种方法的一大优势。

对于蜂花粉生产者而言，关于最终产品最佳含水量的记录越多，对他们的帮助越大。生产最佳质量的稳定产品与避免滋生微生物，这两者应该有可能取得平衡。

©KILPINEN O., VEJSNÆS F.



图 9-15 Novasina LabSwift-AW——水分活度仪示例

防止污染物进入蜂箱内的花粉采集器是获得纯净蜂花粉产品的第一步，也是最重要的一步。而防止蚂蚁进入采集器是主要挑战之一。最好的

净化

防止污染物进入蜂箱内的花粉采集器是获得纯净蜂花粉产品的第一步，也是最重要的一步。而防止蚂蚁进入采集器是主要挑战之一。最好的

应对办法是，将蜂箱放在一个支架上，利用某种屏障防止蚂蚁爬到支架上。其他可能污染蜂箱、因此需要加以防范的其他因素包括老鼠以及农业区或农业区附近喷洒的化肥或杀虫剂。

除了保持蜂箱洁净外，蜂花粉本身也需要净化。净化程序在干燥后进行。最简单的净化系统是让干燥的蜂花粉通过气流，使蜂花粉与轻质颗粒分离（图9-16）。需注意的是，蜂花粉必须缓慢落入系统中。此外，气流必须调到刚好低于蜂花粉也能被清除的水平。这样可以确保清除大多数杂质，而仍然留有蜂花粉。有时，蜂花粉需要进行多次净化程序。所有金属都可以用磁条去除。上述所有步骤都必须进行目视检查。

包装

蜂花粉必须储存在密封容器中，防止因接触空气而受潮。如前所述，受潮的蜂花粉很容易滋生微生物。

此外，避光保存蜂花粉也很重要。光线很容易降解蜂花粉中的脂肪化合物，因此最好使用非透明的密闭容器或防紫外线的玻璃瓶。

9.3.3 推动或促进行业发展的策略

蜂花粉是一种可以让许多养蜂人获益的高价值产品，但养蜂人同时也必须严格遵守卫生规定，按照卫生要求布置适合处理食品的特定房间。采集蜂花粉相对容易，尽管在一年当中的某些时期，可能需要每天巡视养蜂场，确保高质量蜂产品。采集蜂花粉只需要借助带脱粉栅的花粉采集器，脱粉栅可以刷下蜜蜂后足上携带的花粉团。养蜂人采集和销售的蜂花粉数量在各国之间有很大差异。有两种方法可以改变这种现状。

首先，养蜂人必须学习相关卫生规范以及如何采集和处理蜂花粉。此外，他们还必须学习如何使用适当的设备。建立养蜂人小组，让他们互相学习，分享经验，这种方式也会有所有帮助。养蜂人杂志上的故事，包括个体或团体养蜂人如何设法采集和销售蜂花粉的正面示例，也是传播信息的一种方式。想要扩大供人类食用的蜂花粉的生产，首先必须注重提高养蜂人的技能水平。

其次是让消费者了解蜂花粉及其用途。如果有些地区没有使用蜂花粉的传统，这可能会是一个挑战。但近年来已经出现了一种“回归自然”的趋势。消费者越来越喜欢天然产品，认为这些产品更健康。所以必须向他们宣传蜂花粉，如实告知蜂花粉的来源、采集方法以及其他方面的信息。可以通过故事形式描绘出美好的画面。对于能否宣传以及在何种程度上宣传食用蜂花粉的健康益处，各国的观点有所不同。有关蜂花粉食品补充剂如何促进人类健康的研究、数据和文档越多，蜂花粉产品的市场越大。

9.3.4 结论

蜂花粉是一种“新发现的”高价值产品，具有许多可以改善人体健康水平和促进养蜂经济发展的特点。由于蜂花粉比蜂蜜敏感得多，养蜂人应提高对蜂花粉采集和加工技术的认识，布置适合处理食



图9-16 安装在定制真空净化器上的一种简单蜂花粉净化装置

©KILPINEN O., VEISNÄS F.



品的特定房间，并让消费者了解蜂花粉的特性以及食用方法。

政策制定者和项目管理者可以利用这些机会，在这种“新发现的”蜂产品基础上建立新的食品供应链。

9.4 蜂王浆

9.4.1 蜂王浆的良好采收方法和最终质量预期

从生物学角度看，蜂王浆与蜂蜜、蜂花粉和蜂胶不同，它是由蜜蜂自身分泌产生的一种天然产品。事实上，蜂王浆是哺育蜂（4～15日龄）咽下腺和上颚腺分泌出来的混合物，也是所有幼虫生命中前3天的食料。只有注定成为蜂王的幼虫才能在幼虫阶段以及之后的整个成年期被喂以蜂王浆。这种特殊的食物可以让雌幼虫发育出高效的生殖系统，最终变成蜂王而不是工蜂，而且寿命长达六年。

在观察了蜂王浆对蜜蜂的影响后，人类开始考虑蜂王浆是否可以作为一种食物来源，然后发现它对人体健康有益。

蜂王浆的另一个特点是，在分泌后不会得到储存。因此，蜂王浆的保存需要技术干预；蜂王浆不属于传统的蜂产品（Krell, 1996）。

蜂王浆是在蜜蜂育王过程中产生的，当注定要成为蜂王的幼虫被喂以过量蜂王浆时，蜂王浆就会在王台中累积。从商业上讲，投放市场的蜂王浆与它的生产方法有关：蜂王浆是为4～5日龄的蜂王幼虫准备的食物。

在20世纪70年代，欧洲和亚洲的养蜂人开始采收蜂王浆，因为它具有治疗作用，是一种健康食品。他们发现了意大利蜂的遗传谱系，这种蜜蜂比常见西方蜜蜂拥有更多咽下腺。

蜂王浆出售时一般是新鲜、冷冻或冷藏、与其他产品混合或冻干的状态。较大工业规模最好使用冻干的蜂王浆，因为这种形式的蜂王浆更容易处理和储存。

蜂王浆是通过刺激蜂群在非自然条件下（人为促使分蜂和换王事件发生）培育蜂王而产生的。科学文献通常重点介绍蜜蜂如何筑造王台，以应对无王情况、进行分蜂或更换蜂王。蜜蜂有很强的母性本能，所以一般在蜂箱特定区域的王台内进行繁殖，而蜂群中的其他蜜蜂被隔王板隔开，无法接触蜂王。养蜂人可以利用这个区域将1日龄的幼虫移植到形似天然王台的蜡碗中，蜡碗装在取浆条上：蜜蜂会将蜡碗视作王台进行育王，即使它们不打算分蜂或季节条件不利。

本章所述的过程涉及以下几个阶段：蜂箱的选择和分隔；蜡碗的安装和采收；提取；储存；以及包装和销售。

9.4.2 蜂箱的选择和分隔

采收蜂王浆需要具备良好的养蜂知识和技能，以正确设置蜂箱。蜂王浆生产的先决条件包括：遗传性状良好的蜂王、蜜蜂数量充足的蜂箱、开花期长的良好环境条件、植物多样性以及风不大或不会太冷的无污染区。

蜂群的遗传特征会在很大程度上影响蜂王浆的生产，因此蜂王的选择是养蜂人的重要工作之一。

如果一个蜂群发育良好，至少有5框幼蜂，便可进行蜂王浆生产。

选定蜂箱后，利用水平或竖直放置的隔王板将蜂箱隔成两室，以便将蜂王限制在其中一个隔室内。养蜂人在蜂王无法进入的蜂箱区域放入2～3块带幼虫的子脾和一个带王台的梁式巢框。

以下是蜂箱选择和分隔的一些良好做法：

- 掌握必要的知识和技能。
- 谨慎选择蜂王。
- 使用已消毒的干净材料，防止病虫害在蜜蜂中传播。
- 确保做好蜂箱的标识和溯源。
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

9.4.3 蜡碗的安装和采收

养蜂人从子脾中移植 1 日龄的幼虫放到蜡碗中。许多养蜂人使用一种中式移植工具，这种工具方便提取幼虫巢房内的幼虫，然后植入蜡碗中。这个过程还需要有蜜脾支架和冷光灯。

蜡碗置于取浆条上。通常情况下，一根取浆条上有 30 ~ 60 个台基（蜡碗）。养蜂人将取浆条固定在巢框上，然后放入蜂箱。一个健康蜂群可以在两根取浆条（60 个巢房）上进行繁殖。

工蜂的母性本能驱使它们向植入王台的幼虫喂食蜂王浆。养蜂人可以在蜂箱内的工蜂开始产卵后的 72 h 收集带有王台的取浆条。

以下是蜡碗安装和采收的一些良好做法：

- 使用已消毒的干净材料，防止病虫害在蜜蜂中传播。
- 尽量减少生物制剂、异物和外来杂质的污染，包括固体、液体和气体形式的污染源。
- 确保做好蜡碗的标识和溯源。
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

9.4.4 提取

当取浆条被送到提取室后，养蜂人会切开每个巢房的狭窄端，清洁任何未使用的巢房，用小镊子或小钳子取出幼虫，然后提取蜂王浆。

提取蜂王浆的方法是：用小刮刀刮取每个巢房内的蜂王浆，再用特殊的口控装置或泵控装置或离心提取法进行吸取操作。抽吸系统由配备真空泵的电动机组成，用于清除幼虫和收集巢房中的蜂王浆。

即使使用了抽吸系统，这一阶段仍然需要大量人工作业，因为目前尚未有高效自动化设备能够提供充分协助。

蜂王浆必须用尼龙细网（最好使用尼龙丝袜）过滤，以除去蜂蜡和幼虫碎片。不建议使用金属过滤器。蜂王浆应装在深色玻璃瓶或食品级塑料容器中，避免过度接触空气。蜂王浆应立即冷藏。

鉴于这一阶段以及幼虫移植的重要性，应尽量在养蜂场周围就近选择实验室。

以下是提取蜂王浆的一些良好做法：

- 尽量减少生物制剂、异物和外来杂质的污染，包括固体、液体和气体形式的污染源。
- 重复使用材料前，应对材料进行清洁和消毒。
- 确保做好蜂王浆的标识和溯源。
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。



9.4.5 储存

蜂王浆提取后应立即放入冰箱。

这种蜂产品容易变质，保质期相对较短。为了保证主要的感官特性，蜂王浆的储存温度必须低于5℃。事实上，如果按最佳卫生做法把蜂王浆装在干净容器内，在4℃条件下保存，保质期可长达一年。如果在-18℃条件下冷冻保存，蜂王浆的保质期还可以进一步延长。

另外，蜂王浆也可以冻干后在室温下储存。生产冻干形式的蜂王浆需要冻干机，而这种设备十分昂贵。

以下是储存蜂王浆的一些良好做法：

- 尽量减少生物制剂、异物和外来杂质的污染，包括固体、液体和气体形式的污染源。
- 在低温下储存蜂王浆（新鲜蜂王浆：4℃），避免蜂王浆与空气水分发生水合作用，遵守保质期不超过一年的规定。
- 确保做好蜂王浆和装载容器的标识和溯源。
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

9.4.6 包装和销售

未加工的蜂王浆通常装在深色小玻璃瓶中，瓶子大小对应一个“疗程”的剂量，例如10 g、15 g或20 g。蜂王浆的包装通常随附一片小小的塑料刮刀，用于刮取250~500 mg的适当剂量（图9-17）。有时会使用特殊的恒温包装（通常是成型的聚苯乙烯盒），使产品看起来更加特别，也许还能让产品免受短暂温度波动的影响。在过去的意大利，人们还将蜂王浆装在专用的玻璃注射器内，以确保剂量更加准确，同时加强防氧化保护。

以下是蜂王浆包装和销售的一些良好做法：

- 使用接触面对内容物无影响的容器，避免容器内表面的大量成分混入食品中，进而危害人体健



图 9-17 蜂王浆

康，使蜂蜜成分发生不良变化，或使蜂蜜的感官特性变差。

- 使用接触面符合法定要求的容器，并附有书面声明，表明使用的容器符合适用条例的规定，特别是它们适合在生产、储存和销售的环境条件下与蜂王浆直接接触。
- 使用内表面完好、洁净、不会污染蜂王浆的容器。
- 使用干燥、不透水、不透气的容器，盖子密封性良好。
- 尽量避免将蜂王浆置于高温环境下。
- 确保做好蜂王浆和装载容器的标识和溯源。
- 适当贴标，确保符合销售地区的现行要求。
- 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

9.4.7 国际立法对蜂王浆的最低质量和卫生要求

产品总体概述

根据世界动物卫生组织（WOAH）的《陆生动物卫生法典》，蜂王浆是工蜂的腺体分泌物，置于王台中，用于喂食日后成为蜂王的幼虫。采收后的一般通过冷冻或“冻干法”保存进。蜂王浆的交易市场主要是化妆品行业和人类健康食品市场。

蜂王浆具有高商业价值，所以也会面临掺假和假冒问题。这种蜂产品与蜂蜜一样，容易受到许多化学风险因素的影响，而且还容易滋生某些微生物。

成分和质量要求

蜂王浆是一种质地均匀、呈白色或米色的半流体胶状物质，味酸，有刺鼻性的酚醛树脂气味，密度约为 1.1 g/cm^3 ，可部分地溶于水。

由于含有不同的植物精华，蜂王浆的色泽在整个生产季节可能发生变化。

蜂王浆具有抗微生物和抗霉菌特性，但温度、保存时间长短和细菌污染或其他污染可能导致蜂王浆变质。

蜂王浆易变质，成分复杂，如表 9-4 所示。

表 9-4 蜂王浆的化学和营养成分

参数	计量单位	最小值	最大值
水	%	57	70
蛋白质（氮含量 $\times 6.25$ ）	占干重的 %	17	45
糖类	占干重的 %	18	52
脂类	占干重的 %	3.5	19
矿物质	占干重的 %	2	3

来源：Krell（1996）。



ISO 12824: 2016 对蜂王浆的定义如下:

蜂王浆是工蜂咽下腺和上颚腺分泌出来的混合物, 不含任何添加剂。【……】蜂王浆是幼虫和成年蜂王的食物。它是一种原始的天然食物, 除了过滤之外没有经过加工, 也没有添加任何物质。蜂王浆的颜色、味道和化学成分取决于在蜂王浆生产过程中被喂以下列两种食物的蜜蜂的吸收和转化作用:

- 第 1 种: 只喂食蜜蜂的天然食物 (花粉、花蜜和蜂蜜);
- 第 2 种: 蜜蜂的天然食物 + 其他营养物质 (蛋白质、碳水化合物等) (ISO, 2016)。

上述 ISO 标准规定了对蜂王浆的质量、化学和微生物要求 (表 9-5 和表 9-6), 包括相应的分析参考方法 (ISO, 2016)。

蜂王浆的某些质量指标尤为重要。王浆酸, 即 10- 羟基 -2- 癸烯酸 (10-HDA), 常用作检测蜂王浆是否掺假的质量指标。根据 ISO 12824: 2016 标准, 糠氨酸是一种主要与时间和高温暴露有关的化学变化 (非酶褐变) 指标, 也是决定蜂王浆新鲜度的一个附加可选质量参数。同时, 花粉筛查可用于确定蜂王浆的地理来源, 可采用适用于蜂蜜的相同方法。

与蜂蜜一样, 确定碳、氮元素的稳定同位素以检测蜂王浆中糖浆的掺杂情况是蜂王浆质量分析的一个关键环节。

表 9-5 蜂王浆的化学成分要求

化学成分	要求			
	计量单位	范围	第 1 种	第 2 种
水分	%	最小值	62.0	
		最大值	63.5	
10- 羟基 -2- 癸烯酸 (10-HDA)	%	最小值	1.4	
蛋白质	%	最小值	11	
		最大值	18	
总糖	%	最小值	7	
		最大值	18	
果糖	%		2 ~ 9	
葡萄糖	%		2 ~ 9	
蔗糖	%		< 3.0	n.a.
吡喃葡萄糖基蔗糖	%		< 0.5	n.a.
麦芽糖	%		< 1.5	n.a.
麦芽三糖	%		< 0.5	n.a.
总酸 (【 1 mol/L NaOH 】)	mL/100 g	最小值	30	
		最大值	53	
总脂	%	最小值	2	
		最大值	8	
C13/C12 【 同位素比值 】	δ ‰	-29~-20	-20 至 -14	

* 注: n.a.= 不适用

来源: ISO 12824: 2016。

表 9-6 蜂王浆的微生物标准 (ISO 12824: 2016)

微生物	计量单位	限值	分析参考方法
菌落计数 致病菌	CFU/g	< 500	ISO 4833-1
肠杆菌	CFU/g	0/10 g	ISO 21528-2
沙门氏菌	CFU/g	0/25 g	ISO 6579

注: CFU = 菌落形成单位。

来源: ISO 12824: 2016。

微生物标准

蜂王浆与其他蜂产品的不同点包括它的含水量与微生物的生长具有对应关系, 因此微生物标准被广泛采用。目前, 专门适用于蜂王浆的微生物标准可参见 ISO 标准中的规定, 如表 9-5 所述。

化学危害

污染蜂王浆的化学危险因素与污染蜂蜜的化学危险因素相同, 详见第 9.1 节的内容。D'Ascenzi 等 (2018) 和 Formato 等 (2011) 详细讨论过这个问题。风险管理措施的关键在于采用良好的卫生做法, 并实施危害分析和关键控制点 (HACCP) 系统。

9.4.8 推动或促进行业发展的策略

以下是提高蜂王浆产量和质量的一些策略:

- 为养蜂人提供科学的技术支持, 帮助他们进行遗传选择。
- 通过实际行动改进控制措施的方法和安排, 以保障食品安全性和可靠性, 消除欺骗消费者的行为 (例如把蜂王浆冻干品当作新鲜蜂王浆出售或出售其他假冒品)。
- 促进科学研究进步, 以发明能够从王台基中自动提取蜂王浆的设备。

9.4.9 结论

鉴于食品安全与蜂王浆交易欺诈行为之间的关联性, 养蜂业和所有利益相关者对蜂王浆健康标准以及市面上蜂王浆产品质量评估新方法的发展抱有许多期待。

政策制定者和项目规划者应该考虑到这种蜂产品的独有特性和高营养价值, 从而避免出现蜂王浆交易的欺诈行为, 为养蜂人创造新的发展机会, 这在发展中国家尤其重要。

9.5 蜂蜡

9.5.1 蜂蜡的良好卫生做法和最终质量预期

蜂蜡是工蜂分泌的一种天然蜡, 用于筑造食物储存 (如储存蜂蜜 / 花蜜和蜂花粉 / 蜂粮) 和育虫所需的巢脾。蜂蜡是一种含有脂类的有机化合物, 由工蜂第四至第七腹节腹板上的四对蜡腺分泌产生。蜂蜡的生产阶段一般从第 9 天开始, 产量在第 12 ~ 第 18 天达到峰值。从生物学角度和整体角度来看, 蜡质巢脾不仅是蜜蜂生活和储存食物的简单结构, 而且是蜂群超个体的“框架”“免疫系统”“吸收 /



净化系统”以及“通信网络”。

根据世界动物卫生组织的定义，“蜂蜡”是蜜蜂蜡腺分泌的一种脂类和碳氢化合物的复杂混合物。“已加工蜂蜡”是指将原蜡加热到至少 60℃，然后再使其凝固的一种蜂蜡。“未经加工蜂蜡”是指蜜蜂分泌的未经过上述加热程序的蜂蜡。文中使用的“蜂蜡”一词包含这两种形式的蜂蜡。

生产过程和要求取决于所需的成品。

“巢蜜”是一种蜂蜡食品，大多以切割蜜脾或“块状蜂蜜”的形式销售。在欧盟立法中，不供人类食用的蜜脾属于动物副产品的法定类别，受第 1069/2009 号欧盟法规监管。

已加工蜂蜡有多种用途。在现代养蜂业中，产出的蜂蜡大多被养蜂人用于制造巢础片，即方便蜜蜂修造巢脾的蜡片；少量蜂蜡应用于化妆品、药物制剂、蜡烛和各种其他含有少量蜂蜡的物品。

用于食品生产的蜂蜡，例如作为食品接触材料或食品添加剂，必须经过进一步的提纯处理，才能达到食品级。同样，用于制药的蜂蜡必须达到药用级。

虽然蜂蜡在工业化国家有许多用途，但在采用传统养蜂方法的发展中国家，蜂蜡经常被浪费，导致错失创收机会，可持续发展形势恶化，特别是有机蜂蜡的高商业价值遭到忽视。

蜂蜡生产过程中的关键因素包括蜜蜂健康和福祉、食品安全性和可靠性以及经常在交易欺诈中出现的因素。

本章所述的过程与巢础片的制造有关，还有一些章节列举了在生产供人类食用的蜂蜡时所采取的具体干预措施。以下所述的阶段包括：采集；融化或提纯；灭菌；巢础片制造；以及储存。

9.5.2 采集

在养蜂技术先进的国家，生产蜂蜡的原材料一般是提取蜂蜜过程中移除的巢房封盖（“巢盖”）以及老旧的子脾或蜜脾。巢盖蜂蜡色浅，质量极高，而老旧黑子脾上的蜂蜡数量最少，质量最低（Krell, 1996）。蜜脾的卫生水平在很大程度上取决于它们长期在污染源中的暴露程度，如环境污染、药物治疗或储存期间采用的蜡螟防治措施。巢盖一般取自继箱，由月龄不超过 2 ~ 3 个月的蜜蜂分泌产生，因此更加纯净。

9.5.3 融化或提纯

巢脾和巢盖会在 60℃ 以上的温度条件下融化，一般通过热水加热融化，或使用蒸汽熔蜡器或日光熔蜡器。融化得到的产品俗称“粗制蜂蜡”。

在这个阶段，鉴于可用的融化方法有多种，建议减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

一旦所有蜂蜡均已融化，便可通过倾析法用水分离和清除杂质。这种蜂蜡处理产生的残留物含有丰富的营养物质，可用作家禽食料或制成优质堆肥。

融化处理过后的蜂蜡应呈黄色，有芳香气味。如果蜡饼未充分清洁，底部的灰色层主要是碎片。应刮取这些碎片，之后再重新处理，以提取更多蜂蜡。

为了获得食品级蜂蜡，在去除不溶性杂质后，将液态蜡制成饼状，以便进一步提纯得到“黄蜂蜡”。黄蜂蜡经过过氧化氢、硫酸或日光等物质漂白后会变成“白蜂蜡”。

这两种蜂蜡形式都在欧盟委员会第 231/2012 号条例规定的正面清单上，该条例还对蜂蜡的食品添加剂用途进行了规定。

9.5.4 灭菌

由于潜在的微生物污染，用于制造巢础片的蜂蜡必须经过灭菌处理。这里的“灭菌”一词并不表示完全消除所有微生物和孢子，而是指在 120 ~ 140℃ 的温度下持续加热蜂蜡长达两小时，从而大大减少致病因子（如幼虫芽孢杆菌孢子）。

9.5.5 巢础片制造

在现代养蜂业中，养蜂人通过放入装有巢础片的巢框来引导蜜蜂修造蜜脾，巢础片上通常有六角形的巢房纹路。蜜蜂在这种半成品基础上修造蜜脾。

巢础片可以是占据整个木制巢框表面的一整片，也可以是只占巢框表面一小部分的条带状。制作条带状巢础片的一个简单方法是将湿板浸入融化的蜂蜡中。但有巢房纹路的板材通常由专业制造商生产（Krell, 1996）。巢础片的制造可以采用两种不同的方法：层压法或融化法，不同方法制造出的蜡片具有不同的特征。前者是通过在片材的光滑表面上压印六边形而形成，而后者则是通过一个单独的步骤形成六边形形状：让蜂蜡在滚压设备表面凝固，滚压后形成六边形。

根据欧洲食品安全局（EFSA, 2020 年）的规定，巢础片只能用纯蜂蜡制造，但用其他物质（如石蜡和 / 或硬脂 / 硬脂酸）制造巢础片的情况也不少见。

9.5.6 储存

蜂蜡应储存在阴凉干燥的地方，禁止与任何杀虫剂放在同一个房间，因为干净的蜂蜡并不会招引蜡螟。蜂蜡可以储存很长时间而不失去主要特性，但随着时间的推移，蜂蜡会慢慢结晶，然后变硬，但这个过程是可逆的，不会造成任何损害。

9.5.7 国际立法对蜂蜡的最低质量和卫生要求

产品总体概述

蜂蜡的质量标准似乎非常少。根据欧洲食品安全局（2020 年）的规定，尽管蜂蜡是一种与食品级蜂蜜接触的蜂产品，但养蜂业中作为巢础用于蜂蜜生产的蜂蜡，一般只有在用作食品添加剂 E901 或药用级蜂蜡（黄蜂蜡；白蜂蜡）时才需要符合安全监管要求。

工业参考标准在不同国家和不同制造商之间可能有很大差异。

表 9-7 西方蜜蜂的蜂蜡成分占比

成分	占比 (%)
酯类 (总酯)	57.4
单酯	40.8
羟基单酯	9.2
双酯	7.4
烃类 (总烃)	15.7
烷烃	12.8
烯烃	2.9



续表

成分	占比 (%)
游离脂肪酸 (总)	18.0
游离脂肪醇 (总)	0.6
总计	91.7

来源：欧洲食品安全局（2020）。

表 9-8 E901 蜂蜡（白蜂蜡和黄蜂蜡）

参数	详情
别名	白蜂蜡；黄蜂蜡
定义	黄蜂蜡是利用热水融化西方蜜蜂修造的蜜脾巢壁并去除异物后得到的蜂蜡
欧洲现有商业化学物质名录	白蜂蜡是通过漂白黄蜂蜡 232-383-7 得到的
描述	黄白色（白色形态）或黄褐色至灰褐色（黄色形态）的块状或板状，有细密纹理和非结晶性裂缝，散发类似蜂蜜的芳香气味
融化范围	62 ~ 65℃
比重	约 0.96
溶解性	不溶于水，少量溶于酒精，极易溶于氯仿和乙醚
酸值	不低于 17，不高于 24
皂化值	87 ~ 104
过氧化值	不超过 5
丙三醇和其他多元醇	不超过 0.5%（以丙三醇计）

来源：欧盟委员会第 231/2012 号条例。

成分和质量要求

蜂蜡成分在一定程度上取决于蜜蜂品种、蜡龄和生产气候条件。但这种成分差异主要体现在不同成分的相对含量上，而非成分本身的类型上。

蜂蜡的真假可通过理化参数进行确定，如熔点、密度、酸值、皂化值、酯值、碘值和过氧化值。

从更广泛的角度来看，欧洲食品安全局在 2020 年评估了蜂蜡的掺假风险。通过评估和统计分析蜂蜡鉴定所用的典型、先进方法，该组织得出的结论为，纯度测试应包括至少两个理化参数，并辅以先进的分析方法，以进行灵敏度可靠的检测（检测极限 < 5%），定量分析蜂蜡中的杂质。

化学有害因素

污染蜂蜡的化学有害因素大多源于蜂箱和周围环境，这些污染物很容易在适当条件下长期积累和滋生，使得情况更加严重。杀虫剂是最需要注意的化学危险因素。

根据欧洲食品安全局（2020 年）的说法，蜂蜡还可能掺杂石蜡和少量硬脂 / 硬脂酸、棕榈精和牛油。石蜡因其可广泛获得、价格低廉、具有理想的理化特性（化学惰性、白色或无色、无味）而成为最广泛使用的掺杂物。

被污染的蜂蜡会产生滚雪球效应，因为使用后的蜂蜡通常会在养蜂业内进行重新融化和重新使用，导致残留物不断累积。

表 9-9 针对蜂蜡重新融化后投入市场用于养蜂业而提出的有效极限

因素 / 污染物	限值
酸值	≥ 17 且 ≤ 24
酯值	≥ 63 且 ≤ 87
重金属	
砷	≤ 3 mg/kg
铅 ≤ 2 mg/kg	
汞	≤ 1 mg/kg
杀虫剂和兽药残留	
氟丙菊酯	< 0.6 mg/kg
双甲脒	< 400 mg/kg
卡巴呋喃	< 0.4 mg/kg
氯吡硫磷（-乙基）	< 2 mg/kg
蝇毒磷	< 40 mg/kg
氟氯氰菊酯	< 0.06 mg/kg
氯氰菊酯	< 0.3 mg/kg
DDE	< 40 mg/kg
DDT	< 40 mg/kg
溴氰菊酯	< 0.1 mg/kg
氟氯苯菊酯	< 1.5 mg/kg
吡虫啉	< 0.03 mg/kg
林丹	< 0.09 mg/kg
速灭磷	< 0.2 mg/kg
哒螨灵	< 1.5 mg/kg
氟胺氰菊酯	< 20 mg/kg
噻虫嗪	< 0.04 mg/kg
百里酚	< 2 mg/kg

来源：比利时联邦食品安全局（2018）。

蜂蜡化学污染风险评估采用的方法取决于蜂蜡的用途。

鉴于蜂群和蜜脾之间的密切关系，可以合理推断蜂蜜最容易受到蜂蜡污染的影响。

关于对蜜蜂健康和福祉的风险，比利时联邦食品安全局科学委员会提出的有效极限详见表 9-9。

2018 年，意大利国家认证机构（ACCREDIA）在有机养蜂指南中就巢础片制造所用蜂蜡的杀螨剂残留提出了更严格的参考限值：

- 6 种活性物质（蝇毒磷、氟胺氰菊酯、毒虫畏、螨痹胺、双甲脒、氟氯苯菊酯）的总残留量之



和：≤ 0.3 mg/kg

- 蝇毒磷：≤ 0.2 mg/kg
- 氟胺氰菊酯：≤ 0.1 mg/kg
- 毒虫畏：≤ 0.01 mg/kg
- 螞蟥胺：≤ 0.2 mg/kg

对人类而言，蜂蜡污染的风险在于蜂蜡会把污染物转移到蜂蜜中，或如果购买块状蜂蜜，人类会直接食用蜂蜡本身。

2020年，欧洲食品安全局认为，蜂蜡（主要由正构烷烃组成，几乎不含两个以上芳香环的芳香族化合物）的使用应得到更多关注。食用掺有石蜡的蜂蜡会导致对某些污染物的接触增加，而这些污染物已被确定为具有潜在危害，如矿物油饱和烃。接触食品级硬脂及其污染物不会引起担忧，尽管后者可能略微增加对某些污染物的总体接触，如多环芳烃、二恶英和二恶英类多氯联苯。

9.5.8 推动或促进行业发展的策略以及新视角

蜂蜡是仅次于蜂蜜的一种高产蜂产品。

以下是蜂蜡生产的一些良好做法：

• 减少使用水、有污染性的不可再生能源（如化石燃料）以及对生态环境影响大的材料，以达到良好的可持续发展水平。

- 确保做好蜂蜡的标识和溯源。
- 优化生产过程，避免杀虫剂或任何杂质造成污染，将蜂蜡保存在温度事宜、无害虫干扰的干燥环境中。

因此，必须在国际层面上确定具体的产品安全性和可靠性标准，以达到以下目的：

- 掺假蜂蜡不会在市场上泛滥；
- 蜜蜂健康和福祉不会受到威胁；
- 蜂蜡可以搭配食品用，不会给食用者带来风险；
- 生产者在可持续发展方面作出的努力会得到回报。

鉴于蜂蜡生产需要消耗大量能源，以下是提高蜂蜡生产可持续性的一些策略：

- 建议使用对环境影响小的材料。
- 建议使用可再生能源。
- 建议在蜂蜡的生产过程减少废弃物的产生。
- 建议尽可能在养蜂场附近生产蜂蜡。
- 建议研究更有效、更具可持续性的蜂蜡融化新方法，包括符合相关卫生和质量要求的材料和能源管理。

9.6 蜂胶

9.6.1 背景

蜜蜂生活在庞大蜂群中，任何一个密闭蜂箱内的蜜蜂可能多达6万只。蜂箱环境温暖潮湿，里面有大量有机物质，如蜂蜜和蜂花粉。这些因素构成了微生物生长的理想条件，包括致病微生物。我们

都知道，当同一物种的个体栖居在拥挤的空间时（似乎可以恰当地称蜂箱为拥挤空间），疾病经常通过个体传播。这些疾病可能发展为流行病，威胁到这些动物的生存。

幸运的是，蜜蜂有蜂胶保护。蜂胶可以防御微生物的侵袭，成为保护蜂群的“灵药”。蜂胶是树脂和蜜蜂分泌物的奇特混合物，可以发挥天然抗生素的作用。人类使用蜂胶已经有几个世纪了，甚至如今的千禧一代都知道蜂胶可以用于有机物质的保存和保护。古埃及人利用蜂胶对逝世国王和王后进行防腐处理，他们甚至很有可能是从蜜蜂中学到了这个方法。如果一只鼯鼠或蛞蝓进入蜂箱（也许是在冬季），蜜蜂蜇死了它，但又无法把它拉出蜂箱，蜜蜂就会用蜂胶覆盖尸体，让它变成“干尸”。因此，养蜂人在春季早些时候可能会在蜂箱中发现已经变成干尸的鼯鼠或蛞蝓。用蜂胶覆盖动物尸体是蜜蜂自我保护，让蜂群免受潜在致病微生物侵害的一种本能反应。

蜂胶对于蜂箱而言，最重要的用途是可以对蜂箱所有表面进行消毒。蜂王在巢房内产卵前，巢房会被涂上一层薄薄的蜂胶。储存蜂蜜和蜂花粉的巢房也会被涂上蜂胶。这是蜜蜂防止蜂箱内部滋生细菌、真菌或病毒的一种方法。养蜂人很清楚，蜂胶的另一个用途是密封蜂箱内部的所有裂缝、开口和缝隙。蜜蜂将蜂胶与蜂蜡混合在一起，让蜂胶可以起到密封作用。蜜蜂只需要几天时间就能把商用蜂箱内的巢框粘连在一起。这可能也是令养蜂人头疼的问题之一。此外，许多育种工作者会尽量避免选育能大量采集蜂胶的蜜种。蜜蜂还使用蜂胶来覆盖蜂箱的入口。它们在蜂箱入口处涂上蜂胶，作“门



©KILPINEN O., VEJSNÆS F.

图 9-18 放置在巢框顶部的采胶板



©KILPINEN O., VEJSNÆS F.

图 9-19 穿着防护服的养蜂人在查看采胶板



垫”用，确保所有蜜蜂在进入蜂箱前都会接触到蜂胶。这是为了防止外出的蜜蜂把病原带回蜂巢。

蜜蜂采集的蜂胶量取决于蜜蜂的品种。高加索蜂是采集蜂胶的“佼佼者”，每年每个蜂箱的蜂胶产量可达 1 kg。而在其他蜂种中，蜂胶的采收量一般为 100 ~ 300 g/年。在许多情况下，蜂王培育者培育出的蜜蜂会逐渐减少蜂胶产量，以减轻蜂群的日常工作负担。尽管如此，蜂胶仍然是蜜蜂防御病虫害的一个关键要素。

蜂胶的化学成分因地理区域的不同而不同，特别是各区域内植物的不同。蜜蜂从不同植物的顶芽中采集树脂类物质。在温带地区，树脂分泌量最多的植物为杨属植物，但桦树、松树和其他树木也能分泌树脂。在其他热带或亚热带地区，其他树木和植物也会分泌大量树脂。在巴西，蜜蜂还能从酒神菊树上采集绿蜂胶，而在热带地区，可以从黄檀属和克鲁西属植物上采集红蜂胶。

蜜蜂主要从冬芽中采集树脂，一般在一天当中最温暖的时段进行，因为此时的树脂比较柔软。它们将树脂与上颚腺的分泌物混合在一起，然后携回蜂箱，就像花粉团一样。一般认为，蜂群中一小部分蜜蜂专门采集蜂胶。

9.6.2 采集和处理

蜂胶是一种会富集许多污染物的蜂产品。因此，在采收蜂胶时，绝对要避免使用任何类型的化学物质进行处理。同时，采收蜂胶时务必远离空气中含有重金属和其他污染物的区域。有些养蜂人在检查蜂群时，会把巢框和蜂箱中的蜂胶全部刮掉。这种蜂胶含有许多杂质，如木屑或死蜂残骸。这种特殊的蜂胶不适合人类使用。在温带地区，大部分蜂胶的采集最好在蜜蜂季后期进行，用专用塑料网或采胶板置于蜂箱上。亚洲人使用木制采胶板居多。蜜蜂会试图封闭或密封蜂箱的所有开口、裂缝和缝隙。打开蜂箱盖子会产生少许通风量，而蜜蜂会试图通过用蜂胶密封采胶板来防止产生这种通风量。采胶板上的缝隙大小必须为 2 ~ 4 mm。如果大于这个数值，蜜蜂就会用蜂蜡堵住采胶板上的缝隙。但如果缝隙过小，蜂胶又会很难提取。此外，采胶板的塑料材质必须达到食品级。绿蜂胶一般在蜂箱入口处采收。蜜蜂将蜂胶粘在入口处，使进入口缩小变成几个狭小的孔洞。

蜂胶在蜂箱内部温度下呈柔软黏稠状，而在较低温度下，会变得坚硬易碎。因此，在温带地区，为了提取采胶板上的蜂胶，采胶板应放入塑料袋中进行冷冻。一旦蜂胶被冻结，可以通过弯曲采胶板轻易取下蜂胶。这是一种采收纯蜂胶的简单方法。蜂胶一般含有 20% ~ 35% 的蜂蜡。在冷冻状态下，蜂胶块可以在研钵中磨成细粉，以便于操作。蜂胶必须完全冷冻，并迅速研磨，以避免解冻，否则蜂胶会融化成一大块。



©SJOEGREN P.

图 9-20 从采胶板上取下的新鲜蜂胶



©OLE KILPINEN 和 FLEMING VEJSE

图 9-21 蜂胶酊剂

在处理蜂胶时，务必戴上防护手套，因为经常接触蜂胶会导致皮肤发疹。这个要求必须告知购买蜂胶的顾客。使用蜂胶时，应从少量开始，之后逐渐增加用量。皮疹可能是过敏反应的症状，所以务必留心任何可能出现的皮疹。

新鲜蜂胶在蜂箱温度下会非常黏稠，而在较低温度下，会变得坚硬易碎。随着时间的推移，一些比较容易挥发的化合物会蒸发，蜂胶会变硬，只有少数蜂胶成分具有水溶性。在供人类使用的蜂胶中，大部分重要化合物都可溶于酒精。因此，一般建议将蜂胶溶在乙醇中。

蜂胶酊剂的配方有很多。一般是将蜂胶与等量的乙醇装在一个密封容器中。大部分的蜂胶会在96%的乙醇中溶解。每天摇晃容器，持续2~3个月，之后放置几周不动，直到蜂胶残渣完全沉淀。此时很容易将酊剂与残渣分离，残渣的主要成分是蜂蜡，也可以采用过滤法清除。可以将少量蜂胶溶解在油或水中，只是蜂胶会比较不容易溶解。酊剂必须储存在密闭容器中，避免阳光照射。

9.6.3 结论

蜂胶的采集、采收和制备是相当耗时的过程。每个蜂群可采收到的蜂胶量相对较少，因此这种蜂产品的价格也相对较高。某些消费者愿意支付高价购买各种形式的高质量蜂胶。但也有许多人不知道这种蜂产品，更不知晓蜂胶的用法和益处了。有些国家明令规定，就蜂胶健康益处所作的任何声明必须基于充分的科学依据。

国际标准化组织目前正在制定蜂胶的国际贸易标准，从而有效杜绝欺诈行为和假冒产品，并规范各种蜂胶有关的活动评估。

蜂胶有数千年的药用传统，只是近来才开始汇编关于蜂胶疗效的科学根据。许多研究都证明了各种蜂胶制剂的健康益处，特别是东欧国家所作的研究，而蜂疗作为一种传统的另类疗法，在这些国家的使用十分普遍。但这些研究大多不适合在其他国家进行记录。关于蜂胶健康益处的记录越全面，便越容易倡导人们使用蜂胶。更好地了解如何制备和使用蜂胶产品，可以让更多养蜂人相信，生产蜂胶值得付出更多努力。针对养蜂人开展宣传活动，让他们了解如何开始采集和生产蜂胶，以及针对消费者开展宣传活动，向他们解释蜂胶是什么以及蜂胶从哪里来，这个策略可能适用于许多国家。

项目规划者和政策制定者应认识到蜂胶的高价值，实施有效策略提高消费者对蜂胶产品的认识，开展新试验记录蜂胶的健康益处，并让养蜂业参与改进生产技术和提取技术。

9.7 蜂毒

9.7.1 定义

蜂毒是某几类蜜蜂的工蜂分泌的一种液体。蜂毒素是毒液中的挥发性化合物在空气中蒸发后留下的物质。蜂毒素一般在防御捕食性天敌或蜂群内部争斗时使用。

所有会蜇人的昆虫都属于膜翅目，包括蚂蚁、黄蜂和蜜蜂。

蜇针是从膜翅目昆虫祖先的产卵器官进化而来的，所以只有雌性才能执行蜇刺动作。

蜜蜂分泌毒液只有一个目的，即防御捕食性天敌（主要是大型哺乳动物和其他脊椎动物捕食者）。为了达到防御目的，蜂毒必须能够引起疼痛，造成伤害，或对潜在捕食性天敌产生一些其他药理或感官作用。

蜜蜂毒液是由连接到工蜂毒刺的两个腺体分泌产生的。成年工蜂会在生命周期的前两周分泌越来越



越多的毒液，一般在参与蜂群防御和觅食活动时达到最高水平。工蜂越老，分泌的毒液就越少。蜂王在羽化时分泌的毒液最多，很可能是为了准备立即与其他蜂王进行斗争。

蜜蜂的蜇刺动作是一种条件反射——一种自卫行为。蜇刺结构由蜇针（刺入捕食性天敌体内的部分）、毒囊、成对肌肉（作用相当于活塞）和分泌毒液的腺体组成。分泌的毒液量因蜂种或蜂群而异，甚至因个体而异。产生的毒液量也取决于蜂龄、食物数量和质量以及季节。一只毒腺发达的蜜蜂，它的蜇针可以提取出约 0.3 mg 的毒液（干物质含量约 0.1 mg）。15 ~ 20 日龄的蜜蜂分泌的毒液最多，之后分泌腺会逐渐退化。

一般情况下，一旦使用毒液，便无法再补充毒液储备。但一些研究表明，如果蜜蜂的蜇刺结构没有在蜇刺过程中受损，毒液储备就会得到补充。

蜜蜂属所有蜂种分泌的毒液在成分和质量上相似，只是在分泌量和毒性（取决于个体大小和生理差异）上略有不同。温暖潮湿地区的蜂毒可能比寒冷温带地区的毒性更大。

Kumar 和 Devi（2014a; 2014b）以及 Kumar 等（2014a; 2014b）发现，毒腺和毒囊分泌物在成分上有很大差异，他们得出的结论为：脂类和蛋白质浓度、酸性磷酸酶活性和己糖激酶活性最高的是大蜜蜂的毒腺分泌物，其次分别是东方蜜蜂、西方蜜蜂和小蜜蜂。

胆固醇、葡萄糖、游离氨基酸和碱性磷酸酶活性水平最高的是大蜜蜂的毒囊分泌物，其次分别是东方蜜蜂、西方蜜蜂和小蜜蜂。蜜蜂属所有蜂种的毒腺和毒囊中均不含糖原，因为这些毒腺中均未检测到葡萄糖-6-磷酸酶活性。

9.7.2 物理特性

蜂毒是一种无色透明，像水一样的液体。当与黏膜或眼睛接触时，会引起强烈的灼烧和刺激感。干蜂毒呈浅黄色，一些商业制剂呈棕色，一般认为是某些蜂毒蛋白质被氧化所致。蜂毒含有几种极易挥发的化合物，所以在采集过程中很容易丢失这些化合物。

与许多其他昆虫的异种传信素（化学防御机制）不同，蜂毒具有水溶性，但不具有脂溶性，只有注射或涂抹到潮湿组织上才有活性。这种水溶性是一种优势，因为可以使用许多其他具有高活性的防御化合物。蜂毒的成分包括许多不同的蛋白质、肽类、活性胺和其他活性不一的化合物。引起疼痛的主要成分是蜂毒溶血肽，这种蜂毒肽也是蜂疗所用蜂毒的主要活性物质。

蜂毒耐高温。在低于 0℃ 条件下储存可以长期维持蜂毒的疗效；如果结晶状态的蜂毒在室温下储存，可以保存多年而不失去治疗特性。蜂毒耐酸耐碱。蜂毒在接触细菌和食物酶后会失去功效。

9.7.3 分类

蜂毒主要有以下两种形态：

- 液态蜂毒，即提取后立即呈现的形态或蜜蜂通过蜇针注射时的形态；
- 干蜂毒（蜂毒素），一般在用专用设备（蜂毒采集器）采集蜂毒后再进行干燥。

理化特性和感官/感觉特性

a. 纯液态蜂毒

Simics（1994）对液态蜂毒的描述如下：

蜂毒是一种无色透明、像水一样的液体，有辛辣苦涩味，闻起来像熟香蕉。蜂毒偏酸性（pH 值为 4.5 ~ 5.5），会发生酸性反应。蜂毒的比重/重力为 1.313 克/立方米。干蜂毒的水溶液不再显酸

性，这是挥发性化合物引起酸性反应的结果。蜂毒在室温下不到 20 分钟就会变干，失去原始重量的 65% ~ 70%。液体蒸发后，从一只蜜蜂身上可以得到 0.1 毫克纯干蜂毒。

Krell (1996) 以及 Schmidt 和 Buchmann (1999) 对液态蜂毒的描述为：“一种无色无味、香水一样的液体，味苦，有刺激性气味，呈酸性 (pH 值 4.5 ~ 5.5)。”

蜂毒是蜜蜂的一种防御手段。

b. 干蜂毒

干蜂毒通常呈黄色，但有些商业制剂呈棕色，可能是因为其中一些蛋白质被氧化所致。

干蜂毒有多晶结构。显微镜的检查结果显示，滴入几滴水溶液的干蜂毒会呈现独特的物理结构，包括形状和大小不一的各种成分。根据物理结构快速确定毒液的类别（蜂毒、黄蜂毒、蛇毒）并不困难。

Simics (1994) 指出：

纯干蜂毒呈珍珠白色。蜂毒耐寒，冷冻处理并不会降低它的毒性。干蜂毒具有耐热性，甚至在 100℃ 条件下也不会变性。干蜂毒如果不受潮，毒性可以维持数年之久。

感官特性

- 外观：蜂毒晶体 / 无定形体 / 巴西标准形态。
- 颜色：无色或浅灰色。
- 稠度：黏稠。
- 气味：刺激性独特气味。
- 味道：辛辣、苦涩。
- 纯度：无杂质。
- 溶解性：可溶于水，不溶于硫酸铵和乙醇。
- pH 值：4.5 ~ 5.5。

感官评估

- 外观：在自然光下目视检查。
- 颜色：在自然光下目视检查。
- 稠度：干蜂毒必须呈晶体粉末状。
- 气味：感官评价。
- 味道：感官评价。
- 纯度：溶解在蒸馏水中可以得到透明溶液，在烧瓶 / 试管底部无沉淀。
- pH 值：4.5 ~ 5.5 (偏酸性)。
- 溶解性：可溶于水，不溶于乙醇；遇碱会产生沉淀，主要成分为硫酸铵。

化学成分和种别差异

蜂毒是肽类、酶类、脂类、氨基酸和碳水化合物的复杂混合物，具有很强的药理作用。现代生化分析程序已经确定，除了水 (65% ~ 70%) 之外，蜂毒中还有 18 种以上的不同成分。

蜂毒成分因提取和采集方法的不同而不同。Pence (1981) 发现，在水中采集蜂毒可以避免一些极



易挥发的化合物蒸发，从而得到最强效的蜂毒。

Kumar 和 Devi (2014a; 2014b) 以及 Kumar 等 (2014a; 2014b; 2014c; 2014d) 通过手术切除不同蜂种工蜂的毒腺和毒囊发现，毒腺和毒囊分泌物的成分不同。Hsiang 和 Elliott (1975) 总结，通过手术切除毒囊采集的毒液与通过电击法采集的毒液在蛋白质含量上存在差异。

蜂毒中最主要的成分包括：

- 肽类：蜂毒溶血肽、蜂毒溶血肽-F、蜂毒明肽、肥大细胞脱颗粒肽（401 肽）、赛卡平（secapine）、托肽平（tertiapine）、安度拉平（adolapin）、蛋白酶抑制剂、普卡胺（procamine A, B）、minimine 和心肌肽。

- 蜂毒溶血肽

蜂毒溶血肽是西方蜜蜂蜂毒中最主要（占干重的 40% ~ 60%）、最活跃的成分，是一种由 26 个氨基酸组成的碱性肽。蜂毒溶血肽具有细胞毒性。它的摩尔质量为 2846.46266，化学式为 $C_{131}H_{229}N_{39}O_{31}$ 。

- 蜂毒明肽

蜂毒明肽是一种由 18 个氨基酸组成的球状多肽神经毒素，占干蜂毒（蜂毒素）干重的 2% ~ 3%。蜂毒明肽能选择性地阻断小电导钙激活钾通道，这种通道属于在整个中枢神经系统中表达的钙离子激活钾通道。蜂毒明肽的毒性由半胱氨酸、赖氨酸、精氨酸和组氨酸引起，这些氨基酸参与了蜂毒明肽与钙离子激活钾通道的结合过程。

- 肥大细胞脱颗粒肽

肥大细胞脱颗粒肽又称“MCD 肽”或“401 肽”，是一种由 22 个氨基酸残基组成的阳离子型多肽，有两个二硫键。

- 酶类：磷脂酶 A2、透明质酸酶、酸性磷酸单酯酶（酸性磷酸酶）、葡萄糖苷酶和溶血磷脂酶。

- 透明质酸酶

酶家族中的一种重要化合物，可以催化透明质酸的降解。这种酶可以与磷脂酶 A2 和组织胺（生物胺）共同作用使蜂毒引起炎症反应。

- 活性胺（生物胺）：组胺、多巴胺、去甲肾上腺素和白三烯。
- 非肽类化合物：碳水化合物、葡萄糖和果糖。
- 脂类：6 种磷脂。
- 氨基酸： γ -氨基丁酸和 β -氨基异丁酸。

蜂毒可能含有一定量的多巴胺、5-羟色胺和去甲肾上腺素。

表 9-10 干蜂毒成分

化合物	分子量 (Da)	在干蜂毒中的浓度	来源
肽类			
蜂毒溶血肽	2 840	40 ~ 50	Neumann 等 (1952)
蜂毒明肽	2 036	2 ~ 3	Habermann 等 (1965)
MCD 肽 (401 肽)	2 588	2 ~ 3	Fredholm (1966)
安度拉平 (adolapin)	11 500	1	Shkenderov (1982)
蛋白酶抑制剂	9 000	< 0.8	Shkenderov, 1973
赛卡平 (secapine)		0.5	Gauldie 等 (1976)

续表

化合物	分子量 (Da)	在干蜂毒中的浓度	来源
托肽平 (tertiapine)		0.1	Gauldie 等 (1976)
蜂毒溶血肽 -F		0.01	Gauldie 等 (1976)
普卡胺 (procaine A, B)		1.4	Nelson 和 O'Connor (1968)
Minimine	6 000	2 ~ 3	Lowy 等 (1971)
心肌肽		<0.7	Vick 等 (1974)
酶类			
透明质酸酶	38 000	1.5 ~ 2.0	Neumann 和 Habermann
磷脂酶 A2	19 000	10 ~ 12	Neumann 和 Habermann (1954)
葡萄糖苷酶	170 000	0.6	Shkenderov 等 (1979)
酸性磷酸单酯酶	55 000	1.0	Shkenderov 等 (1979)
溶血磷脂酶	22 000	1.0	Ivanova 等 (1982)
活性胺 (生物胺)			
组胺			
多巴胺		0.13-1.0	Owen (1971)
去甲肾上腺素		0.1-0.7	Owen (1982)
非肽类化合物			
碳水化合物	葡萄糖和果糖	< 2.0	O'Connor 等 (1967)
脂类	6 种磷脂	4.5	O'Connor 等 (1967)
氨基酸			
γ -氨基丁酸		< 0.5	Nelson 和 O'Connor (1968)
β -氨基异丁酸		< 0.01	Nelson 和 O'Connor (1968)

来源: Kim (1997)

9.7.4 采集

采集方法不同, 最终产品的成分也会不同。

采收程序如下:

- 麻醉蜜蜂
- 利用薄膜促使蜜蜂进行蛰刺动作
- 使用安装在蜂箱入口处的专用电气装置。

麻醉方法为: 将蜜蜂放在一个玻璃容器中, 再用乙醚浸泡过的滤纸盖住容器。蜂毒会沉积在容器内壁上, 可通过清洗、过滤和蒸发步骤采集内壁上的蜂毒。这种方法得到的蜂毒是一种沉淀物。一旦蜜蜂从麻醉状态中苏醒, 便把它们送回蜂群。这种方法可以从 1 000 只蜜蜂中获得 5 ~ 57 mg 的蜂毒。这种方法有两个缺点: ①蜜蜂体表上的各种异物可能污染蜂毒; ②得到的蜂毒量相对较少。

正如前文所述, 毒液挤取方法会影响蜂毒的成分。采集蜂毒可以从腺体中提取毒液或使用电刺激法。采集方法不同, 蜂毒的层析图也不同。使用电刺激法采集蜂毒时, 组织胺等挥发性化合物会消失。



图 9-22 蜂毒采集器示例

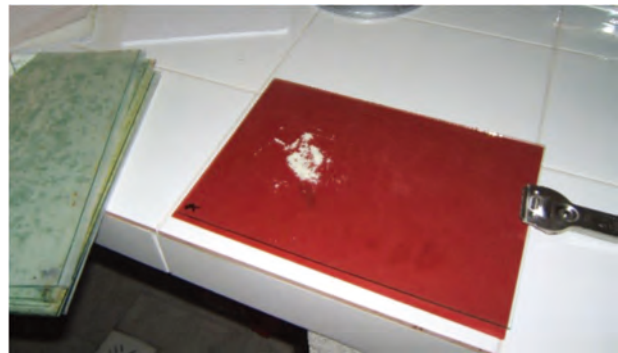


图 9-23 蜂毒晶体

此外，蛋白质组学分析表明，通过腺体提取法得到的蜂毒可能被腺体组织的蛋白质污染，这说明蜂毒蛋白质的实际含量可能低至所得蜂毒的 40%。而一般情况下，如果使用电刺激法，所获蜂毒的蛋白质含量一般高于 80%。

电击法的具体操作是：在蜂箱入口处安装一个专用设备，使蜜蜂暴露在低压电流下。

根据 Bogdanov (2017) 的说法：

大多数商用蜂毒采集器由以下部分组成：

- 电池或蓄电池 (24 ~ 30V)；
- 变流器 (恒定电流转交流电，脉冲频率为 50 ~ 1000 Hz，脉冲持续时间为 3 ~ 6 s)；
- 采集器框架 (由电线网和玻璃板组成，上面覆盖一层薄薄的聚乙烯膜)。

采集板为玻璃材质，覆有一层薄乳胶膜。当蜜蜂落在上面时，会在电流的刺激下作出反应，即“蜇刺”玻璃，释放毒液。蜂毒落在无菌状态的采集板上，不会被蜂箱外的其他产品污染。当与空气接触时，蜂毒会结晶，可以在采集板的玻璃表面刮取采集蜂毒。蜂毒采集器可以安装在蜂箱内或蜂箱外。

研究表明，每月反复采集蜂毒 3 ~ 4 次不会对蜜蜂造成伤害，但蜂毒的采收总量可以达到 4 g。研究还表明，这种蜂毒采集安排会使育虫量和蜂蜜产量下降约 10% ~ 15%。如果不想影响蜜蜂的表现，可以降低蜂毒的采集频率，例如每个季节采集 3 ~ 4 次。采集 1 g 干蜂毒大约需要 10 000 只蜜蜂。

Gunnison (1966) 使用过标准的电动蜂毒采集器，配有冷却系统可以保存比较容易挥发的化合物成分。但 Morse 和 Benton (1964a; 1964b) 不建议对非洲化蜜蜂或某些其他防御性蜂种使用电击法。Galuszka (1972) 证实，电击法是最有效的蜂毒采集方法，只是需要稍加改进，即每隔三天施加 15 分钟的电刺激，2 ~ 3 周后重复进行采集操作。这样可以大大提高采集效率，同时避免蜂群受到干扰。

最后一次采集完成后，将装有蜂毒的容器置于室内至少 72 小时，使薄膜下的蜂毒完全结晶。

在此之后，立即撕去薄膜，并从采集板上刮下蜂毒。

应指出的是，采收蜂毒不会对蜜蜂身体或活动造成负面影响。但由于蜂毒采收会惹怒蜜蜂 (这种暴躁状态会在采收后持续长达 6 天)，而且蜂毒的毒性极强，所以养蜂人必须采取适当的保护措施。

蜂毒应储存在容量为 1 g、10 g、25 g 或 100 g 的深色密封罐子或瓶子里。1 ~ 5 g 的样品应储存在透明、白色或深色罐子或瓶子里，并按照现有标准进行包装。瓶塞或软木塞表面塞应覆有石蜡或蜂蜡。

干蜂毒 (蜂毒素) 应冷藏几周，或最好冷冻几个月，而且应始终装在深色瓶子里避光保存。这些是生产者和消费者均应遵守的条件。

液态蜂毒和稀释后的蜂毒如果保存在密封性良好的深色玻璃容器中，也可以实现类似长短的保质期。

蜂毒应储存在密封罐子里（最好是深棕色的罐子），放在阴凉、干燥处。蜂毒的储存应避免阳光直射。冰箱是最能确保蜂毒不变质的地方。在真空和低温条件下干燥后（即冻干后），蜂毒的含水量可以降低到2%以下。如果制备和储存得当，蜂毒可以无限期储存。如果在制备后的10天内运输，装有蜂毒的罐子可以在4℃以下的温度下保存。

如果储存温度维持在0℃以下，蜂毒可以有3~4年的保质期。液态蜂毒和稀释后的蜂毒（溶液）如果保存在密封性良好的深色玻璃容器中，也可以实现类似长短的保质期。

标签上应注明制造商地址、商标、英文名称或原产国语言名称、完整证书、净重、注册号、保质期和其他参数。

9.7.5 造假或掺假

蜂毒假冒品可以使用任何水溶性白色粉末。

研磨成细粉的干蛋清具有结晶结构和亮白色特征，看起来与蜂毒极为相似。有几种方法可以识别假冒蜂毒的蛋清粉：在1%的水溶液中，蛋清粉溶液呈乳白色，加热后会形成小薄片，在接触到氯化钠时，会以凝乳状结块，类似于煮熟后的蛋白。这种溶液的pH值呈碱性，远远超过5.5的最大值。

将奶粉加入蜂毒中会形成乳白色水溶液。在其中加入几滴30%的盐酸溶液，加热后会形成薄片状沉淀物，之后容易结块。

如果蜂毒中加入了玉米粉或淀粉，可以用碘溶液处理蜂毒，观察溶液是否变蓝进行识别。对沉淀物进行偏振光显微镜检查，会在毒液中发现许多淀粉颗粒。

如果蜂毒中加入了碳酸盐、碳酸氢盐或任何其他碱性粉末，可以用30%的盐酸溶液处理蜂毒，观察是否出现明显的冒泡现象。1%的溶液在反应后呈碱性，pH值非常高，数值超过8。

如果蜂毒中加入了氯化钠，可以用0.1N硝酸银溶液混合铬酸钾进行识别。如果蜂毒没被污染，溶液会变成砖红色，但如果被污染，溶液会始终呈黄色。

葡萄糖、果糖或乳糖等还原性糖类以及蔗糖等非还原性糖类，均可通过费林试验轻易识别。在费林试验中，如果含有糖类，会形成砖红色沉淀。粗略而言，可以将一些蜂毒晶体放在金属薄片上，然后置于火焰上进行熔化，以此检测糖类物质。如果出现焦糖外观和气味，说明蜂毒中掺有糖类物质。

9.7.6 蜂毒毒性和过敏反应

对人类而言，蜂毒中潜在危险性最高的主要成分是抗原性很强的高分子量磷脂酶A2和透明质酸酶，这两种酶可能对人类有致敏作用，因此可能导致他们对蜂蜇产生过敏反应。

如前所述，蜂毒含有大量蜂毒溶血肽，这种具有高度膜活性或破坏性的多肽是一种直接溶解因子。在蜂毒溶血肽的作用下，细胞膜容易受到磷脂酶A2的攻击，而这种酶可以来源于蜂毒和内源性储备。

另一种致敏性酶——透明质酸酶也具有即时活性，会攻击细胞内的基质，促使蜂毒的有毒成分快速扩散。

成年人的半数致死剂量（LD50）为每千克体重2.8 mg蜂毒，即一个体重60 kg的人在注射168 mg蜂毒后仅有50%的机会存活。假设每只蜜蜂都会射出所有毒液，而且蜂刺没有被迅速拔除，每次蜇刺最多注入0.3 mg蜂毒，则对于符合上述描述的人而言，600次蜇刺很可能致命。对于一个体重为10 kg的儿童来说，只要90次蜇刺就可能致命。因此，迅速拔除蜂刺至关重要。但大多数死于一次或几次蜜蜂蜇刺的人实际上是由于过敏反应、心脏衰竭或脖子或嘴巴周围肿胀窒息引起的。

还有其他因素可以引发过敏反应，甚至过敏性休克。例如，脱水会引发组胺的释放。此时组胺的



功能是调节口渴机制，并根据每种功能的优先次序保存和配给体内可用的水。组胺水平的升高会导致过敏。过敏可能是慢性脱水的一种症状。

过敏症专家和美国过敏、哮喘和免疫学学院代表 Neeta Ogden 博士表示：“研究表明，当人体处于脱水状态时，体内的组胺水平会升高，从而导致过敏。【……】人体缺水时，症状可能更加严重。”这可能是一个恶性循环，因为许多人因过敏而使用的减充血剂会使人体缺水。

人体内的水可以对组织胺起到调节作用。因此，饮水对于帮助维持正常的组织胺水平至关重要。饮水本身并不能预防或治疗过敏反应，但有助于维持正常的组织胺水平和活性。

在 2019 年的养蜂旺季期间，罗马尼亚克鲁日有异常多的养蜂人（7 例）出现了蜂毒过敏反应，而他们以前从未出现过蜂毒过敏症状。所有病例都有一个共同点：在养蜂场工作前缺乏水合作用。因此，建议想要采集蜂毒的养蜂人在进入养蜂场之前务必确保体内水分充足。采集蜂毒还需要准备应急包，并接受专业的急救培训。

某些人在采集或包装蜂毒时持续吸入蜂毒也可能引起过敏反应。此外，守卫蜂的蜇刺倾向更强，可能对采集区内毫无戒心的访客造成危险。

9.7.7 蜂蜇引起过敏反应时应采取的措施

如前所述，某些人（有时甚至是那些以前从未出现过过敏症状的人）会对蜜蜂蜇伤产生严重的过敏反应。蜜蜂蜇伤引起的严重过敏反应称为“过敏性休克”，是一种威胁生命的紧急情况。

过敏性休克的症状有：

- 呼吸困难
- 舌头、嘴唇、眼睑或喉咙肿胀
- 起皮疹
- 脉搏加速
- 恶心、呕吐、痉挛或腹泻
- 晕眩、昏厥、意识模糊或丧失意识

如果没有上述症状，轻微蜇伤可以在家疗养，或者就近向卫生中心或医院寻求医疗帮助。

儿童被蜇 50 次以上，成人被蜇 100 ~ 500 次以上，可能出现危及生命的中毒反应。在这种情况下，患者应住院治疗。

眼睛或眼周或太阳穴部位被蜇伤会导致极度疼痛和肿胀，引发危急情况，因此需要立即就医。这种蜜蜂蜇伤的急救措施为用冷水冲洗眼睛，直到疼痛缓解。舌头或咽部蜇伤也非常危险。由于黏膜迅速肿胀，会有严重窒息威胁。只有紧急就医才能治疗这种蜜蜂蜇伤。在急救人员到达之前，病人应吸吮冰块或口含冰镇饮料，防止肿胀扩散。

蜜蜂蜇伤的急救措施

拔除蜂刺：当人被蜜蜂蜇伤后，蜂刺会嵌在皮肤里。应立即取出蜂刺，可以用指甲刮除皮肤上的蜂刺。切勿捏住蜂刺拔出，这样会使蜂毒释放到组织中。

冷敷：宜用酸性水溶液（醋和水比例：1:2）、冰块、冷喷剂或酒精冷敷蜇伤处。用生洋葱片或蜂胶酊涂抹蜇伤处可以起到缓解作用。如果条件允许，应在蜇伤处涂抹缓解过敏的药膏。

如果疼痛和肿胀加剧，和 / 或如果蜇伤后第一天仍然发红，应及时就医。通常情况下，炎症会在蜇伤后 1 ~ 3 天内消失。

对于蜂毒过敏者而言，蜜蜂蜇伤十分危险。

适用于蜂毒过敏者的急救措施

- 被蜜蜂蜇伤后应立即使用适当的处方药。
- 如果出现发红、肿胀、颤抖、呕吐、恶心或呼吸短促等常见反应，应立即使用肾上腺素自动注射器（如 Epipen 肾上腺素笔）（肌肉注射或皮下注射）。
- 即使是最轻微的一般反应症状，也应呼叫紧急服务，避免引起并发症，因为在极端情况下，并发症可能会致命。

如果患者处于休克状态，应采取保暖措施，并让患者平躺。如果患者脉搏下降或停止呼吸，经过培训的急救者应对患者进行人工呼吸和心肺复苏，直至救护车医务人员抵达，再采取其他必要措施。

脱敏疗法

蜂毒过敏者可以通过变应原免疫治疗进行脱敏。针对蜂毒的变应原免疫治疗有 80% 左右的成功率，而针对黄蜂毒的成功率约为 95%。蜂毒过敏者宜在 3 ~ 5 年的时间里增加蜂毒的接触量，以实现长期完全脱敏。强烈建议蜂毒过敏者接受脱敏治疗。与其他蜂毒过敏者相比，养蜂人的脱敏成功率更高。老年人特别容易被蜜蜂蜇伤，因此更应接受脱敏治疗。

9.7.8 质量控制

由于蜂毒尚未被认定为官方药品或食品，所以目前没有适用于蜂毒的官方质量标准。进行纯度分析时，可以对蜂毒中一些比较稳定或比较容易测定的成分（如蜂毒溶血肽、多巴胺、组织胺、去甲肾上腺素或疑似被污染的成分）进行定量分析。

据悉，全齿复活线虫（*Panagrellus redivivus*）会对蜂毒发生选择性特异反应，Tumanov 和 Osipova（1966）利用这种生物对药物制剂中的蜂毒进行了定量分析。

Pence（1981）介绍了一种测试蜂毒生物活性的方法，即手术切除蜜蜂腹部，测定腹部肌肉对蜂毒中易挥发化合物发生反应的电脉冲。

Guralnick 等（1986）介绍了膜翅目毒液（包括蜂毒）纯度和功效测定的标准化方法和质量控制方法。

根据美国食品药品监督管理局（FDA）的规定，制造商应证明蜂毒制剂中存在酶活性。

采用的两种酶试验如下：

- a. 透明质酸酶必须存在，并且必须证明酶的活性，以每毫升溶液中所含单位表示，通常范围是 50 ~ 130 U/mL；
- b. 磷脂酶活性必须存在，但这是一个简单的正负试验。

9.7.9 蜂毒的现今应用

在西欧和北美国家，蜂毒只有一种合法医疗用途：用于对蜂蜇过敏者进行脱敏治疗。自 20 世纪 80 年代初以来，纯蜂毒一直被应用于脱敏治疗。在一项双盲试验证明纯蜂毒更有效之后，蜜蜂全身提取物的应用已基本停止。在东欧和许多亚洲国家，蜂毒在相当长的一段时间里被用作一种正式的医疗手段来治疗各种疾病。

在西方国家，纯蜂毒注射和蜂蜇疗法（活蜂蜇刺）的应用越来越广泛，用于替代常引起许多副作用的大量药物（有时这些药物并不起作用）。



作为关节炎和其他类风湿性炎症的一种治疗手段，蜂毒正受到越来越多人的青睐。

蜂毒的应用形式包括活蜂蜇刺、皮下注射、电泳、药膏、吸入式药剂和药片。

由于蜂毒具有局部和全身作用，注射或蜇刺时必须明确适当部位和剂量。因此，蜂毒疗法的从业人员必须经过适当培训。

9.7.10 结论

目前，蜂毒是一种只能应用于制药和化妆品行业的蜂产品。这种利基产品易变质、保质期短，因此只能应要求生产。蜂毒的生产成本高于其他所有蜂产品，因此项目规划者和政策制定者在开展适合推广蜂毒的活动和宣传蜂毒对人类健康的巨大益处时，应考虑到市场对这种蜂产品的需求并不高。

第 10 章 与可追溯性有关的良好养蜂实践

保存记录是实施可追溯系统的起点。

可追溯性是一种风险管理手段，使食品企业经营者或相关部门能够：

- 在生产、加工和分销的所有阶段，识别和追踪食品、饲料、食品动物和计划或预计纳入食品或饲料中的任何其他物质；
- 管控不符合食品安全要求的情况，包括召回有问题的食品 / 饲料 / 计划用于接触食品或投放市场的材料；
- 根据买方得到的关于所购产品的信息提供可验证的客观依据；
- 监督所有参与食品供应链的所有经营者（涉及所有食品和饲料）以及所有食品和饲料企业经营者，而不影响关于特定部门的现有立法；
- 证明产品（包括进口产品）的原产地和目的地；
- 至少确定相关产品的直接供应商和之后的直接接收者，零售商到最终消费者可以除外（除非有要求进一步追踪的具体规定）。

根据意大利标准 UNI EN ISO 22005: 2008 的要求，可追溯系统应包含产品的全部历史记录和 / 或能够在饲料和食品链中找到产品。可追溯系统的选择受以下因素影响：法规、产品特性（如原材料性质、批次大小、采集和运输程序或加工和包装方法）、顾客期望或组织内部固有的技术限制。可追溯系统的复杂性也有相当大的差异。

需要考虑的 4 个重要方面如下：

- 需要实现的目标
- 应用复杂可追溯性系统的成本效益
- 技术可行性
- 需要满足的相关法规和政策要求

10.1 UNI EN ISO 22005: 2008 规定的可追溯性原则

可追溯性系统应具有以下特征：

- 可验证
- 可公正如一地得到应用
- 以结果为导向
- 具有成本效益
- 具有实用性
- 符合任何适用法规或政策



- 符合规定的准确性要求。

可追溯系统可按以下步骤进行设计：

a. 产品和 / 或成分

管理者想要追踪的产品和 / 或成分应通过适当方式确定。此外，批次也应得到明确。

b. 在饲料和食品链中的位置以及物流

产品和 / 或成分在食品链中的位置应该至少通过确定供应商和顾客来确定。物流、供应商提供的信息、关于产品和过程历史的信息（包括记录保存媒介）以及需向顾客和 / 或供应商提供的信息应根据目标（见第 3 点）进行适当确定。

c. 目标的定义

目标的例子：支持食品安全和 / 或质量目标；满足顾客需求；确定产品的历史记录或原产地；方便撤回和 / 或召回产品；确定饲料和食品链的官方机构；方便合适产品的具体信息；向相关利益相关者和消费者传达信息；遵守任何地方、区域、国家或国际法规或政策（如适用）；以及提高组织的有效性、生产力和盈利能力。

d. 与可追溯性有关的法规和政策要求

与可追溯性有关的欧盟法规示例详见专栏 8。可追溯系统的管理者应根据所用产品和 / 或成分以及所在国家的具体情况核实适用的法规和政策要求。

表 10-1 与可追溯性有关的良好养蜂实践

养蜂场管理	
环境和基础设施	<ul style="list-style-type: none"> • 保存蜜蜂接触人员的医疗证明以及可以证明他们具有资质或经过培训的任何文件 • 保存所有实验室报告，包括细菌学测试和敏感性测试 • 保存可以证明采蜜房用水、蜂群用水或饲料制备用水的细菌含量和理化特性符合所在国家官方自来水标准的所有文件 • 保存自我检查和控制（由主管部门和其他官方机构进行）有关的所有文件，以证明蜂群有得到适当管理，而蜂产品可达到卫生质量要求 • 保存官方检查机构（分销商或食品加工企业的质控部门）发送的与检测异常有关的所有文件 • 保存所有文件和记录，并交由主管部门（官方兽医部门和食品控制部门）处理；确保所有这些文件保存足够长的时间，以便后续进行任何调查，从而确定在第二级生产或分销阶段发现的食物污染是否是由于第一级生产的功能异常引起的
动物饲养和给水	<ul style="list-style-type: none"> • 建立可准确追踪蜂群商用饲料批次的数据记录系统 • 保存可以表明养蜂人自制蜂群饲料所用原材料的所有文件 / 证明 • 保存关于商用饲料的所有文件 / 证明 • 保存所有蜜蜂饲料的参照样品（-20℃） • 记录喂食过程中发生的任何变化 • 记录所有已用饲料的原产地和使用情况，保存任何饲料生产程序有关的所有记录以及每批饲料有关的记录

续表

动物处理
<ul style="list-style-type: none"> • 对于每个蜂群或每组蜂群，要求保存所有相关的商业文件和健康文件，以便追踪从农场或原产地设施到最终目的地的确切行程 • 用数字 / 字母识别每个养蜂场中的所有蜂箱 • 为每个养蜂场设置独特的识别码，以方便追踪（养蜂场内）蜂箱的位置 • 国家养蜂登记处对养蜂人进行登记 • 记录所有饲养的蜂群 • 记录养蜂场的确切位置 • 记录所有蜂群的到达情况、原产地和到达日期，确保可以对引入蜂群的移动进行溯源 • 记录蜂群、分蜂群体和蜂王的移动情况 • 保存繁殖活动相关记录（例如，所有种蜂情况、蜂王出生时间、原产地和到达信息、人工授精日期和结果等） • 记可能发生的任何其他管理变化 • 记录每个养蜂场的蜂产品采集时间 • 保存一份经认证供应商的名单
采蜜房管理
环境和基础设施
<ul style="list-style-type: none"> • 识别采蜜房中来自不同养蜂场的继箱
蜂产品处理
<ul style="list-style-type: none"> • 建立可确定蜂产品确切来源（批次）的数据记录系统 • 建立可确定蜂产品目的地的数据记录系统
蜜蜂健康管理
兽药
<ul style="list-style-type: none"> • 保存兽药治疗记录
病虫害管理
<ul style="list-style-type: none"> • 记录蜂群的健康状况：患病 / 染病蜂群（日期、诊断结果、受影响蜂群的编号、治疗方法和结果） • 记录蜂群的健康状况：死亡情况（日期、诊断结果、受影响蜂群的编号） • 记录所有消毒剂和消耗品的来源和使用情况，保存设备和采蜜房的所有清洁消毒记录（包括每种用过的清洁剂或消毒剂的数据表）以及显示相关程序已有效执行的所有记录（任务表和操作效果自检表） • 在出现法定传染病时，履行限制动物移动有关的法定义务

来源：Formate G., Smulders F. J. M.

e. 信息要求、程序、饲料和食品链协调

组织 / 农场内使用的现有操作和管理系统应整合到新的可追溯系统中。应确定数据管理和记录协议以及信息检索协议。

f. 文档编制

适当编制的文档应至少包含以下信息：对食品链中相关步骤的描述；对可追溯性数据管理责任的描述；关于可追溯性活动和制造过程、可追溯性验证和审查流程和结果的记录信息；针对违反既定可追溯系统而采取的措施有关的记录；以及文档保存期限。

欧洲可持续动物生产系统研究区网络（ERA-Net SusAn）BPRACTICES 项目确定了与可追溯性有关的良好养蜂实践，详见表 10-2。



10.2 结论

数据采集阶段在养蜂项目中至关重要。保存记录是实施可追溯系统的基础，需要按照上述关键原则进行具体规划。可追溯系统的实施通常会产生成本（包括时间成本），但产品的历史记录有助于在饲料和食品链中更快找到产品，从而产生极高的附加价值，这样不仅可以抵消实施可追溯系统产生的成本，还能带来更大益处。

实施可追溯系统的成败取决于针对养蜂人和相关食品链中所有利益相关者开展的培训活动。

表 10-2 养蜂相关活动以及它们对联合国可持续发展目标的贡献

可持续发展目标和养蜂益处	零饥饿	无贫困	体面工作和经济增长	可持续的城市及人类住区	气候行动	负责任的消费和生产
生计多样化	×	×	×			
为农户提供授粉生态系统服务，稳定产量并保护生物多样性				×	×	
更加负责的蜂蜜生产						×

来源：Mujuni 等，2012；Ogaba 和 Akongo，2001；Klein 等，2007 和 García，2018。

第 11 章 利用区块链技术为农村发展建立蜂蜜可追溯系统

11.1 概述

金合欢、紫花苜蓿、蓝莓、澳洲胡桃和酸模树等植物是酿制各种蜂蜜的重要来源，它们的蜂蜜在市场上具有差异性，因此养蜂人可以将其中的价格溢价收入囊中。如果无法适当区分蜂蜜的地区特征、品种特征和质量特征，并对这些特征进行适当营销，将对养蜂人及其所在地区造成潜在不利经济影响。全球南方的养蜂人由于无法证明蜂蜜的纯度和质量，他们进入市场的计划往往受挫，这会阻碍农村地区的发展，因为农村地区的养蜂业比较兴旺。

本章主要介绍分布式账本技术（如区块链）如何帮助全世界的小农蜂蜜生产者以低成本实现蜂蜜产品差异化。本章还介绍可验证的可追溯系统如何促进小农生产者进入市场并加强产品差异化。特别是，结合数据支持、记录和咨询服务，生产者可以得到数据化支持，而顾客可以验证销售途径并追踪产品来源。

最后，除了介绍分布式账本技术在养蜂领域的应用前景外，我们还建议养蜂人在当下做好准备，以便日后以数据化养蜂、区块链或其他分布式账本技术的实施中获益。

11.2 简介

产品需要差异化才能获得市场准入并产生经济价值，但产品差异化本身的高成本往往是市场准入的障碍。为了让市场上的消费者可以从具体特征、安全性、营养价值或可持续性等方面考虑而作出产品选择，产品需要以标准化、可验证的方式展现自身可区分的属性。对于资源匮乏的小农生产者和农村地区，这种低成本做法可以释放他们的发展潜力。

虽然品牌商和非政府组织一直在努力建立认证程序，希望为全球南方的民族生产过程和质量要求提供最低标准，但分布式账本技术可以通过降低产品差异化的验证成本，进一步加强整个生产运输过程的可追溯性和问责制。

区块链技术是一种分布式账本技术，操作简单但功能强大，可以针对产品和过程完整性建立一种新标准，让生产者能够以低成本独立区分他们的产品。这种技术还可以建立基础设施，使消费者能够联系生产者，从而确定产品来源。

本章首先介绍养蜂业如何推动农村地区的发展，接着说明养蜂业如何在分布式账本技术的支持下实现数据化和增长，从而建立一个透明、可靠的养蜂场数据生态系统。之后，本章将讨论在目前可用的传感器和养蜂场管理数据的基础上利用分布式账本技术为农村发展建立蜂蜜可追溯系统的可行性，



最后再针对进一步实施提出建议。

11.3 数据化养蜂业促发展

对于经济贫困区的农村创业者而言，养蜂一直是一种理想的选择，因为门槛低，主要依靠个人能力。因此，发展相关方、政府和农户已经将养蜂作为农村地区生计多样化的其中一种活动。在厄瓜多尔、埃塞俄比亚、南非和乌干达等国，政府的农业技术推广研究员向农村地区的农户传授养蜂方法。孟加拉国还针对最佳实践的分享制定了具体的养蜂投资计划，希望可以促进农村地区的经济发展。

相对较低的劳动力需求和启动成本以及占地面积小只是养蜂业在整合农场活动方面的一些竞争优势。此外，养蜂所需的工具和设备（如喷烟器、蜂箱和防护服）通常可以在当地制作，进而促进农村和当地的经济。养蜂业可以为小农提供生计，助力达成全年稳定的经济局面，而且蜜蜂的授粉活动不仅可以使养蜂人间接受益，还可以提高农户的作物产量。养蜂可以丰富和增加农村地区的食物供应，从而减少饥饿，还可以降低农村地区的食物成本，帮助减轻贫困。

然而，尽管有越来越多的举措致力于在农村地区推广养蜂业，但培训和知识的欠缺是高效生产蜂蜜和提高家庭幸福指数的主要障碍之一。

数据化解决方案可以提高养蜂工作的效率，进而提高农村养蜂人的收入和独立性，间接促进几个联合国可持续发展目标的实现。

但发挥养蜂业在保护自然生态系统和森林方面的巨大潜力需要资金支持、推广支持和技术支持（Lietaer, 2019）。这可以通过实施数据化技术解决方案来实现；这些解决方案可以促进良好养蜂实践的共享，提高养蜂效率，并实现市场准入。

世界各地的消费者越来越青睐产自自然地区和无农药地区的蜂蜜，这为农村地区的养蜂人提供了重要的经济发展机会。但任何蜂蜜产品的声明都必须由一个可信赖的实体借助可追溯系统进行验证。

数据可以验证差异化产品的可追溯性声明和正品声明，帮助养蜂人进入新市场，并为他们争取更有利的产品价格。同时，这两种现象也推动了新兴蜂蜜市场和当地蜂蜜市场的发展。能够通过适当途径证明蜂蜜来源和质量的小农生产者可能会从中极大受益，无论是在全球南方还是全球北方。可追溯系统是否有效主要取决于两个要素：数据是否可靠以及数据是否以可靠、可验证的方式存储。

11.4 数据化养蜂和蜂蜜生产

收集和安全存储蜂蜜生产过程有关的数据（包括管理行动以及天气、作物数据、卫星图像等二手数据源）可以让养蜂人有机会证明养蜂活动的全流程。首先，应收集可靠的数据，然后对原始数据和二手数据进行统计推断，进而利用已知或可知的参数验证系统生成的蜂蜜数量和类型。进一步验证时可以利用蜂蜜采集样本的图像处理结果与售前和售后的花粉匹配结果（与指纹识别类似）。

养蜂场管理系统已经采集了大量主要由人工收集的数据点。除了记录之外，养蜂场管理系统还可以在软件中确立问责制、可追溯性和最佳实践，协助养蜂业的运作。这些系统还为经济增长、流程改进和整体改良奠定了基础，因为数据分析可以评估哪些管理行动或情况能够实现最佳结果和最大蜂蜜产量。

随着养蜂业越来越数据化，可能会出现新的诊断分析模式，未来也许可以根据蜜蜂在蜂箱内的活

动以及相关数据制定最佳实践。机器学习和人工智能模型可以用于预测病害和确定发病模式和病原体。

此外，共享数据和状态报告可以实现对蜜蜂健康的大规模监测，从而尽早发现威胁因素和病原体，并告相关成员和政府当局，以便他们能够采取预防措施，同时鼓励成员不断学习最佳做法，了解当地做法、气候、遗传资源、作物和开花期等信息。

11.5 数据保密性、所有权和透明度

数据所有权是研究促发展过程中的一个重大挑战。通常情况下，农户或信息技术系统的用户贡献数据并不能获得长期利益。因此，养蜂场管理系统的另一个关键要素是数据保密性；数据所有权和透明度使用户能够管理他们的数据，同时可以通过标准化方式有选择地共享关键数据（见第 21 章关于蜜蜂数据标准化的内容），这样可以使共享数据与相同或类似系统的其他用户所提供的数据进行整合和汇总。数据挖掘可以采用统计学、机器学习和人工智能等分析技术，生成有价值的见解；这些见解可以纳入系统中，使所有利益相关者受益。

我们建议用蜂蜜管理系统增加一层数据认证；蜂蜜管理系统是另一种形式的数据输入基础设施，用户可以是采蜜房、认证机构、销售点和蜂蜜实验室。尽管如此，养蜂人主要使用的还是养蜂场管理系统。这两个系统在一定程度上是互通的，养蜂人通过养蜂场管理系统提供的信息可以通过蜂蜜管理系统进行匿名验证。因此，验证养蜂场管理系统申报的销售点时，需要在蜂蜜管理系统中输入数据。图 11-1 显示了整条价值链上的利益相关者可能使用的数据输入手段。上述验证以及与价值链上利益相关者的进一步合作将适用 GS1 EDI 标准。

养蜂场和蜂蜜管理软件分别代表数据认证过程中的两个独立数据输入点，如图 11-1 所示。第一步，采集行动信息，生成两个相同的数字化模拟过程。数据通过养蜂场管理系统或蜂蜜管理系统输入。每条数据都有相应的准确性等级，这种等级基于四个加权类别：自动数据输入、第三方认证、算法推断和二手数据（得出的数据准确性得分见图 11-2）。

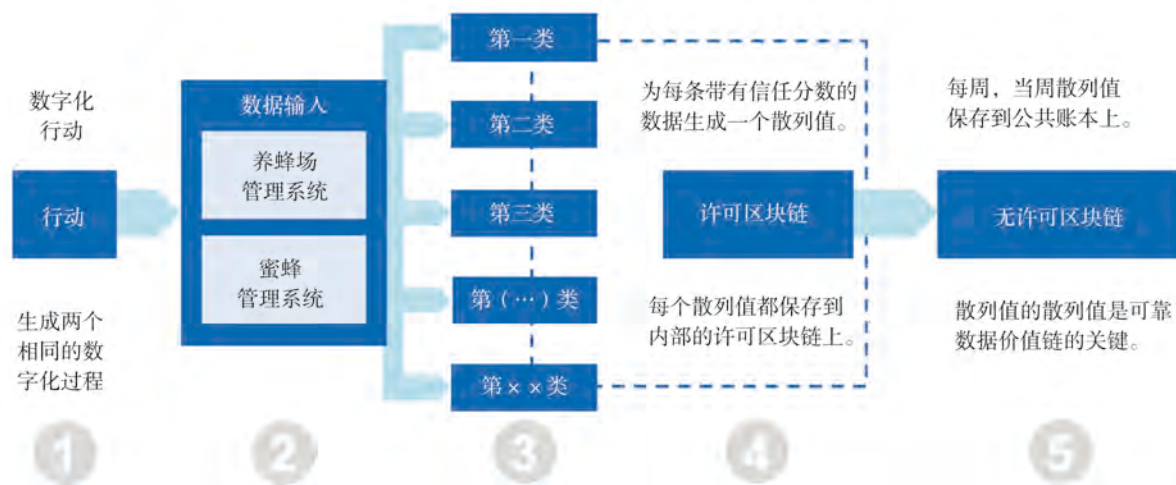


图 11-1 养蜂数据写入区块链的过程

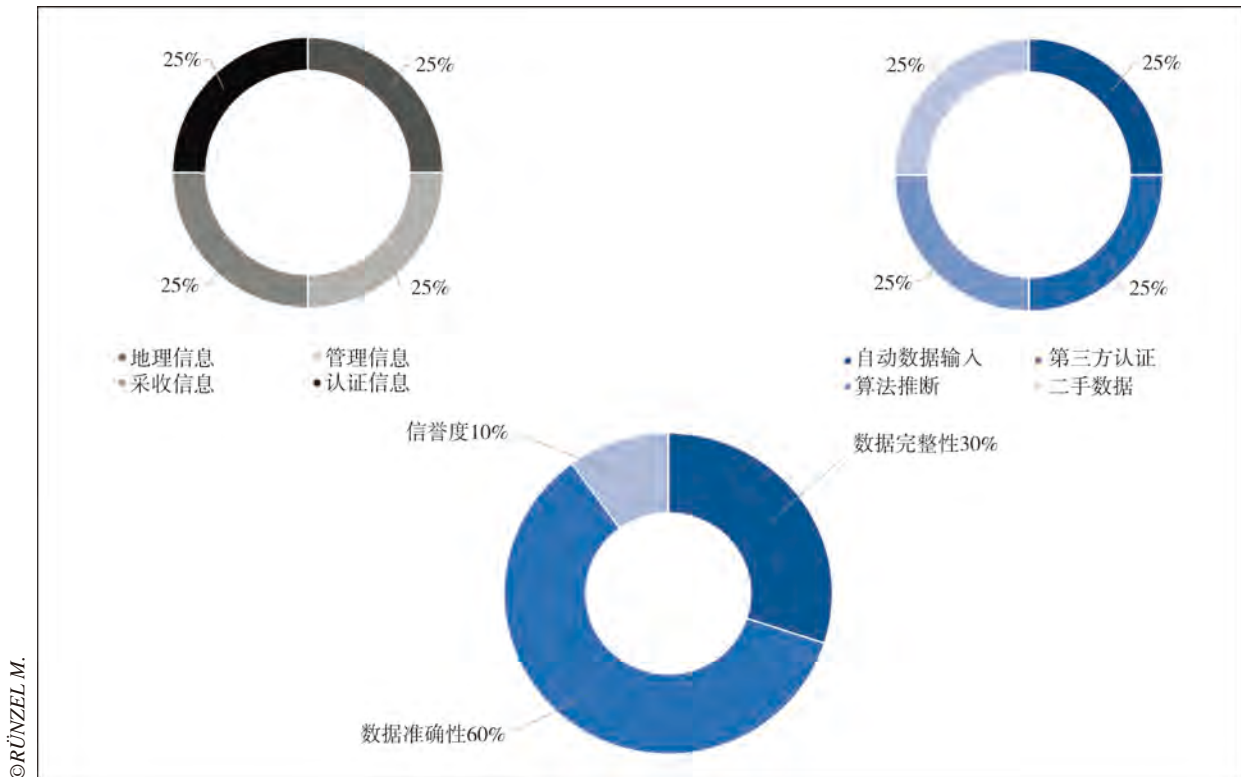


图 11-2 数据输入完成度得分 (a; 左), 数据准确性得分 (b; 右) 和蜂蜜质量可靠性得分 (c; 下)

11.6 数据完整性和分布式账本技术

蜂蜜认证数据库中的每条数据都会根据最初的准确性等级进行分类。问题在于如何确保存入数据库的数据不可更改但可验证。区块链和其他分布式账本技术允许数据默认以不可更改的方式存储，因此可以很好地解决这个问题。

区块链等分布式账本技术的真正价值在于密码学、去中心化和博弈论的综合效果。特别是，在每条数据被保存到账本之前，都会使用所谓的“散列”算法对这些数据进行时间标记和加密。如果使用区块链技术，账本会被分为一定大小的区块，而这些区块可以存储最大数量的数据条目。每个区块的最后一个散列值是下一个区块的第一个散列值，由此形成一条区块链。

为了确保稳定供应存储数据所需的新区块，去中心化和博弈论的巧妙结合可以实现所谓的“共识机制”。工作量证明 (PoW) 算法是最著名的共识机制之一，会产生一连串需要解决的数学问题。一大群所谓的“挖掘者”利用计算能力解决一个数学难题。第一个解决该难题的挖掘者被授予提供下一个区块的权利，还会获得加密货币奖励。这种博弈论方法会激励挖掘者运行计算机系统支持区块链。

虽然这个系统的维护非常耗电，但每个挖掘者也构成了一个拥有完整区块链副本的节点。最后，区块链等分布式账本可以是公共或无许可区块链——伪匿名用户可以相互交流；也可以是私人或许可区块链——只有预先设置的用户群体才可以将数据写入区块链。

由于交易的透明度和完整性，公共账本很有价值，因为数据存储区块链的每个区块内。自 2017 年以来，人们越来越关注分布式账本技术的发展，期间也出现了几个跨行业的使用案例。

2017 年，新西兰曾在以区块链为基础的可追溯性试点项目中使用了麦卢卡蜂蜜（世界上最昂贵的

蜂蜜之一), 尝试开发类似 MyApiary 的端到端养蜂场管理技术解决方案。

11.7 在养蜂业中结合使用许可区块链和无许可区块链

同时使用许可区块链和无许可区块链会带来一些好处。首先, 在整条蜂蜜供应链上使用有许可的联盟链可以确保只能通过养蜂场管理系统和蜂蜜管理系统获得区块链的数据写入权限。其次, 许可区块链将有助于实施蜂蜜行业特定的智能合约, 通过数据输入系统链接到特定的数据条目(关于智能合约和潜在行业级应用的详细说明, 见第 22.1.4 章)。蜂蜜产量几乎是蜜蜂觅食活动的直接结果, 因此能够对一个蜂群所提供的授粉服务进行估计。此外, 正如 Chainlink 网络所示, 引入口令可以为养蜂人制定和提供专门的保险合同, 还能链接到特定地区的气候变化信息。最后, 为了降低成本, 提高能源效率, 必须尽量减少链上存储的数据量。这么做的目的是改善链下/链上的存储比例, 只把散列值保存到许可区块链上, 把散列值的散列值保存到无许可区块链上, 如图 11-1 所示。

最重要的是, 3 个独立因素可以确保过程和产品不掺假:

- a. 以数字化方式收集数据, 反映特定地区的养蜂实践, 可以实现对真实性的分析和算法探究。
- b. 从独立源收集的数据量和数据粒度越大(包括通过物联网传感器自动收集数据、通过实验室进行第三方验证以及通过蜂蜜管理系统建立销售点等), 可靠数据的可用性越高。
- c. 在蜂蜜生产过程中的每个步骤, 对每条数据进行时间标记并以不可更改的方式保存可以形成一条从蜂箱到餐桌的完整监管链。

这种多层次方法是一种框架, 可以从养蜂人当前的定位出发, 延伸到日后的长远定位。增加的数据点和开发的方法越多, 数据输入量就会越大, 准确性也会越高, 从而使系统的可靠性日益提高。但不同数据点的整合和可用性产生的成本必须适应当地的使用情况。

特别是在发展背景下, 只有现成的数据点才能收集数据。在这种情况下, 养蜂场管理系统供应商必须与政府和电信公司合作, 从而获得必要软件和电信网络的使用权限。从长远来看, 养蜂数据生态系统越成熟, 蜂蜜可追溯系统和真伪验证系统的扩展性和可靠性越高。除了消费者, 价值链上的任何利益相关者都可以实时验证蜂蜜产品的来源和特征(图 11-3)。此外, 同时采用 GS1 标准可以提高数据处理效率, 促进利益相关者之间共享数据。

拉平信息获取和提供的不对称性可以使养蜂人能够有效区分各自的蜂蜜产品, 从而提高价格效益, 大大减轻掺假行为对蜂蜜产品信誉的负面影响。

如前所述, 分布式账本技术可能使蜂蜜价值链发生显著变化, 因为在这类技术中, 本质上可验证的信息可以证明产品的完整地域信息在全球范围内都值得信赖。特别是, 区块链技术使小农养蜂人能够作为蜂蜜价值链上值得信赖的利益相关者进入新市场。Moyee Coffee 和 Bext360 等初创公司已经展示了区块链技术如何帮助证明咖啡产品的来源和特征, 使小农咖啡生产者能够获得消费者自愿支付的价格溢价, 因为本质上可验证的数据有助于他们取得消费者的信任。

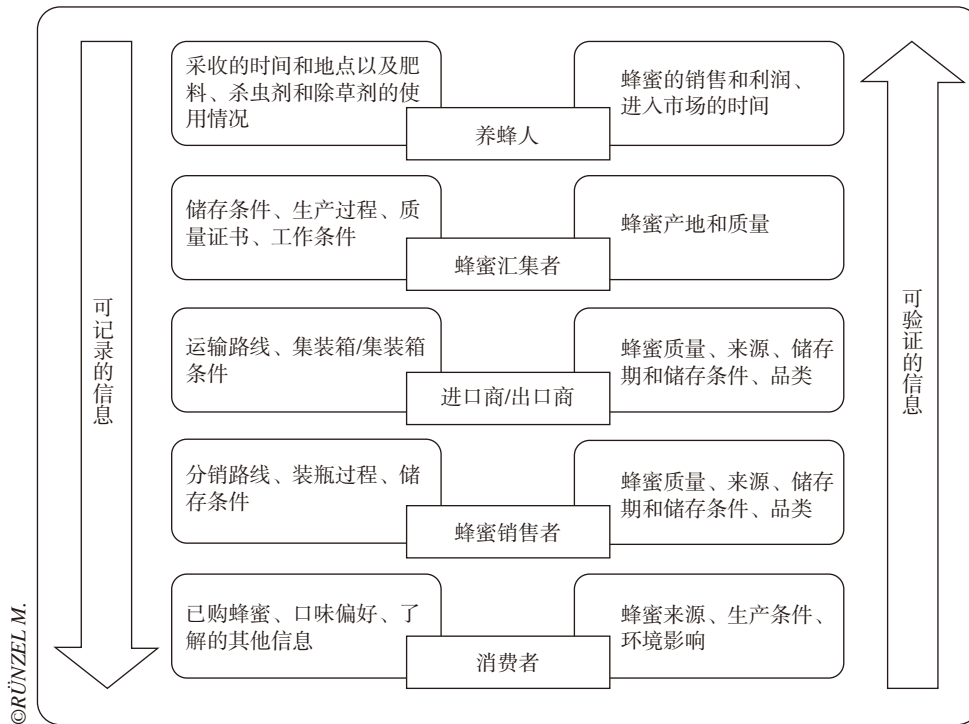


图 11-3 蜂蜜价值链上不同参与者需要提供的信息

11.8 结论

养蜂可以为农村人口提供稳定的收入来源，是公认的低成本、可持续减贫战略。养蜂的经济可承受性和灵活性降低了准入门槛，让小农户可以随时随地加入养蜂队伍。正如本章所述，分布式账本技术也许可以解决新兴养蜂业和传统养蜂业的两个紧迫问题：缓解蜂蜜产品的信誉危机，同时让小农养蜂人有机会进入市场。政策制定者和项目规划者应认识到，本章介绍的这些技术可以建立精确的可追溯系统和真伪验证系统，从而提供每种蜂产品的全部历史记录和分析信息。这类系统很灵活，可以改善当地经济，可以使产品准确反映自身的特征、特性以及生产者的价值观，从而为产品打开新市场，因此适合在所有经济、社会、文化和国家背景下使用。考虑到这一点，如果采用分布式账本技术的蜂蜜管理系统能够像区块链技术一样以不可更改的方式公开存储记录，使消费者能够相信产品特征和来源，则本质上可验证的数据将使消费者更愿意支付蜂产品的溢价。

养蜂业对农村发展已经至关重要：蜜蜂活动（主要指授粉服务）不仅可以创造收入，还能带来其他益处。数据化养蜂不仅可以提高日常工作效率，而且在分布式账本技术的支持下，还可以提供可追溯性解决方案，使小农养蜂人在推销他们的蜂蜜时能够证明产品的来源、质量、生产方法和完整性。

区块链等分布式账本技术可以加强数据完整性，保证安全的去中心化系统中有完整的公开数据。我们已经在养蜂的使用案例中证明，这种技术可以改进蜂箱管理的分析方法，帮助世界各地的养蜂人提高生产力和资源效率。最后，在分布式账本技术以及数据分析和可追溯系统的支持下，小农养蜂人能够提高工作效率，成为蜂蜜价值链的参与者，这可以释放农村地区的发展潜力，提高生物多样性，增加食物供应，促进某些联合国可持续发展目标的实现。

第 12 章 授粉服务

12.1 授粉服务的重要性

全世界最重要的作物中，约有 75% 依靠动物授粉。昆虫多样性高，是重要的授粉者，为对人类营养至关重要的作物授粉，而这种作用对不同地区的经济发展也至关重要。许多作物的产量和盈利性完全依赖于昆虫授粉（例如，杏仁、可可豆、蓝莓和葫芦），但不同作物 / 品种的依赖程度往往不同。尽管一些主要经济作物（如油菜籽、大豆、棉花和椰子）似乎对授粉蜂的依赖程度不高或偏低，但研究表明，没有授粉蜂仍会对它们的产量造成重大的负面影响。

当授粉不足或其他不足导致农业生产力下降时，应对措施通常只是简单地扩大耕地面积。这会导致环境压力，如果再加上其他不适当的短期管理策略（如过度使用杀虫剂），进而导致损失更多自然资源，由此形成一个恶性循环。这种自然生境破碎化一般会减少农业地区的本土授粉蜂数量，使整体授粉水平降低，进而对作物产生影响。目前的趋势表明，随着可耕地越来越少，全球范围内依赖授粉者的作物数量却仍在继续增加，这会威胁到粮食安全和人们的生活质量。人类目前的农业活动显然不利于授粉服务和本土授粉蜂的发展，因此必须确立一个补充框架支持本土授粉蜂和商业授粉蜂。

12.2 当前做法存在的问题

授粉蜂管理不仅影响环境，也影响生产者的收入，因为授粉会影响生产水平的数量和质量。也许是由于认识不足或科学文献和专业实践的脱节导致错误利用现有信息，目前的管理策略一般不考虑或利用本土授粉蜂和商业授粉蜂之间可能产生的协同作用。

当遇到授粉不足的问题时，生产者采取的应对措施通常只是简单地增加养蜂场内蜜蜂蜂箱（蜂群）的数量。但增加蜂箱（蜂群）数量（称为“饱和法”）不一定会提高授粉水平。相反，这种措施甚至可能导致不良后果，因为非本土授粉蜂过度访花和采蜜可能对花朵造成物理性损害。此外，将蜜蜂数量增加到过高水平可能对野生蜂的数量产生潜在不利影响，有时甚至会完全取代野生蜂，同时也会影响农田周围本土植物的授粉情况。

许多研究表明，多样化的野生授粉蜂群体可以起到补充作用，而且在许多情况下比管理单一的家养授粉蜂更能促进农业生产力的提高。例如，一项研究发现，由野生蜂授粉的草莓比仅由蜜蜂访花授粉的草莓平均多出 42% 的重量。更为复杂的是，在扩种作物之前，通常会清除那些为野生授粉蜂和商业授粉蜂提供重要资源（如筑巢点和植物资源）的自然和半自然空间。单一栽培的作物通常无法利用这些资源或只能在短期内利用，这会限制授粉蜂对资源的利用，进而限制作物的授粉蜂数量。

此外，必须考虑到，在过去几十年里，不同地区都出现了蜂群大规模减少的情况，即使在蜜蜂数量不断增加的地方，这种增长可能还是无法满足实际对授粉服务的需求。令人震惊的是，某些国家每



年减少的蜂群数量可达总数的一半。其中一些地方对授粉蜂的依赖程度很高，有的是为了蜂蜜生产，有的是为了给重要商业作物授粉。因此，蜜蜂和野生蜂授粉服务的保证和优化需要更好的管理方法。

12.3 什么是可以改变的？

蜂箱在农田中的空间排列是授粉成功率的一个重要因素，但人们往往很少关注这种排列（例如，目标作物和蜂群之间的距离）。这种疏忽增加了蜂箱管理的现有不确定性——例如，单个蜂群的健康状况或群势以及类似的蜂群因素。此外，还存在外部特定地点因素，如蜂群与野生授粉蜂之间的潜在互动。

但现在的做法往往忽略了这些情况，只关注每个区域的蜂箱数量，误以为家养授粉蜂越多，授粉水平就会越高。

目前人类已发现 20 000 多个蜂种（图 12-1），其中许多可以通过授粉为农业生产作出贡献，从而与蜜蜂提供的服务互补。由于成功驯养的蜂种不多，健康农业生态系统中的大多数授粉蜂都是野生的。虽然蜜蜂可能是最常见的授粉蜂，但甲虫、飞蛾、蝴蝶、黄蜂、蚂蚁、鸟类和蝙蝠等其他动物也在作物授粉中发挥着重要作用。维持不同授粉蜂的数量平衡（例如在熊蜂、其他原始真社会性蜂、独居蜂、无刺蜂和其他授粉蜂周围保持适当的蜜蜂密度）可以使作物生长得更好，原因有几个。不同授粉蜂会在不同时期和不同地点活动，可以在不同的资源环境下（包括筑巢点）繁衍生息，对气候条件有不同的反应，而且会选择不同形态的花朵。授粉蜂的多样性有助于提高作物和景观植物农业产量的稳定性。此外，这种高多样性可以使特定作物更有可能找到最高效的授粉蜂（即可以保证种子或果实产量达到最高水平的授粉蜂）。在某些情况下，野生蜂（特别是穴居蜂）可以在人工管理下（即商业授粉蜂）为某些作物补充授粉，甚至提供优于蜜蜂的授粉服务。当基本的农业活动纳入授粉蜂活动监测和授粉蜂友好型生境管理时，利用野生蜂授粉的想法会更具有可行性。



图 12-1 不同授粉蜂为作物授粉

A) 咖啡树上的黄蜂 (*Synoeca cyanea*)；B) 和 C) 红木上的木蜂 (*Xylocopa frontalis*) 和地花蜂 (*Oxaea sp.*)

访花监测

授粉所需的访花次数是规模化作物表现的一个基本指标，而衡量这一指标的关键要素是制定有效的授粉者监测方法（图 12-2）。

样线法和访花率是最常用的两种方法。

横断面计数是一种比较缓慢的研究方法，主要是检查植物情况和 / 或用网捕捉昆虫。虽然样线法

的覆盖面更广，但若是集中分布在一个地点，访花率可以提供更精确的测量结果，因为这种方法只记录有效的访花次数（即授粉者与花朵生殖部位的有效接触）。除了对每朵花受精所需的访花次数进行补充研究外，访花率是评估授粉服务的一个关键指标。除了需授粉植物的特定生物学要求外，所需的访花次数还取决于气候、授粉者类型和作物类型等多种因素。一旦按作物形成标准化操作，并考虑这些额外的复杂因素，访花率可以作为施加管理干预时的一个通用参照指标。

有效评估某种作物授粉率并确定授粉水平的快捷方案应考虑以下几个方面：

- 应测量什么？

不同类型的授粉昆虫与花朵生殖部位的接触次数，即访花次数。

- 如何测量？

在固定观察期内（通常十分钟）——一般是一天当中的不同时段（与可用花粉量和柱头可授性有关），记录授粉昆虫与花朵接触的次数。

- 在哪里测量？

在田地中心（因为授粉昆虫比较难到达这里）测量系统中的最大花粉限制。

- 什么时候测量？

理想情况下，当 25%、50% 和 75% 的作物花朵盛开时。

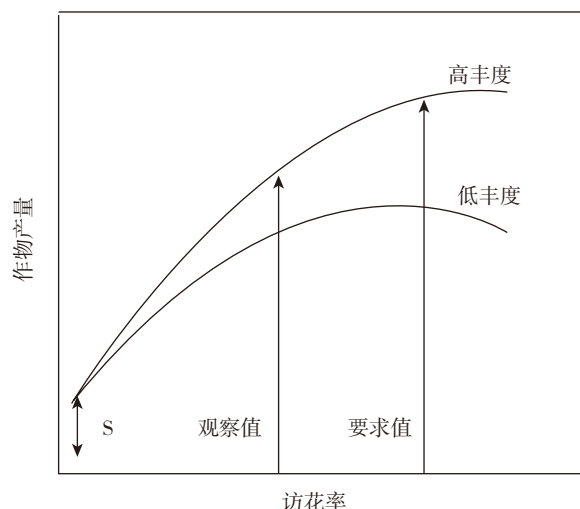


图 12-2 利用作物特性相关知识建立的一个简单预测模型示例（可根据作物品种、访花率要求值和访花率观察值调整作物特性）

来源：Garibaldi 等（2013）；Garibaldi 等（2016）；Garibaldi 等（2020）。

访花率结果可以与 Garibaldi 等（2020）发表的目标值进行比较，从而确定是否能为作物保证足够的授粉服务水平或是否有必要改进管理方法，提高授粉水平。

注：

- S= 作物品种（没有授粉者参与的生产）
- 要求值 = 访花率要求值
- 观察值 = 访花率观察值（由农户测量）

一般情况下，作物产量取决于授粉者的丰度水平，会随着访花率的提高而增加。授粉者多样性越高（高丰度），访花率就越高，作物产量也会更多。



综合生境管理

对授粉蜂有利的生境管理可以在不同规模上实现，不一定需要投入大量时间和金钱，而且这种管理还具有明显优势，如保留或恢复本土生物多样性往往可以提高整体作物产量。授粉蜂有利的管理有两种最简单、最有效的方法：一是通过作物多样化或不断换种作物提高花卉资源的数量和质量；二是保护或恢复自然或半自然生境，为其他植物资源和蜂类筑巢点提供足够的空间。特别是，这两种方法既对蜜蜂和本土蜂有利，也有利于其他授粉昆虫，是综合管理野生授粉蜂和商业授粉蜂授粉服务的重要手段。

适度烧山和一定程度的密集农业，如大量耕作和放牧等，都会影响多样化植物群落的生长，因为未经管理的生境可能会被一些快速生长但不利于授粉蜂生存的物种所占领。但这些活动之间必须取得一种可持续的平衡，因为过度放牧和大多数耕作活动会对授粉蜂造成不利影响（但这些活动的影响程度取决于每个地方的环境特征）。即使是按亚致死剂量使用杀虫剂和除草剂等合成化合物，通常也会危害授粉蜂的健康，而且会影响宝贵的野生植物资源，因此必须合理规划，减少这类物质的使用。虽然一般情况下应尽量减少化学品的使用，但在开花期必须禁止使用杀虫剂或其他化学品，因为这个时期的授粉蜂最活跃，最容易受到影响。

如果空间范围较小，可以沿田间边缘种植各种豆科植物和其他授粉蜂友好型植物，并在附近布置安全的微环境或授粉蜂可以筑巢的结构，为授粉蜂创造一个长久的生境。无须翻耕的裸露地面可以作为地花蜂的栖息地，有些地花蜂筑巢后会发展成有几万甚至几十万只个体的蜂群，它们可以为作物提供大量授粉服务（例如碱性蜜蜂）。但如果自然区域的植被过于稀疏，或单一作物用地过于广阔，授粉行为可能不会在整个区域内均衡分布。为了确保这些做法的有效性，必须更深入地了解不同授粉蜂的觅食距离。尽管先前的研究将飞行距离与体型大小相关联，但至今探讨两者关系的研究还是很少。但我们都知道，授粉蜂与所需自然空间和自然资源的距离越远，授粉水平越低。一些蜂种只适合生活在某种小环境中，通常植物资源和筑巢资源的分布都对它们有影响，因此小规模做法显得尤为重要。

12.4 结论

必须重申的是，这些做法的成败有许多决定因素，因此不存在通用的解决方案。我们不能为了提高授粉水平就简单地增加蜜蜂数量，因为目前已经是越来越供不应求了。很多人认为，不可持续的运输方式和商业蜜蜂的农业应用是近来蜜蜂数量减少的主要原因（病原体传播也是部分原因，但若想全面了解相关情况，还有很多工作要做（Becher 等，2013））。

因此，（在可能的情况下）项目规划者应注意到，理想的管理做法会将直接授粉蜂监测和农业景观考虑因素纳入决策范围，让两者协同作用，最大限度地提高作物产量和生物多样性，在维持物种平衡的同时，管理、保护和改善授粉蜂有利生境。

若想了解常规做法的改变如何转化为对农业生态系统长期可持续性的投入，第一步是提高对授粉蜂活动和作用的认识。因此，为了提高授粉成功率和作物产量，所有饲养授粉蜂的管理方法都可以作出改变和调整。

如果政策制定者调整政策，规范杀虫剂的使用，控制饲养授粉蜂的运输，对采用有利于生物多样性做法的生产者建立激励机制，明确授粉服务是一种重要的农业投入，并促进绿色基础设施的整体发展，那么所有相关措施（本章仅举几例）将更加有效。

Isaacs 等（2017）提出了一个有趣的统一主题——综合作物授粉，旨在结合各种有利于作物授粉的策略，可以在制定、协调后提供给种植人员和他们的顾问。

适当的管理可以保持农用土地的恢复力和可持续性，进而提高作物生产和生产者收入的稳定性。这些都是授粉服务的重要内容，但其中的益处肯定超过了农业系统单独运作的效果。授粉蜂的活动最终也有助于维持所有的陆地生态系统，因为它们对许多植物的繁殖具有重要意义，而这些植物是生态系统的基本组成部分。因此，保护授粉昆虫可以直接或间接地促进大多数联合国可持续发展目标的实现，从而构筑一个更加平衡、更加可持续、实现社会公正的世界。

第 13 章 蜂群作用：环境监测

随着时间的推移，人类需要评估环境健康和可能发生的环境变化。这类评估包括化学评估、物理评估、理化评估、电子评估和生物评估。环境污染的监测点一般是预先确定的地点、固定的自动监测站或移动站。如果使用空气污染控制装置，系统会从大气中采集空气样本，然后直接测量样本的污染物浓度：如果一个或多个地点的某些污染物超过法律规定的阈值水平，须采取措施限制这类物质的排放。但这类监测的局限性很大，因为自动控制装置的购买和维护成本很高。还应注意的，仅量化个别污染物的浓度并不能反映环境退还的全貌，因为环境中的各种物质可能产生协同作用，从而“放大”对生物体的影响。生物指标一般会考虑这些协同作用，在某些情况下，可以发现环境中是否有非法排放的物质。

蜜蜂的生物学、形态学、生理学和行为学特征使它们可以作为一种可靠的环境污染（例如监测杀虫剂、多环芳烃、重金属和放射性核素）生物指标。蜜蜂是一种“移动传感器”：觅食活动期间，觅食的蜜蜂会不知疲倦地在 30 km² 的范围内飞行（距离蜂箱约 3 km），对所有自然资源（植被、土壤、水和空气）进行采样。此外，它们的绒毛特别容易附着接触过的各种自然资源材料。鉴于一个健康蜂群可能有 8 000 只左右的觅食蜂，而且繁殖季期间每只蜜蜂每天一般访花 1 000 次左右，所以一个蜂群每天的访花次数约为 800 万次，不考虑运水的情况（热天时的运水量甚至达到几升）。

有两种方式可以通过蜜蜂检测和反映所在环境的污染物水平：一是通过蜂群个体大量死亡直接反映，如杀虫剂或其他农药的使用情况，二是通过它们体内或蜂产品（蜂蜜、蜂花粉、蜂蜡、蜂胶和蜂王浆）中的污染物残留水平间接反映。

蜜蜂可以作为监测环境质量的生物指标。利用蜂群监测环境是将蜂群作为生物采样工作来检测环境污染物。

为了充分利用蜜蜂这种生物监测工具，必须考虑其中的可行性和局限性。利用蜂群对环境进行生物监测的基本方法是让觅食蜂采集污染物作为生物样本，在它们将污染物携回蜂巢后，通过侵入或非侵入手段从蜂群中采集目标污染物样本。

蜂群一般在觅食时对环境进行生物采样。蜜蜂采集花粉、花蜜、水和胶质物时会无意间采集花朵上的污染物。叶片上和光源中的污染物也可能伴随蜜露、花外蜜和水以类似的方式被采集。

污染物通过空降、漂移、直接喷洒以及内吸性农药的吸收等途径最终落在花朵和叶片上。花朵中的污染物有许多表现方式：松散颗粒可以附着在花朵上，亲脂性污染物可以与花粉的蜡层粘连，其他污染物可以分散或溶解在花蜜、蜜露和吐水液滴中。觅食蜂采集花蜜和花粉的行为是不同的。采集花蜜的觅食蜂主要撷取花蜜中的污染物，而花朵和叶片上的污染颗粒也会附着在它们的绒毛上。这些觅食蜂在觅食过程中几乎不梳毛，因此头足部位会有大量花粉和可能粘上的污染物。溶解和分散在花蜜中的污染物会在蜜囊中随蜂群移动。污染物有颗粒大小之分，有的会被过滤到蜜蜂的前胃中，最后随粪便排出。而采集花粉的觅食蜂会不断梳理绒毛，让所有花粉和污染颗粒落到花粉筐中。尽管如此，

它们的头足部位仍会残留一些花粉和污染物。不是所有开花植物都是理想的蜜源和粉源。根据每年的花蜜和花粉需求，同时考虑到蜜蜂每次飞行采集到的花粉量和花蜜量上限大致相同，采集花蜜的觅食蜂大约比花粉觅食蜂多五倍。此外，每个蜂群通常有一群侦察蜂负责寻找新的食物来源，它们也会携回花蜜和花粉，可能还有污染物。花蜜和花粉觅食蜂显然会在不同植物周围觅食，它们的体内和体表可能携带不同地点的各种污染物。

最终，蜜蜂会将采集到的所有食物连同污染物一起带回蜂巢。部分花蜜储存在巢房中，部分由觅食蜂和巢内其他蜜蜂直接食用。花蜜也会喂食给蜂蛹。一些溶解在花蜜中的污染物可以附着在巢房的蜂蜡上。部分储存的花蜜会被酿制成蜂蜜。蜂群中的这种花蜜传递过程称为“交哺”。花粉由采集花粉的觅食蜂直接带回巢房。在蜂群中，所有这些途径会产生综合作用，并通过物理接触、自我理毛和相互理毛行为使绒毛上附着的颗粒物发生交换，导致采集到的花蜜、花粉和污染物在一天内分散到蜂群中的每只蜜蜂身上。

为了了解蜂群的情况，无论是关于食物来源还是污染物，都需要对蜂群进行采样。采样方法取决于目标物。采样过程中必须始终保持谨慎，确保适当采集目标污染物。蜂群采样的监测研究有两个先决条件：一是尽量减少对蜂群的干扰，使蜂群作为生物监测工作不受损害；二是必须使用可靠的方法。蜂群的采样分为侵入式（以蜂群为代价）和非侵入式。侵入式采样不仅涉及杀蜂或夺食的道德问题，还会扰乱测试系统的破坏/改变与系统对蜂群的天然缓冲能力之间的微妙平衡。此外，蜜蜂样本（特别是在飞行入口处采集的样本）由于蜜蜂分布不均和污染物携带量差异大的原因很难实现标准化。在蜂箱内进行蜜蜂采样可以解决这个问题，因为污染物分布在所有蜜蜂中，但在这种情况下，样本量至关重要。如果样本量过少，会导致无法检测出污染物浓度。但如果过多，又会对监测工具（即蜂群）造成干扰。被动采样器的应用可以解决这些采样问题。

被动采样器以物理或化学方式与通过采样器的分子结合，不会对环境造成影响。蜜蜂研究采用的第一代被动采样器呈管状，放在蜂箱入口外，以便蜜蜂进出蜂箱时身上携带的部分花粉和污染物会落到被动采样器内。放在蜂箱外的被动采样器有一个缺点：采样器暴露在环境中，这可能影响它们的结合和接触能力。此外，被动采样和接触仅限于进出蜂箱的蜜蜂。巢内被动采样器不受这些气候变化的影响，因为巢内条件相对稳定。蜂群中的所有蜜蜂会携带部分污染颗粒在蜂群内流通，单只蜜蜂的携带量往往无法检测，但由于蜜蜂在蜂群周围不断移动，许多蜜蜂会在检测期间接触到巢内被动采样器（例如蜂路中的 APIStrip）。时间越长，蜜蜂与采样器的接触就越多。

对植物病原体和花粉的研究表明，新生蜂大量出现和老龄蜂自然死亡会导致污染颗粒发生稀释，所以进入蜂群的污染物会在两周后明显减少。因此，除了适当的采样方法和工具外，时间也是利用蜂群进行生物监测的重要因素。

利用蜂群进行生物监测有如上述的几种方法。一般情况下，这种监测最好遵循严格的方案，确保“样本到数据”过程的统一化。这个过程需要适当的样本采集、条件、储存、大小、编码和代码处理、装运、分析、记录和存档。而这一切的前提是良好的实验室操作，特别是从采样到最终数据说明整个过程的样本可追溯性以及这个过程中相关负责人的可追溯性。

生物监测和后续侵入式或非侵入式蜂群采样的最终成果取决于环境和研究目标。产生的数据是必须“转化”为环境条件数据的蜂群数据。侵入式采样尤其需要全面考虑后果以及采样地点、采样方法和样本量大小等问题。

某些生物监测设备已经可以使用，如前文提到的 APIStrips 和花粉采集器。进行生物监测有一个前提条件：生物监测设备不得对生物监测工具（即蜂群）产生影响或干扰。对花粉进行采样时，建议使



用花粉采集器。侵入式采样不需要特定的养蜂设备。

结论

将蜂群的生物监测数据转化为环境条件数据是一个相对较新的研究领域，需要进一步发展。

如果想利用蜜蜂和 / 或蜂产品研究污染物，应考虑以下几个变量：

- 气象事件：刮风下雨等气象事件可以净化空气或将污染物转移到其他自然资源中。
- 季节性：不同季节的花蜜量不同，可能会 / 不会稀释污染物，而蜜蜂是一种伺机而动的昆虫，往往不会在花蜜旺盛的地方来回飞行。
- 蜂蜜的植物来源：闭合花朵的花蜜通常有花冠保护，所以盛开的花朵远比闭合的花朵更容易接触到污染物。

被研究污染物的理化特性：蜂产品中的污染物浓度因污染物脂溶性或水溶性的不同而不同（例如，蜂蜡比蜂蜜更容易含有杀虫剂）。

想利用蜜蜂进行生物监测的项目规划者应注意，长期的生物监测计划不仅可以增加科学知识，还可以为环境政策提供关键信息，因此应被视为经济政策的基本要素。

第 14 章 蜂 疗

14.1 简介

“蜂疗”一词顾名思义，即：利用蜜蜂进行治疗。蜂疗是一种另类疗法，利用蜜蜂的采集物（生蜂蜜、蜂花粉及其天然衍生物——蜂粮和蜂胶）和分泌物（蜂王浆、蜂蜡和蜂毒）、蜜蜂幼虫和一些其他蜂产品（如蜂箱空气和蜂群声音）预防或治疗一些医疗状况，从而促进健康。

根据国际蜂联蜂疗科学委员会前任主席 Theodore Cherbuliez 的说法，蜂疗也可以解释为“使用蜂蜜产品维持健康或帮助疾病患者或事故受害者恢复健康的一种科学（和技术）。”

蜂疗被广泛用于各种医疗状况，从简单感冒、慢性疼痛、关节炎、创伤和烧伤到癌症、神经退行性疾病等严重状况，但其中只有少数状况可以用蜂疗有效治疗。

某些蜂疗形式已经沿用了 4 000 多年，用途也一直在不断变化。如今，蜂疗的某些用途有科学证据的支撑，而且蜂疗在许多国家都有广泛的应用。

14.2 蜂疗历史

Trumbeckaite 等（2015）认为：

蜂疗起源于 6 000 多年前的古老埃及。古希腊人和罗马人也在医疗领域使用蜂产品。也有证据表明，蜂蜜是中医的一部分：在湖南长沙发现的著名古方书中，有 52 个方子可以追溯到公元前 3 世纪，其中两个方子涉及蜜蜂，有一个是用蜂蜜治疗疾病。

表示“蜂蜜”的古老汉字首次出现在大约 3 300 年前的商朝末期甲骨文中。古代诗歌文集《诗经》建议人们不要引起蜜蜂蜇人的情况。从一座汉墓中出土的《五十二病方》可以追溯到公元前 3 世纪，其中有两篇涉及蜜蜂和蜂蜜。在之后的朝代中，关于蜂产品治疗益处和健康益处的历史记录越来越多。在欧洲，与蜂疗有关的故事可以追溯到 9 000 多年前的西班牙壁画（如巴伦西亚比科尔普的“蜘蛛洞”）；而 1700 年前，罗马医生盖伦（Galen）描述了利用蜂毒缓解疼痛的做法以及蜂毒的其他用途。加洛林王朝的建立者查理大帝和俄国沙皇伊万都曾用蜂针治疗痛风。

14.3 国际蜂疗

1888 年，奥地利医生 Filip Terč（1844—1917）在《维也纳医学杂志》上发表了一篇论文（“蜂针疗法与风湿病的特殊联系），文中介绍了用蜂针治疗 173 名风湿患者的情况。1897 年，第一届国际蜂业大会和国际蜂业展览会在比利时布鲁塞尔举行。1927 年，德国生产了第一支蜂毒注射液；后来其他



欧洲国家、中国和日本也生产了类似的制剂。Bodog. F. Beck 博士（美国）发表了两篇相关论文：《蜂毒疗法：蜂毒、蜂毒本质以及对关节炎和风湿病的疗效》（1935）和《蜂蜜与健康：从营养学、医学和历史角度剖析》（1938）。Nikolay M. Artemov 教授（苏联）于 1941 年发表了《蜂毒及其生理特性和治疗用途》。N. P. Yoirish 博士（苏联）于 1950 年制定了蜂毒治疗方案；他的蜂疗研究著作以 20 种语言出版，售出 180 万册，其中包括《医疗性蜂产品》和《蜂蜜和蜂毒的医疗功效》。1949 年，在第二次世界大战导致的蜂疗研究长期中断后，第十三届国际蜂业大会在荷兰阿姆斯特丹举行，期间成立了国际蜂联，即国际养蜂工作者协会联合会。1945 年后，中国、苏联、罗马尼亚和其他许多国家开始对所有蜂产品进行科学研究。在罗马尼亚布加勒斯特于 1965 年举行第二十届国际蜂业大会后，国际蜂联开始支持和发布许多这类研究活动。

最近几年，东西方国家在蜂疗方面的交流与合作有了明显的改善：西方国家开始接受并重视东方的蜂疗法，例如，参与中医五行和蜂产品药用的相关研究。

土耳其近来出台了一项关于传统医疗和辅助医疗的法规，该法规在 2014 年 10 月 27 日的第 29158 号政府公报中正式生效。

专栏 9 现代蜂疗的发展：中国经验

中国与蜂疗之间有特殊的密切关系。中式蜂疗的发展基于本国的科学研发水平以及对外国现代技术的接受和利用程度，目的在于证明蜂疗法的疗效。中式蜂疗还试图纠正某些误解（例如，有些人认为“蜂疗”指的是“治疗蜜蜂”），让人们更容易接受蜂疗的益处。对不同方法和研究有严格要求的医疗专业和高等教育已经逐渐向蜂疗敞开了大门，而政府机构和当局也给予了认可和支持。中式蜂疗因此能够从古老的民俗疗法变成了现代科学的医疗方法。

学术组织和专业组织的成立

1980 年 11 月 5 日，中国养蜂学会蜂产品利用学术讨论会在江苏连云港召开，会上正式成立中国第一个蜂疗学术团体——蜂疗保健专业委员会。2002 年，中国蜂产品协会成立蜂产品医疗保健专业委员会。2005 年，中国民间协会将蜂疗纳入国家卫生系统，用作一种治疗手段。2015 年，中国蜂产品协会成立蜂产品专业医疗委员会。许多省市、自治区和直辖市也成立了蜂疗机构，不断促进行业发展。

技术培训和蜂疗教育

1986 年 12 月，连云港市中医院推出中国第一个蜂针疗法培训课程（图 1）。此后，全国各地共推出了 5 000 多个蜂疗培训课程，参加培训的学员超过 30 万人。

2001 年，蜂疗被正式纳入高校教育体系。福建农林大学和福建中医药大学联合设立了临床康复蜂疗专业。

科研机构的成立

1996 年，福建农林大学设立蜂疗研究所（现为“福建农林大学蜂疗研究所”）。2006 年，福建省天然生物毒素工程实验室成立。2009 年，教育部批准成立蜂产品加工与应用工程研究中心。2011 年，第一个蜂疗有关的国家研究平台——天然生物毒素国家地方联合工程实验室成立，重点研究蜂毒的医疗功效。

中国中医科学院、北京大学健康科学中心、中国农业科学院蜜蜂研究所和四川省蜜蜂研究所等多个国家级和省级医学院校和研究所也设立了蜂疗专项研究项目。

许多私人蜂疗机构也已经建立。

蜂疗临床技术的进步

1980年，中国第一家蜂疗专科医院成立。1999年，福建蜂疗医院成为中国第一家省级蜂疗专科医院。中国还有许多市级和县级的蜂疗医院，如广东省中医院蜂疗门诊部和北京顺义蜂疗研究所。

2007年，卫生部和国家中医药管理局正式将蜂毒疗法的技术纳入国家医保项目。

2012年，国家中医药管理局中医医疗技术协作组成员中的多家机构参与蜂毒疗法技术的研发。

蜂疗产品的研发和生产

中国国家药品监督管理局已经批准了多种蜂产品。中国有70多家制药厂可以生产国家药品监督管理局批准的蜂产品。目前市面上的蜂产品有蜂毒、蜂蜜、蜂胶、蜂王浆、蜂花粉、蜂蜡和蜂王幼虫。



© 中国养蜂学会

图 14-1 中国首个蜂针疗法培训班（1980年）



© 中国养蜂学会

图 14-2 中国福建农林大学蜂疗专业的第一批毕业生（2001年）

随着针灸、蜂疗和植物疗法等治疗手段在土耳其越来越受欢迎，该法规明确了适用于这些疗法的规约条例和法律文件。

在罗马尼亚，医生完成卫生和家庭部批准的专门培训课程后，可以提供一种特殊治疗：蜂疗 - 植物疗法 - 芳香疗法。因此，在罗马尼亚有400多名医生为他们的患者提供这种疗法。

古巴政府推行和协调可以治疗烧伤和肝肺疾病的蜂疗方案。在这些方案实施前，哈瓦那养蜂研究所、古巴 Calixto García 大学医院（一个医疗机构）和国际蜂联蜂疗委员会之间会进行经验交流。

14.4 蜂疗产品和蜂疗的经济价值

几乎所有蜂产品都有药用的可能性，可以研发为蜂疗产品，从而发挥巨大的经济价值。

在编纂本准则时，根据密理博（美国）的报价，蜂毒的价格为每25 mg 138美元，85%纯度蜂毒肽的报价为每毫克748.38美元。表14-1列出了蜂蜜等蜂产品的平均单位成本与加工后的大约附加值之间的关系（以倍数形式呈现）。

成蜂晒干、磨成粉末后，通常浸泡在药酒中，这种粉末可以作为一些医药产品的成分。这类产品的经济价值还有待计算。一些国家已经开始收集蜂群气体用于蜂箱空气疗法，而事实证明，这种疗法的利润十分可观：目前的价格是每个疗程（30 min）100美元。



表 14-1 各种蜂产品在蜂疗应用中的价值

产品	附加值
蜂蜜	2.5x
蜂胶	10-30x
蜂王浆	3-8x
蜂花粉	3-10x
蜜脾	5-12x
蜂蜡	3-8x
蜜蜂幼虫	3-5x
雄蜂蛹	3-6x

蜂箱微气候疗法是一种相对较新的治疗方法，与常规蜂疗法（如数千年来蜂蜜的许多治疗用途）不同。蜜蜂的嗡嗡声可以让人愉悦并与大自然的其他声音完美融合，有助于放松，让人陷入冥想状态，而且蜂箱的气味中富含树脂和精油，有利于呼吸系统。在蜂疗协会的努力下，许多国家越来越关注蜂鸣疗法，世界不同地区也正在引入这种疗法。这种新疗法需要在“符合条件的养蜂场”进行；养蜂场应建有专为游客设计的小木屋，让游客可以体验蜂箱的蜂鸣声和香气。这些小木屋与蜂箱连通，中间用细网隔开蜜蜂和游客。具有教育意义的学校参观活动可以在其中的一些养蜂场进行；活动期间，学生可以一边体验养蜂场小木屋内的蜂箱微气候疗法，一边听屋外的养蜂人介绍。

随着上述蜂产品有关的新技术、新材料和新方法不断发展，蜂疗的潜在经济价值可能继续上升。总而言之，蜂产品在医疗卫生领域的应用还处于初期阶段，在这方面拥有巨大的潜在经济价值。

14.5 蜂疗在人类医学中的应用以及蜂疗产品的质量

理查德·麦卡内斯（Richard Mackarness）博士在他的著作《并非一切都在心中》（*Not All in the Mind*）（1994）一书中强调了治疗用摄入物和使用物质量的重要性。他认为，食物与人类的接触最为亲密，远比性行为更亲密，因为食物会直接进入人体，经血液吸收后进入人体的每个细胞。

蜂疗产品的效果取决于产品本身的质量，因此必须尽量使用质量高的产品。蜂疗中使用的蜂产品不得含有污染物，也不得因化学或物理制剂而发生污染或变质的情况。

事实上，欧盟的法律规定，化妆品中不得含有污染物。自 2013 年以来，化妆品行业一直受到欧盟法规的制约，其中许多条款规定，化妆品只能在官方认可的实验室生产，并由药理学、毒理学、医学或类似学科专业的安全评估员进行审查。

不合格养蜂场提供的产品以及不当程序的实施可能使蜂疗失效、效果不达标，甚至造成危急情况。这些产品可能含有污染物或不合蜂疗所需的微量元素和酶。

蜂疗还需要保证高质量的人类营养，因为食物的日常摄入是最容易接触杀虫剂的途径之一，而儿童的健康最容易受到生物农药的影响。

供人类食用的蜂产品主要以食品的形式出现在日常生活中，其次是以补充品的形式出现。虽然有人建议在日常生活中使用这些蜂产品，但杀虫剂和有害化学品的残留物会在所有蜂产品中积累。为了确保疗效，蜂疗和蜂产品美妆必须使用高质量、可追溯到来源的蜂产品，尽可能使用来自有机农场、

不含污染物的蜂产品。但市面上的很多蜂产品都不符合这些基本要求，这一事实不容忽视。

为了保证蜂产品的疗效，有必要使用质量上乘、经过测试的受控原材料，以确保蜂产品不含有害成分。治疗方案必须与最新科研进展或专家认可的数据一致。

想要生产兽用蜂疗产品的养蜂人必须遵守良好养蜂实践的要求，特别是满足以下条件：

- 创造一个安全的养蜂场环境；
- 使用符合技术规范的养蜂设备；
- 生产不含以下污染物的蜂产品：
 - 重金属
 - 污染物
 - 杀虫剂
- 使用安全产品治疗蜂群或蜜蜂。

表 14-2 总结了应对各种蜂产品采取的毒性控制措施。

许多食物、环境和情绪因素都会影响人类免疫系统的效率，因此必须纳入考虑范围。在这些因素中（表 14-3），化学压力的影响尤其明显，因此，为了使蜂疗产品发挥最大疗效，必须确保蜂产品不含化学残留物。

微生物安全性也非常重要：蜂产品可能被致病细菌、真菌、酵母菌或霉菌污染，有些病原菌是自然产生的，有些是由于储存或保存不当造成的。污染源包括蜜蜂本身和花蜜，但也有外部污染源。花粉、蜜蜂肠道、人类、设备、容器、风和灰尘都可能是微生物污染的原因。

花粉可能是蜜蜂肠道微生物的原始来源。蜜蜂肠道含有 1% 的酵母菌，27% 的革兰氏阳性菌（芽孢杆菌、无芽孢杆菌、链球菌和梭菌）和 70% 的革兰氏阴性菌（无色杆菌、柠檬酸杆菌、肠杆菌、欧文氏菌、大肠杆菌、黄杆菌、克雷伯氏菌、变形杆菌和假单胞菌）。

表 14-2 蜂产品的毒性控制建议

蜂产品	毒性控制建议
蜂蜜	通过采样分析检测可能含有的杀虫剂、重金属、阴离子、多环芳烃（某些植物产生的吡咯里西啶类生物碱，即蓝蓟属、千里光属和某些泽兰属植物）和抗生素
蜂胶	检查杀虫剂、重金属和阴离子的污染情况
蜂花粉	蜂花粉会与杀虫剂直接接触，因此一般情况下必须检查是否含有杀虫剂残留物。在高风险地区（如人口稠密区或城区和工业区的毗邻区域），建议检查是否含有阴离子。一些蜂花粉可能含有某些植物（即蓝蓟属、千里光属和某些泽兰属植物）产生的吡咯里西啶类生物碱
蜂王浆	直接检查是否含有杀虫剂、二恶英和重金属
蜂蜡	蜂蜡可能含有的危险化学成分主要是二恶英和杀虫剂，这些物质具有非挥发性、亲脂性和持久性，会长期附着在同样具有亲脂性的蜂蜡上。每年评估蜂蜡中的二恶英和杀虫剂残留水平，也对蜜蜂本身是否含有这些物质进行检测

表 14-3 影响人类免疫系统效率的因素

需考虑的因素
年龄
遗传因素



续表

需考虑的因素
污染和噪声（环境压力）
营养不良
心理压力
荷尔蒙压力
添加剂、杀虫剂、防腐剂、药物（化学压力）
创伤和气象（生理压力）
致病因子（病毒、细菌）

蜂蜜中也可能含有产芽胞的细菌（产气荚膜梭菌、肉毒杆菌和蜡状芽孢杆菌）。摄入肉毒杆菌孢子会导致婴儿肉毒中毒综合征。婴儿肉毒中毒综合征是最常见的一种肉毒中毒病症，首次描述可以追溯到 1976 年。摄入体内的孢子会在新生儿和婴幼儿的消化道中繁殖，产生肉毒杆菌毒素。

最后，蜂蜜中可能含有某些植物的有毒花蜜：

- 彭土杜鹃含有对人类有毒的生物碱。
- 马醉木含有木藜芦毒素，这种毒素会影响人的精神状态，对人类有毒（会麻痹四肢和横膈膜，导致死亡）。
 - 原生于美国东部的山月桂和相关植物会导致疾病或死亡。
 - 原生于新西兰的蜜茱萸。
 - 原生于墨西哥和匈牙利的曼陀罗属植物。
 - 原生于匈牙利的颠茄和天仙子。
 - 原生于巴西的一种无患子植物（*Serjania lethalis*）。
 - 原生于美国东南部和中南部地区以及美洲热带和亚热带地区的金钩吻。
 - 原生于新西兰的马桑，会产生一种神经毒素——羟基马桑毒素，这种毒素与印防己毒素密切相关。
 - 原生于地中海地区的夹竹桃。

14.6 蜂疗及其潜在社会价值

蜂疗能提高人们对自然的认识，又能加深他们对自然的热爱和敬仰。体会蜂疗的神奇之处可以唤起人们对蜜蜂及其环境的好奇心，从而对蜜蜂建立深厚感情，对整个大自然心怀感激。

蜂疗也会促进文化观念的转变，进而推动养蜂业的发展。蜂疗研究需要大量技术和知识，这可能在无形中提高养蜂业的整体文化素养水平，特别是在人类健康方面。许多人开始关注蜂疗研究，特别是受过高等教育的人。许多医院、高校、学会、协会和组织都设立了蜂疗专业或部门，不断提升业内人才的素养水平。

专栏 10 对药用级蜂蜜的要求

根据《国际食品法典》(2001年)和欧洲理事会2001年12月20日关于蜂蜜的第2001/11 O/EC号指令,蜂蜜指的是蜜蜂采集植物花蜜、植物活体部位的分泌物或吸食植物类昆虫留在植物活体部位上的排泄物,与自身特定物质结合转化后酿制的一种留在巢脾中成熟的天然甜味物质。根据Hermanns等(2020)的观点,满足以下附加标准的药用级蜂蜜可以安全地应用于医疗领域:

- 不含污染物和有毒物质的有机蜂蜜
- 在标准化条件下经 γ 射线照射
- 符合严格的生产和储存标准、相关法律和安全规定
- 符合蜂蜜用作伤口护理产品所需的理化特性要求

在生产药用级蜂蜜的过程中,必须防止各种杀虫剂、抗生素、重金属、其他环境污染物以及养蜂使用的兽药残留物污染蜂箱和蜂蜜。因此,建议将蜜蜂的觅食区限制在无污染的区域范围内,治疗蜂群时移开装有蜂蜜的继箱,积极防控病虫害,而不是只治疗蜂群,主动落实良好养蜂实践,采纳Rivera-Gomis等人(2019)的建议。经认证的实验室必须根据ISO/IEC 17025标准确认蜂蜜中不含污染物。

生蜂蜜含有许多微生物,包括肉毒杆菌和破伤风梭菌(Olaitan等,2007)。伽马射线照射是在不破坏蜂蜜疗效的情况下对蜂蜜进行消毒的唯一方法。药用级蜂蜜属于医疗器械的范畴,更确切地说,属于欧盟产品分类体系中的IIb类医疗器械,因此,必须通过ISO 13485认证,须由专门的公告机构确认。为了遵守欧洲药品管理局和美国食品药品监督管理局(FDA)的法律规定,必须严格落实关于如何获得CE和FDA质量认证标志的指南要求,分别为MDD 93/42/EEC和21 CFR 820。此外,ISO 14971的要求为制造商提供了一个风险分析、评估、控制和管理的框架,包括生产期间和生产后的审查和监督程序(国际标准化组织,2007)。和食品级蜂蜜的建议一样,药用级蜂蜜也应储存在阴凉、避光的地方,防止活性成分分解或5-羟甲基糠醛含量增加。

在各种药用级蜂蜜中,麦卢卡蜂蜜是最有名的一种。疗效和抗菌活性水平不亚于甚至优于麦卢卡蜂蜜的其他蜂蜜包括洋槐蜜、荞麦蜜、板栗蜜、深色蜜露、矢车菊蜜、百里香蜜、钟穗花蜜和其他多花植物的蜂蜜品种(Grego等,2016;Kus等,2016)。此外,某些地区的蜂蜜也有药用价值,如沙特阿拉伯、也门或巴基斯坦波托哈尔地区的Sidr蜂蜜;经证实,这种蜂蜜具有抗菌、抗氧化和抗癌特性。

第 15 章 蜂疗在兽医学中的应用

在兽医领域利用蜂疗来治疗或预防疾病应以动物卫生专业人员在动物体检后开出的处方为依据。精确诊断至关重要，特别是发生传染病时，可以防止疫情传播。应用于兽医学的蜂疗原则在防控许多动物疾病方面有着巨大的潜力。

15.1 在兽医学中应用蜂疗的原因

- 蜂疗适用于多种动物。
- 蜂疗不会导致抗生素耐药性。
- 蜂疗不会产生或留下残留物。

15.2 国际蜂联兽类蜂疗工作组

2019 年，兽类蜂疗工作组成立，由 Alejandra López Pazos 博士（智利）负责协调组内工作。成立工作组的目的是收集蜂疗在兽医学中的应用信息，促进兽医之间交流临床经验。这个领域还需要更多不同层面上的研究，从实验室研究到临床实践。国际蜂联不仅需要促进符合伦理道德的合法研究，鼓励使用蜂产品，还应特别强调蜜蜂的健康水平。

15.3 蜂蜜在兽类蜂疗中的用途

蜂蜜的许多特性与成分密切相关，而这些成分又与植物源、环境气候因素以及产蜜蜂种有关：

- 补充能量

蜂蜜是一种高热量食物：每 100 g 蜂蜜大约含有 300 kcal（1 cal 约含 4.18 J，全书同）热量。其中的单糖、果糖和葡萄糖可以被迅速吸收，因此蜂蜜可以作为机体的快速能量来源。蜂蜜富含抗氧化物，有助于缓解长期劳累时自由基导致的损害。蜂蜜提供的能量和营养对术后或生病、厌食、康复期、发热和贫血患者的恢复很有用，特别适合老年患者或虚弱患者食用。

- 肝脏保护

一些研究表明，给糖尿病大鼠服用蜂蜜可以降低血清中天门冬氨酸氨基转移酶、丙氨酸转氨酶和碱性磷酸酶的水平，说明蜂蜜具有肝脏保护作用和抗氧化作用。

- 胃保护

蜂蜜（特别是蜜露和板栗蜜）富含抗氧化物，具有消炎护胃的特性，可以用作治疗胃溃疡的“特效药”（这一点已通过几项大鼠研究证明），而且可以有效缓解疼痛。

- 温和通便

蜂蜜的糖浓度很高，是一种非常吸湿的物质，能够吸收周围环境中的水分子。温和的通便效果主要是果糖成分的原因，因为果糖在肠道中不会被完全吸收。这种作用对治疗和预防便秘很有帮助。蜂蜜还可以制成微型灌肠剂使用。

- 愈合伤口、溃疡和烧伤

蜂蜜的渗透浓度高，可以促进淋巴液流动，减少细菌水分，创造一个不利于细菌生存的环境。蜂蜜还有许多其他理化特征和特性，可以有效促进伤口愈合（图 15-1 和图 15-2）。它可以单独使用或与其他产品（如蜂胶）结合使用，有效治疗创伤、烧伤溃疡或撕裂伤。它可以去除异味，清洁伤口，缓解疼痛。可以在肉芽组织的伤口表面涂上一层薄薄的蜂蜜。

- 治疗外耳炎、脓皮病和皮炎（图 15-3）

- 牛乳腺炎

乳房用蜂蜜和 / 或蜂胶产品对牛乳腺炎的治疗和防控作用已经有了一些研究，而临床实践在治疗牛马的子宫内膜炎方面也取得了一些令人惊奇的成果（图 15-4）。



图 15-1 用蜂蜜治疗马的肌腱断裂伤



图 15-2 马失去整块皮肤和肌肉，肱骨外露，外敷蜂蜜和蜂胶治疗 60 天后完全愈合



图 15-3 用蜂蜜和蜂胶治疗猫狗的外耳炎



© GARCÍA P.



图 15-4 通过宫内注射蜂胶和蜂蜜治疗一匹纯种阿拉伯母马的子宫内膜炎

• 口腔疾病

蜂蜜单独或与蜂胶结合使用可治疗：

- 口腔感染：蜂蜜有抗菌作用，可以抑制牙龈脓肿和骨髓炎产生的厌氧菌；富含抗氧化物，有消炎作用，可以有效治疗局部炎症。
- 口腔溃疡和口腔炎：蜂蜜有治疗特性，可以迅速缓解口腔溃疡和口腔炎引起的疼痛，促进病灶愈合。它可以有效治疗猫的口腔病灶、羊的口腔溃疡（如蓝舌病）、狗的舌头坏死症（松异舟蛾引起）和其他病灶。
- 牙周炎：蜂蜜能刺激上皮细胞和肉芽组织生长，对于细菌和自由基引发的炎症反应所造成的损伤，可以促进愈合。

• 抗病毒、抗原虫、抗寄生虫和抗真菌作用

一些研究表明，蜂蜜具有抗病毒（如抗单纯疱疹病毒）、抗原虫（如抗十二指肠贾第虫）和抑制作用，包括抗三种利什曼原虫。蜂蜜对棘球绦虫有杀线虫作用，而且其中含有的生物类黄酮可以有效抑制假丝酵母菌和毛孢子菌等皮肤癣菌和酵母菌（图 15-5）。

• 咳嗽和呼吸系统疾病

传统医学一直将蜂蜜用作止咳剂，缓解喉咙疼痛。最近，世界卫生组织（WHO）称蜂蜜为治疗咳嗽和感冒的一种潜在药物。

至少有 3 项随机对照试验表明，蜂蜜有助于治疗 500 多名儿童的急性咳嗽：蜂蜜有抗菌、消炎、镇痛作用，可以减少咳嗽频率。蜂蜜也可用于治疗动物咳嗽或上呼吸道刺激。



© MENEGOTTO A.

图 15-5 通过外敷蜂蜜治疗小猫鼻子上的霉菌症

15.4 蜂胶在兽类蜂疗中的用途

蜂胶中的大部分活性成分包含在不完全溶于水的树脂成分中，主要指黄酮类化合物、咖啡酸苯乙酯和二萜酸。这些多酚类化合物具有多种特性：抗氧化、抗炎、抗细菌、抗病毒、抗真菌和保护毛细血管等。蜂胶中的主要黄酮类化合物是乔松素、高良姜素和槲皮素。

提取蜂胶活性成分时主要使用酒精，所以大多数溶液中都含有酒精。也有不含酒精的制剂，可以在酒精蒸发后获得。甘油制剂是用于动物的首选，可以避免丙二醇或其他化合物的存在。

- 抗细菌、抗病毒、抗霉菌和抗寄生虫特性

蜂胶可以口服或外敷治疗呼吸系统、泌尿生殖系统、肠道系统和皮肤的各种细菌感染和病毒感染。蜂胶对霉菌病（如假丝酵母菌、曲霉菌和小孢子菌感染）和寄生虫病（如毛滴虫、利什曼虫和贾第虫感染）也有不错的疗效。与某些抗生素结合使用时，它的疗效会更明显。

蜂胶在兽医领域的应用有多种形式，适用于多个方面：用蜂胶防控羊群臀部疾病；用乳房注射类蜂胶液治疗牛乳腺炎；用蜂胶粉治疗腹泻；用蜂胶丸和蜂胶注射液治疗子宫内膜异位等泌尿生殖系统疾病；用蜂胶滴剂治疗角膜炎和结膜炎；用蜂胶染剂和软膏治疗伤口；用蜂胶防控贾第虫病和球虫病等寄生虫病。

- 免疫调节和免疫刺激

蜂胶对慢性腹泻、自身免疫病等慢性炎症疾病有免疫调节作用。

研究表明，蜂胶可以提高下蛋母鸡的免疫力：如果在它们的饮食中加入蜂胶，可以刺激产生 IgG 和 IgM 免疫球蛋白。日本的一项研究报告指出，在母鸡的饮食中加入 30 mg/kg 的蜂胶后，母鸡的下蛋量和体重增加了 5% ~ 6%。另一项研究在肉鸡的饮食中加入 500 mg/kg 的蜂胶，肉鸡的体重增量超过 20%。

- 抗癌性

蜂胶在癌症治疗中有惊奇的疗效，可以单独使用或配合化疗使用。配合化疗使用时，可以增强疗效，提高耐受性，从而减少化疗剂量。Philippe García 博士（法国）曾用水醇形式的蜂胶治疗一些皮肤癌；局部施用，可以使肿瘤变小，甚至完全缓解相关症状（狗的组织细胞瘤和马的肉瘤病）。

15.5 蜂花粉在兽类蜂疗中的用途

蜂花粉的营养成分因花朵植物来源、季节、气候条件和保存方法的不同而不同。

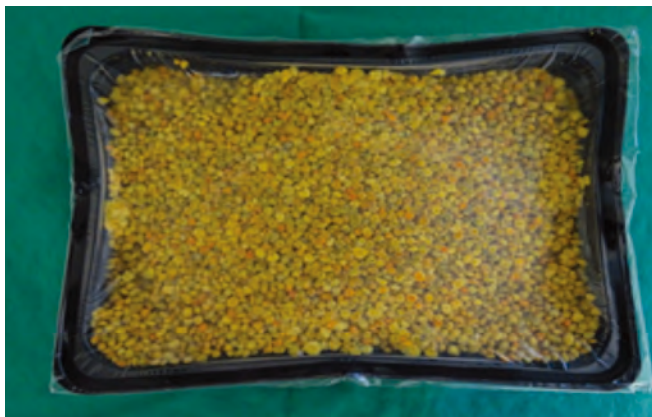
新鲜蜂花粉含有水、蛋白质、纤维、脂肪、维生素（B、C 和 E）、矿物质（钠、钾、钙、镁、磷、铁、锌和硒）、游离氨基酸（所有必需氨基酸）和其他植物微成分（类胡萝卜素、多酚和植物固醇）。建议食用新鲜蜂花粉，即在 24 h 内从蜂箱中采收并保存在冷冻室的蜂花粉。冷冻保存可以避免破坏蜂花粉的抗氧化特性以及其中含有的氨基酸和维生素成分。

- 免疫刺激和营养补充

蜂花粉（图 15-6）具有免疫刺激性，有助于改善和平衡新陈代谢，可以视为一种功能性食品。蜂花粉能刺激厌食症患者的食欲，加快幼崽发育，促进体重过轻者恢复正常（图 15-7）。在严重营养不良的大鼠的饮食中加入 5% ~ 10% 的新鲜蜂花粉，可以使它们维持体重和肌肉量。

- 抗腹泻

蜂花粉治愈了患有慢性腹泻两年多的狗。



©GARCÍA P.

图 15-6 蜂花粉



©GARCÍA P.

图 15-7 用蜂花粉治愈患有慢性腹泻两年多的狗

- 抗贫血

蜂花粉能提高贫血患者的铁利用率和血红蛋白再生能力。

- 抗氧化

蜂花粉对自由基有明显的抗氧化作用：新鲜蜂花粉的体外价值比一些果实和豆类（葡萄、蓝莓和卷心菜）高 10 倍。

- 良性前列腺增生

一些研究表明，蜂花粉具有抗炎、抗雌激素活性，可以有效治疗良性前列腺增生。在一项良性前列腺增生狗患者的研究中，试验对象连续两个月服用蜂花粉，结果表明，蜂花粉可以改善狗的形态参数，有效治疗这类疾病。

- 免疫疗法

如果对风媒花粉敏感的受试者按照固定增加的剂量口服新鲜的蜂花粉，蜂花粉会影响它们的免疫调节，抑制肥大细胞脱粒和组胺释放，如体内和体外进行的研究所示。此外，蜂花粉中含有的酚类化合物（如芦丁、槲皮素和香草酸）能够有效阻止 IgE 抗体的产生，而 IgE 抗体会引起过敏反应。

15.6 蜂王浆在兽类蜂疗中的用途

蜂王浆含有可以促进细胞再生的特定重要营养物质。蜂王浆的成分包括：水、糖类（主要是葡萄糖、果糖和蔗糖）、蛋白质（主要是游离氨基酸、蜂王浆主要蛋白质、apisimin、royalisine 和 jelleine 多肽）、脂类（游离脂肪酸和 10-羟基-2-癸烯酸）、矿物质、微量元素、维生素和酶。最好使用新鲜的蜂王浆，它的储存条件为：装在深色玻璃容器内，2 ~ 5℃下冷藏。建议从值得信赖的养蜂人处获得蜂王浆，避免购买来源不明或缺乏质量管控的国家进口的蜂王浆。

- 生殖器

蜂王浆能够调节平衡激素水平，因此可以提高雄性和雌性动物的生育能力，特别是在育种方面。

- 皮肤

建议患有皮炎和湿疹的受试者口服或外敷蜂王浆，从而促进组织再生，缓解炎症。

- 免疫刺激、抗氧化和滋补作用

蜂王浆适合动物口服，可以作为免疫刺激剂有效治疗慢性和衰竭性疾病。蜂王浆富含维生素 B，可以有效刺激食欲，达到滋补目的；还富含抗氧化物，能够对抗自由基对组织和细胞造成的伤害。

- 抗衰老和抗神经系统退行性疾病

除了滋补和刺激食欲外，蜂王浆还会促进胰岛素样生长因子 1 增加，抑制衰老引起的肌肉减少症，因此在老年动物中使用蜂王浆可以减缓肌肉量的损失。抗衰老作用也会影响大脑能力：蜂王浆富含乙酰胆碱，这是一种重要的神经递质，可以通过减缓记忆力下降和保持学习能力，改善认知能力和神经机能障碍。

15.7 蜂毒在兽类蜂疗中的用途

蜂毒的主要成分包括：水、酶（磷脂酶 A2、透明质酸酶和磷酸酶）、肽类（melittin、apamin、肥大细胞脱颗粒肽和 adolapin）、胺类（组胺、多巴胺和去甲肾上腺素）、氨基酸、糖类、挥发性化合物和矿物质。

蜂毒在兽医领域有很好的应用，可以治疗慢性炎症、自身免疫病、神经退行性疾病和感染。蜂毒治疗可以通过 ([方式进行：)

- 使用活蜜蜂（蜂毒疗法）
- 使用采集的蜂毒素（蜂毒素疗法）或蜂毒，注射前应干燥、稀释。

采集 1 g 干蜂毒大约需要 10 000 根蜂针。

- 关节病、关节炎和慢性疼痛

蜂毒可以用于治疗影响关节的疼痛和炎症，在狗和马身上尤其有效。蜂毒可以涂抹在疼痛最严重的部位，配合针灸使用。蜂毒可以抑制合成酶增加，促使皮质醇释放（皮质醇有抗炎作用），从而阻止促炎症物质的产生。

Jorge A. Corredor Díaz 博士曾在波哥大（哥伦比亚）对 35 只被诊断为骨关节炎的狗进行临床试验，结果表明，在多次注射蜂毒素（图 15-8）后，受试者在 6 ~ 8 个月内都没有感到疼痛。一种治疗宠物痛症的新方法正在出现：这是一种持久的无痛、无副作用疗法。

- 过敏症和自身免疫病

蜂毒常用于治疗过敏症和自身免疫病（图 15-9），它的成分似乎可以有效维持免疫系统和神经系统的体内平衡。但这种作用机制还有待充分说明。

- 神经系统疾病

在试验动物（小鼠）身上使用蜂毒可以改善肌萎缩型脊髓侧索硬化症、阿尔茨海默氏病和帕金森氏病等神经退行性疾病。

虽然没有专门针对动物疾病的研究，但大量临床证据证明蜂毒可以在兽医学领域发挥积极作用。

- 抗细菌和抗病毒

蜂毒有明显的抗菌作用：对乳腺炎奶牛患者的研究表明，局部施用蜂毒可以提高奶牛的防御能



©DR JORGE A. CORREDOR DIAZ

图 15-8 兽医正在向一只狗注射蜂毒素



©LÓPEZ PAZOS A.

图 15-9 盘状红斑狼疮狗患者接受针灸和蜂毒素治疗（蜂毒疗法），伤口表面外敷蜂胶和蜂蜜，并使用蜂胶和蜂蜜清洁产品，60 天后皮肤全部再生

力，减少体细胞数量。事实上，在治疗 1 天和 3 天后从奶牛身上采集的牛奶样本中没有发现蜂毒残留物。

Jorge A. Corredor Díaz 博士在波哥大（哥伦比亚）进行了一项临床试验，19 只被诊断为犬瘟热的狗接受了蜂毒治疗，旨在减少病毒量，并控制呼吸道、胃部和神经症状。试验过程中，没有受试者死亡，其中 12 只狗没有再出现或发生不由自主的痉挛（肌阵挛），说明蜂毒有抗病毒作用。

- 抗霉菌

蜂毒对毛癣菌、红毛癣菌和白色念珠菌有抑制作用，这些真菌病也会影响人类健康。

15.8 结论

蜂疗是一种潜力巨大的治疗手段。蜂疗应用带来的所有益处（健康、社会和经济等方面）完全符合“一体化健康”理念——尊重人类、动物和生态系统之间密不可分的关系，通过整合不同学科促进整体发展。

为了增强药效，进而减少药物用量，项目规划者和政策制定者应考虑将蜂疗作为常规医学的一种辅助疗法。

第 16 章 蜜蜂观光旅游

蜜蜂观光旅游是一种在顾客 / 游客与蜜蜂 / 养蜂活动 / 蜂产品之间建立联系的新兴产业，包括与这些产品和服务有关的招待和其他服务。蜜蜂观光旅游活动的地点通常是指养蜂或加工和销售蜂产品的蜂场中以及其他设施中。目前，蜜蜂观光旅游在一些国家越来越受欢迎。这种观光旅游在不同国家和地区有不同的实施方式，主要取决于当地旅游业、法律法规、基础设施、传统风俗和对蜜蜂观光旅游的支持程度等因素。

16.1 蜜蜂观光旅游的范围和利益相关者

蜜蜂观光旅游可以带来许多益处。通过直接销售蜂产品和 / 或为参观养蜂场或其他养蜂活动场所的游客提供住宿、餐饮、游览服务或养蜂课程，这种旅游产业可以为养蜂人提供额外的收入来源。现场参观可以实现与游客的直接接触，有机会展示养蜂场内进行的各种活动以及养蜂价值链中的多个环节。

蜜蜂观光旅游也可能促使养蜂新手和技能较娴熟的养蜂人积极拓宽知识面，加深业务了解，并学习和了解想要使用的新技术和新产品。这种旅游模式也可以大大提高人们对环境的认识，并从中意识到环保的必要性。此外，游客还能了解蜜蜂与其生活环境健康水平之间的密切联系，而且有机会看到不常见的自然区域。

蜜蜂观光旅游是一种反复观光模式，忠实的顾客会出于商务或娱乐目的反复光临养蜂场。此外，这种旅游模式还可能吸引养蜂业中的一些利益相关者参与，如农户、当地合作社、旅游局、旅行社、国家和地区公园、独立商铺、当地工匠或工艺群体、餐馆和旅馆、学校和其他学术机构。这些利益相关者可以通过提供蜜蜂观光旅游服务和产品获得直接或间接收益，所以必定有兴趣加入蜜蜂观光旅游网络。

学校组织蜜蜂观光旅游也必定会激发学生对大自然和蜂产品的兴趣，还能鼓励他们养成良好的生活方式，提高健康和营养水平。

从长远来看，这些学生可能成为忠实的“回头客”。蜜蜂主题夏令营是一种相当受欢迎的活动，可以让学生更亲近自然，有机会了解蜜蜂生活和繁殖的方式和地点。其他夏令营活动可以将学生培养成年轻的养蜂人，教他们如何管理蜜蜂——这些夏令营活动可以有效促使养蜂人的平均年龄“年轻化”，因为在大多数国家，这些养蜂人的平均年龄都很高。

与此同时，蜜蜂观光旅游可以鼓励游客参加蜜蜂及其生活环境有关的实践课程和户外活动。这些课程可能包括：手工制作（如蜡染、蜡画）的学习；利用蜂蜡制作蜡烛或其他工艺品；蜂蜜品尝和烹饪；制作天然化妆品或追踪蜜蜂找到天然蜂群。



16.2 蜜蜂观光旅游活动的实施方式和要求

在决定是否实施蜜蜂观光旅游活动时，首先是进行环境扫描。环境扫描并非字面上看一眼环境的意思，也不只关注自然资源。它指的是在特定地理和操作环境中根据产品或服务（本节特指蜜蜂观光旅游）的引入和实施情况评估所有一般性条件。因此，在开展蜜蜂观光旅游活动之前，必须进行两种基本评估。

在某种程度上，特定地区的养蜂业已经包含了对周围自然（和文化）资源的环境扫描，因为养蜂人倾向于选择有利于蜜蜂健康的地点和区域，因此周围环境比较接近野生状态或至少相当天然。另一方面，这种评估更侧重于确定商业基础设施、经营者和相关条件是否能够促进蜜蜂观光旅游业可持续发展并取得可观利润。这种环境扫描一般评估场地大小是否足以接待游客群体、养蜂经营活动是否井然有序、展示或可供出售的产品是否足够多样等方面。

首先进行的工作是顾客分析。这一步至关重要，可以帮助养蜂人了解游客喜欢什么样的蜜蜂观光旅游服务，从而根据顾客需求定制活动。更具体地说，养蜂人应了解潜在顾客的年龄结构、兴趣爱好和个人特点。他们应探索和预测顾客想要从蜜蜂观光旅游过程中得到的收获以及顾客想要当场购买的产品。这是一项营销战略工作，需要谨慎进行，以确保实现预期结果。学术研究表明，顾客在参观时往往喜欢某些服务，这不仅与他们的个人品位密切相关，还与他们的文化背景、年龄、兴趣、职业、经济情况和个人养蜂经历或蜂产品经验有关。因此，养蜂人在设计产品和服务时应考虑这些方面。

养蜂场的实际场所和里面的接待区应由舒适、安全的空间，方便游客群体观察蜜蜂，听取导游介绍或参加有关课程。足够的空间和完善的设施是游客获得愉快体验的前提。蜜蜂观光旅游的地点必须满足所有法律要求，从而保障游客的健康和安全，特别是特定年龄层或特殊人群（如残疾人或陪同幼儿的家长）。

为了降低和抵消观光期间可能发生的损害、蜜蜂蜇伤或人身伤害所引起的责任风险，还应考虑购买合适的保险。不同地点和养蜂场之间的往返行程也应妥当安排，从而保证旅途的安全和舒适。

安排旅游活动和组织相关活动的专业机构的参与也至关重要，它们可以提供专业协助。

虽然养蜂人可以独立组织蜜蜂观光旅游活动，但依靠专业运营商的专家意见和指导可以扩大服务范围，提高服务价值。

此外，专业旅游机构可以帮助建立新的商业网络，或促进养蜂人加入已有的网络，让养蜂人可以接触到比原来多出几倍的潜在顾客，同时大大促进蜜蜂观光旅游业的发展，而这是养蜂个人无法实现或价格超出承受能力。

目前，蜜蜂观光旅游的推广途径主要是互联网和社交媒体，但事实上，口碑宣传和私人联系在某些地方十分有效。

在蜜蜂相关的现有商业网络中，意大利的蜂蜜城（Città del miele）是一个有趣的实例，它是由分散在整个意大利半岛的42个中小城市/城镇组成的一个联盟。所有这些城市都采用了一项具体的共同协议，同意将蜜蜂视为行政程序和土地管理程序的核心。每个地方每年都根据居民数量或地区大小和特点向联盟支付一笔款项，用于维持联盟的运作。

联盟中的养蜂人会参加当地活动，通过相关设施和养蜂业务提供旅游和其他服务。联盟有一个专门的网站^①提供每个合作城市/城镇、当地蜂蜜和蜜蜂相关活动有关的信息，网站上还有许多旅游活

^① 参见 <https://www.cittadelmiele.it>。

动和观光地的推荐信息。

在一些国家（如斯洛文尼亚），专业组织和当地养蜂人协会也组建了专业导游组——专业导游必须经过特定培训和严格测试才能获得这个职称。

在网络背景下，导游的作用尤其重要，因为他们可以与其他成员联络，建立有用联系，将游客介绍到标准旅游路线或较热门路线之外的其他观光点。

如前文所述，在特定养蜂、地域、自然、文化和旅游背景下，环境扫描有助于确定和选择开展蜜蜂观光旅游的最佳条件。但同样重要的因素还包括确保项目和所选场地的可持续性以及所作决定的一致性。

事实上，绝不应低估大量游客或越来越多的游客参观野生区域所产生的影响。蜜蜂观光旅游活动不应成为大众旅游的“特洛伊木马”，也不应导致毫无节制地过度开发和占用自然区域。

游客流量、路线、交通方式和食宿安排都应经过仔细评估，避免对蜜蜂、环境、当地社区和交易活动产生不利影响。相关机构、地方当局和养蜂人协会都可以在这个过程中提供协助，他们之间的良好互动有助于满足成功开展蜜蜂观光旅游活动所需符合的相关行政和立法要求。为了帮助养蜂人快速高效地建立蜜蜂观光旅游设施，国家和地区可以调整财政和行政规范。旅游局可以在官网和宣传册上发布蜜蜂观光旅游活动有关的信息，大力宣传这些活动。他们还可以鼓励蜜蜂观光旅游提供商承接会议、地方活动和展会等活动，以吸引更多游客。

养蜂人协会可以在当地推广蜜蜂观光旅游，让协会成员的活动多样化，降低其他主要创收活动收入减少的风险，因为养蜂通常是这些成员的副业。

蜜蜂观光旅游的招待活动可以包括蜂疗和其他治疗服务。蜂产品以及蜂箱旁的特别放松室可以让参观的顾客舒缓情绪，产生有益的影响。在这方面，必须注意的是，蜂针疗法或蜂毒疗法必须由具备充分资质的专业人员进行或监督。除非拥有所有必要经验和资质，否则在任何情况下，养蜂人都不应或无权独自为顾客提供蜂疗服务。

为了确保蜜蜂观光旅游活动的安全，养蜂人必须解决观光过程中可能出现的蜜蜂蜇伤问题。蜂毒过敏可能导致过敏性休克，甚至伤亡，因此提供蜜蜂观光旅游服务的养蜂人应采取一切适当的预防保护措施。这些措施应包括：制定详细的蜜蜂蜇伤处理方案；了解蜜蜂蜇伤的急救程序；备有紧急医疗援助方的详细联系方式；在现场准备装有消炎药和肾上腺素相关药物的工具包。

16.3 结论

蜜蜂观光旅游业确实可以为养蜂人带来许多养蜂业之外的切实利益。在开展蜜蜂观光旅游活动时，必须从全局出发，综合考虑这类活动可能在各个层面产生的交叉性和影响。通常情况下，养蜂人乐于开展这类活动，因为他们可能已经在一定程度上参与提供这些相同或类似的服务，并从中获得额外收入。

相关机构、政策制定者和旅游运营商可以有效促进和支持这个旅游产业的发展。例如，斯洛文尼亚正在大力协调、促进和开展蜜蜂观光旅游活动，它在全国范围内开发了一个结构化运营商和服务网络，甚至在其他国家也有联系点。项目规划者在规划项目时应借鉴斯洛文尼亚的做法，同时确保满足3个主要条件：尊重环境、可持续性和保证所有参与者的安全。

第 17 章 社会和文化服务

长期以来，人类一直被蜜蜂深深吸引，但偶尔也会感到恐惧。过去，非洲人的祖先通过猎蜜获得美味的食物和重要的能量来源，后代人也学习和延续这个传统。蜂巢所在的树木会被人觊觎，还衍生了庆祝意外收获的仪式，这些并不罕见。这种长久的联系也反映在人类与响蜜鸪之间的共生关系上，响蜜鸪可以帮助人类找到和利用蜂蜜储备。关于蜜蜂文化意义的证据至少可以追溯到 65 000 年前，而关于人类从野生蜂中采集蜂蜜的相关资料至少可以追溯到 10 000 年前。虽然蜜蜂和猎蜜具有重要意义，但最早的养蜂证据是在北非的陶器上，可以追溯到 9 000 年前。鉴于人类自古和蜜蜂以及养蜂存在密切联系，而且蜜蜂可以作为药物和食物来源，所以蜜蜂可能在古代故事、仪式和神话中占有突出地位。在印度、古代近东和爱琴海文化中，人们认为蜜蜂是连接自然界和冥界的神圣昆虫。养蜂和蜂产品在许多宗教中也具有高度象征意义，包括犹太教、佛教、印度教、基督教和伊斯兰教。

猎取巨型蜜蜂的蜂蜜对整个东南亚（包括松巴哇岛、菲律宾、婆罗洲、中苏拉威西、西加里曼丹、泰国、越南和尼泊尔）的农村地区具有重要文化价值。这种做法通常由当地的长者或萨满根据文化习俗和森林及蜜蜂知识传授给本村的初学者（Cobb, 2019; Schouten 等, 2019）。澳大利亚的原住民地区拥有与无刺蜂相关的重要文化遗产，他们对无刺蜂产品的利用以及无刺蜂蜂巢的岩画可以追溯到数千年前。

西方蜜蜂、东方蜜蜂和小型蜜蜂的养蜂活动对本土技术知识和生态知识以及社会文化习俗、价值观和传统的保护仍然具有重要作用。

养蜂相关的社会文化习俗、价值观和传统经常以歌曲、舞蹈、传说和艺术的形式表现。但这些可见的文化表现形式大约只占这类文化特征的 10%。价值观、假设和信念等隐形文化特征占剩余 90%。

发达国家和发展中国家的养蜂人在采访中经常表示他们“满脑子都是蜜蜂”。蜜蜂不仅可以提供美味的食物，还能让许多养蜂人与自然界建立联系。某些养蜂人痴迷于研究野外蜜蜂和家养蜜蜂的行为。而其他人士则是通过养蜂更加了解周围的开花植物、蜜蜂和树木如何应对气候和生境变化以及当地居民通过养蜂获得的产品（图 17-1）。在某些情况下，随着专业知识的提高，他们在其他养蜂人以及当地居民中的地位也会提升。除了获取蜂蜜和出于爱好目的外，养蜂人还经常反映，养蜂是一种冥想和享受的实践或“艺术”——也许是因为蜜蜂与环境之间的相互依赖，他们感觉与环境有一种与生俱来的联系。亲生命假说认为，人类天生就会寻找与自然和其他生命形式的联系。Edward O. Wilson 在他的著作《亲生命性》（1984）一书中介绍并普及了这种假说，他将亲生命性定义为“想要与其他生命形式发生联系的一种冲动”。Kellert（2003）、Ulrich（1993）和最近的 Wilson（2017）都对亲生命性在人类进化和发展以及保护伦理中的作用进行了进一步研究。这些不同的观点强调亲生命性在寻找意义、目的和地点方面的社会文化价值，但很少有人会在养蜂背景下考虑、评估或指出这些价值。表 17-1 列出了一些蜜蜂的社会文化价值。



图 17-1 蜂王以及通过养蜂收入和就业获得价值的巴布亚新几内亚当地居民

表 17-1 养蜂社会文化价值的示例

社会价值	文化价值
环境伦理学，源于对自然的兴趣和关注，包括对蜜蜂有价值的开花植物	养蜂节
养蜂作为一种爱好和收入来源，使养蜂人产生目标感	蜂产品相关的艺术和食物
蜜蜂提供授粉服务，促进农作物生长	关于蜜蜂、蜂蜜和养蜂的语言、文字、歌曲和舞蹈
蜂蜜和其他蜂产品的供应有助于当地的食物和营养保障	猎蜜相关的仪式和典礼
养蜂人可以通过共同的消遣和爱好找到志同道合的朋友，发展重要持久的人际关系，同时对自然环境心怀感激	传统的生产、分销、易货、贸易和交易手段
蜜蜂是团队协作、辛勤工作、坚持不懈、民主机制的隐喻，而养蜂过程可以带来反思和愉快的体验	哲学、宗教、象征主义、价值观、假设、叙述和理念中关于蜜蜂的信念
蜂蜜价值链可以提高就业率	一代又一代的人都知道如何管理蜜蜂以及如何将蜂产品用作食物和药物

在养蜂干预和计划中应注意以下其他重要文化价值差异：

- 个人主义与集体主义
- 高权力距离与低权力距离
- 规避不确定性能力强弱
- 当地未来导向和短期导向
- 性别平等程度高低
- 自信程度高低
- 人文导向进展



- 纵容与克制
- 做事与做人准则

国际跨学科养蜂研究以及设计推广和发展干预措施中必须考虑到，当我们与他人交流互动时，文化中不太明显的因素可能造成最复杂的情况。价值观是文化的核心特征，可以影响人们的追求以及对成功的定义。在制定具有共同目的和目标的养蜂干预措施时，这是一个重要的考虑因素，对项目的成功至关重要。例如，在文化层面上强调成功时，通常反映在以成就为导向的特点上，例如鼓励和奖励成就的竞争型经济体系、普遍追求奢侈品、财富或名声等地位象征标志以及接受和欣赏有魄力、有雄心的行为。这些行为会影响人们接受养蜂信息和资源的方式，也会影响他们如何重视和利用这些有形资产和无形资产。在农村养蜂地区，资源共享和交流互动可能比提高个人收入（通过采用商业化养蜂提高生产力而实现）更重要。

这突出表明，养蜂研究和发展成功指标需要反映地区的文化价值，而不是关注蜂箱数量、养蜂人数量、产量和利润率等狭隘的指标。虽然收入仍然是影响社会发展的诸多重要因素之一，但收入、蜂蜜产量或蜂箱数量增加并不是衡量养蜂业发展是否成功的唯一指标。传统上，由于衡量的复杂性以及人们对使用后工业化指标（这些指标旨在衡量生计成果和方案有效性）的偏好，福祉的概念性指标（如产量和现金收入）已被简化。此后的研究和经验表明，养蜂计划应仔细衡量对利益相关者生活的影响，但此类研究很少见。

基于社会发展影响的方法可能有助于评估养蜂业的发展，会尽量考虑福祉的衡量指标，例如个人、企业或整个行业对各种冲击和季节性问题的恢复能力、社会文化遗产的保护水平以及机构、意见和权力方面的改善情况。最佳实践应包括具体的评估过程，如基线调查（可以在项目干预前后完成）。正如 Chambers（1993）所强调的，任何项目都应有利益相关者的参与，包括选择确定：哪些福祉指标对他们而言最重要；他们希望如何定义成功；以及他们希望如何分析所选试验和方法的结果。

研究人员无法根据文化价值观确切地预测不同个人的行为和反应。但对文化群体成员思考和行为方式的了解可以作为起点，有助于引导跨文化交际行为，提高成果型研究的有效性，并提高养蜂研究、推广和发展项目的影响力。

结论

政策制定者和项目规划者应将社会福利指标纳入养蜂业发展计划、监测和评估中。

虽然我们应促进实现养蜂业的社会文化价值，但也不应忽视实际上需要促成或经营可盈利且有韧性的养蜂企业。确保所有工作人员的文化和社会能力，并在实施研发项目前进行能力评估，是取得计划成功和避免刻板印象的关键。

第 18 章 养蜂人培训

18.1 简介

本章分享斯洛文尼亚养蜂研究院（后文简称“研究院”）在培训活动期间的经验。这个研究院是斯洛文尼亚农业研究所成立的一个部门，旨在提高人们对自然和蜜蜂保护重要性的认识，包括让人们更加了解养蜂行业对良好养蜂实践（基于最新科学知识）的迫切需求。在活动过程中，研究院教员向学员介绍了良好养蜂实践培训的主要核心要素。

18.1.1 第一个核心要素：教员培训

在开展培训课程之前，研究院通过公开邀请选出了第一批养蜂人导师。为了了解研究院的愿景、使命和战略，我们也准备了一些基本文件。所有养蜂导师的候选人都在研究院制定的行为规范中找到各自的角色。为了最大限度地传授良好养蜂实践知识，我们选择了一个由积极性高、养蜂时间久的养蜂人组成的团队。他们不仅具有高水平的养蜂专业知识，而且态度积极，愿意将他们的知识和技能传授给课程参与者。为了满足知识标准化的需要，我们在征求所有候选人的意见后制定了一个培训计划，其中补充了一些成为养蜂人必备的个人知识。

18.1.2 第二个核心要素：同侪教育

在全球化背景下，良好养蜂实践的关键是与国际养蜂机构和教育机构合作。我们努力促进研究院的养蜂教员与世界各地的其他教员之间进行知识交流，并尝试每年组织一次国际交流。在每期培训结束时，每个养蜂教员都会准备一个新主题，在研究院内部的研讨会上向同事介绍。在同侪学习过程中，养蜂人分享知识，创建各自的幻灯片演示文稿在线文库，供研究院内教授良好养蜂实践培训课程的同事使用。

18.1.3 第三个核心要素：基于问题的模块

研究院提供养蜂方面的非正式培训课程——以主题为导向、以问题为基础的创新课程。培训从养蜂的总体概述开始——这是基于问题的学习正式开始前的一个介绍性环节。课程主要从理论层面总体概述养蜂业，由研究院专家向候选人介绍。在这个课程中，也会专门就具体主题进行讨论，作为后续选择适当培养层次的依据。培训课程的内容和范围分为若干个层次。原则上，培训主要可以分为两种：

- 一般课程：基础课程，授课期长短和课程内容可根据参与者和 / 或其环境的目标和情况进行调整。
- 专业课程：课程有具体主题，包括养蜂技术、食品安全、蜜蜂健康、养蜂产品的营销、蜂王育种、养蜂人对生物多样性的促进作用和残疾人养蜂等。这类课程的授课期长短不同。



最后，我们开发了一个关于蜜蜂旅游的培训模块。蜜蜂旅游是研究院的旗舰模块，我们对此感到非常自豪。它是连接所有专业模块的主线，可以带来突出的畅享体验，连带发展教育旅游和会展旅游。蜜蜂旅游是第一代养蜂指导者在 2020 年提出的概念，也是蜜蜂观光旅游进一步发展的产物。

旅游业是一个快速增长的行业，经常出现令人惊讶的创新举措。我们每个人都必须做好准备，迎接和接受创新。蜜蜂旅游远不只是传统的养蜂活动——除了养蜂之外，它还涉及更多方面，包括绿色旅游、可持续旅游、无障碍旅游、遗产旅游、创意旅游、教育旅游和会展旅游等。除了文化遗产和自然遗产之外，蜜蜂旅游还与传统世界文化和当代世界文化有关，充分说明了经济增长与可持续发展相协调的必要性。第一代专业指导者创建了一个旨在为国际学员提供养蜂指导的模块。这种指导通常视当地环境而定，以当地养蜂传统为基础，同时结合当地养蜂科学、专业知识、实践和文化传统。因此，在以问题为导向的养蜂培训模块中，其他具体领域的研究得以继续进行。

18.1.4 第四个核心要素：实践与科学结合

在研究院的所有海外项目中，我们尝试在项目前期就将实践与已有的专业知识相结合（图 18-1）。项目通常分为若干阶段——可根据资金状况和当地环境需要进行。在每个阶段，我们都会经历从专业知识到实践的过程以及相反的过程。

第 1 步：实况调查

第一步是准备和确定养蜂人的知识需求。这个步骤需要收集数据，而且研究院教员和相关客户之间应进行知识和经验交流。

第 2 步：项目建议书和第一个培训组

知识分享团队以及第一代项目参与者的组成至关重要。研究院团队通常包括导师（即养蜂实践、



© GROBELŠEK D.

图 18-1 与 Holeta 蜜蜂研究中心的联系：在埃塞俄比亚的实况调查

生物学、兽医学等领域的高素质教员)和遗产讲解员。

第3步：养蜂设备以及对第一个养蜂季的分析

研究院根据当地气候条件调整第一个养蜂季，确保制定适当的设备安排表。在第一个养蜂季结束后，所有项目伙伴共同磋商，我们会在这个过程中根据对整个养蜂季分析得到的预测统计数据决定后续程序。

第4步：项目目标的营销

研究院通过营销方法有关的特殊模块完成项目。对于有营销知识基础的相关项目伙伴，我们为他们准备了培训课程。在这个步骤中，我们与活跃在养蜂市场并享有国际地位的成功公司合作。我们首先了解它们的成功故事和实践范例，同时也分享可持续性相关的知识（图 18-2）。“授人以鱼不如授人以渔”是我们的指导原则之一，仅仅给人们提供蜂蜜是不够的，他们还必须知道如何销售蜂蜜。



图 18-2 埃塞俄比亚项目中的营销实践范例：销售传统蜂蜡产品和具有文化意义的蜂蜡产品

18.2 高校在养蜂业发展中的作用

18.2.1 养蜂培训、研究和教育的关联性

高校可以在发展创新、技能和推广服务方面发挥至关重要的作用，让更多人关注世界各地养蜂人的当地需求。高校开展研究和提供教育计划的目的是为养蜂系统的决策和最佳实践提供信息，实现养蜂系统的生产力、盈利性、风险抵御能力和可持续性目标。这类研究大多由各种国家和国际农业研究机构进行，包括公共和私营部门的研究机构和高校。这类研究的重要成果和影响包括：克服养蜂业发展过程中不断变化的社会、环境和经济挑战；提高公众意识；为明智决策、负责任行为和消费者选择提供前提条件。在稳固养蜂系统方面，研究机构和高校可以：



- 帮助调整养蜂系统和养蜂实践，以适应当地生物地理、气候、社会和经济条件；
- 促进养蜂业利益相关者之间展开对话，就战略愿景、目标和优先行动达成共识；
- 进行评判性分析，提供所需的知识和技能，以满足不断变化的需求；
- 对养蜂教育、贸易和蜜蜂生物安全政策进行改革；
- 在养蜂研究和发展中加强包容性和性别平等；
- 制定策略，防止新的病虫害在全球范围内传播；
- 改良培训、推广和教育课程，让它们更能切合和满足养蜂人的需求；
- 稳固其他学术机构、养蜂业、私营部门、政府机构和非政府组织之间的伙伴关系。

专栏 11 近期挑战——新冠疫情后的教育模式

新冠肺炎的突然暴发引发了全球经济动荡，也对游客流量造成了灾难性影响。经济合作与发展组织（OECD）表示，2007—2009 年的经济大衰退以来，新冠疫情对全球经济构成了最严重的威胁。据世界旅游业理事会（WTTC）称，新冠疫情可能导致全球旅游业部门在 2020 年萎缩高达 25%，造成 5000 多万人面临下岗危机。根据世界旅游组织（UNWTO）的报告，2020 年国际游客人数可能平均下降 20% ~ 30%。Skift 研究显示，90% 的公司已经取消或重新安排了他们的国际商务行程（Skift 研究，2020）。这对依靠国际活动和教育性蜜蜂旅游的斯洛文尼亚养蜂研究院（“研究院”）而言无疑是一个新挑战。在疫情期间，研究院将采取三个步骤。

第 1 步：沟通与合作

我们必须对受影响者表示同情、理解和支持，为社区提供援助也至关重要。在这一步骤中，我们与卢布尔雅那 BeePathNet 网络等其他斯洛文尼亚良好养蜂实践网络联系。

卢布尔雅那及其周边地区的养蜂传统可以追溯到史前时期的第一批定居点。卢布尔雅那的在用蜂箱

有 4 500 多个，该市的养蜂人占斯洛文尼亚养蜂人总数的 3%。在城市文化和会议中心的大力支持下，养蜂业继续在卢布尔雅那蓬勃发展。蜜蜂之路（Bee Path）机构成立于 2015 年 10 月，现有 35 个成员，包括教育文化机构、卫生中心、经济实体，当然还有养蜂人和养蜂人协会。“蜜蜂之路”不仅是一条发展道路，还是一群志同道合的市民发起的运动，他们通过各种活动确保当地蜜蜂的福祉。为此，卢布尔雅那开发了新的旅游产品，展示当地养蜂业的自然和文化遗产。

第 2 步：行动和创意

这一步最困难但也最重要。我们需要摆脱“娱乐”的束缚，开始重新定义产品。现在是时候根据实际情况灵活调整了。研究院将在现有培训模块的基础上推出网络培训课程，聘请网上授课的养蜂指导者，从而扩大服务范围（专图 1）。



Dominika Koritnik Trepel女士，经认证的蜜蜂导游和养蜂指导者

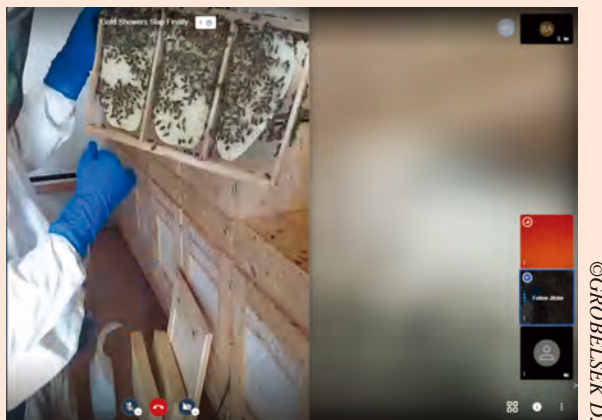
作为礼节性礼物的卢布尔雅那蜂蜜

Gorazd Trusnovec先生，市养蜂人协会主席和创始人、养蜂指导者

专图 1 教育模式转向虚拟服务的示例：斯洛文尼亚养蜂研究院为纪念第三届世界蜜蜂日而组织的网络宣传研讨会

第 3 步：积极主动

我们必须缓解目前的窘境，重新开始营业，并重新定义各自的职能。研究院很清楚，海外项目应基于当地的养蜂知识水平，并依托当地养蜂人的协助。为了展示研究院的积极主动性，我们计划安排几次网络宣传研讨会（专图 2），分享斯洛文尼亚的良好养蜂实践范例。



专图 2 一位养蜂指导者通过网课讲解养蜂实践

研究和实践的结合也应是养蜂业发展活动和优先战略的重中之重。提高养蜂企业的生产力、盈利能力和可持续性面临一个主要挑战：需要通过培训、教育和推广等手段加强对信息、新技能、实践以及合作机制的获取（Schouten 和 Lloyd, 2019）（图 18-3）。所以农户必须能够获得养蜂相关的信息和知识。许多人认为，当地咨询、交流和教育是利益相关方之间以及推广和研究之间的关键环节，可以让他们在规划和实施发展举措时达成共识。但在养蜂业的研究和发展干预中，利益相关方本身并不了解研究、教育和推广方法，这种情况极为常见，许多项目也因此失败或项目影响大大降低（Anderson 等, 2012; Schouten 和 Lloyd, 2019）。

养蜂研究机构和高校中心正在不断发展，经常发布新资讯、新方法和新技术，但由于信息沟通系统不够强大，并非所有技术信息都能传递给目标对象（Asopa 和 Beye, 1997）。加强有效沟通可以帮助解决这个问题，而有创意的沟通途径可以提高参与度，包括：利用出版物、简要资料页和时事通信、短视频和播客的力量；准备和提供简单的视听辅助工具以及配备熟练技术员的信息中心；组织展览和养蜂展示日活动；为农户和推广人员组织线上和线下讲习班、研讨会和座谈会；通过电视、广播和当地报纸快速宣传活动和信息。

COLOSS 是一个专注于预防蜂群损失的非营利性协会，它通过核心项目 B-RAP（研究与实践结合）成为了一个有效科学沟通的范

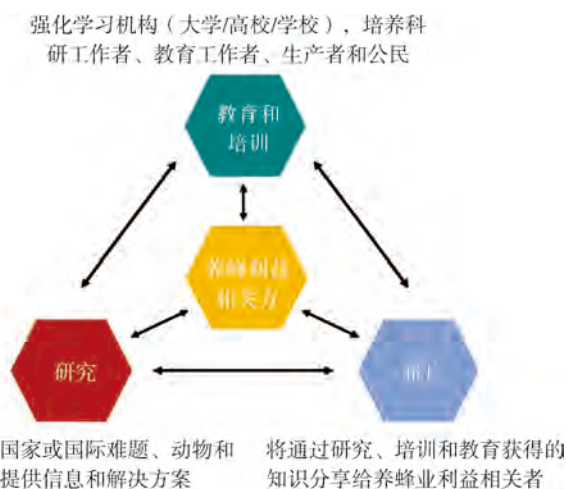


图 18-3 支持养蜂业利益相关方和养蜂业的研究、教育和推广之间的三角关系

来源：粮农组织/世界银行（2000）资料。



例。B-RAP 活动侧重于找到方法“确保养蜂人能够学习并理解相关知识，进而改良实践”，同时积极号召科研工作者、学员、养蜂人和兽医工作者参与讨论、分享最佳实践、与养蜂人沟通，以提供“及时数据，帮助养蜂人作出明智的管理决定”（Bee Informed Partnership, 2020）。高校在提供同行评议数据和研究、公布养蜂管理实践有效性方面至关重要，同时也是开发蜂蜜产业重要技术技能的核心机构。高校还应设法加强合作教育，推广适合当地条件的最佳实践，这样还能转而促使机构和养蜂人之间建立有效联系，提高养蜂业发展的研究、教育和推广水平。

粮农组织、澳大利亚国际农业研究中心（ACIAR）和国际农业研究磋商组织（CGIAR）通过扩展国际农业研究合作，也为提高中低收入国家的农业研究能力付出了巨大努力，例如，图 18-4。虽然结果不同，但毫无疑问，这些努力大大加快了许多国家研究服务和农业发展的脚步。这些研究合作可以加深其他地区对蜜蜂研究的了解，提高它们的知识技能水平，特别是利用最佳实践识别、监测和防治新出现的蜜蜂病虫害和生物多样性威胁，这一点不应被忽视。



图 18-4 (A)巴布亚新几内亚东高地省的养蜂人 Henao Longgar 在检查一个良好的花粉巢框。(B)Wilson Tomato、Cooper Schouten 和 Billi Paki 在巴布亚新几内 New Guinea Fruit Company Ltd.、牛津饥荒救济委员会和市场开发设施的支持下多次走访采收蜂蜜。(C)学生们在斯洛文尼亚农业研究所对蜂王进行人工授精，掌握重要的养蜂研究技能。(D)David Lloyd 教授在斐济瓦努阿莱武岛的兰巴萨镇培训养蜂人（澳大利亚国际农业研究中心的项目）。

18.2.2 障碍和挑战

近来研究强调，虽然蜜蜂和养蜂业可以为家庭收入作出重大贡献，增强自然生态系统的恢复能力，大大提高营养和食物保障水平，但养蜂研究和干预措施不应忽视蜜蜂也和其他牲畜一样需要“同一健康”法管理的事实。具体而言，必须关注植物资源、战略性补饲和良好蜜蜂营养、病虫害管理、遗传学和健康蜂王培育、技术以及更重要的适当教育、培训和推广支持机制，才能取得成功。在许多情况下，养蜂系统的生产能力、盈利能力、可持续性和复原能力可以得到改善；但不考虑环境整体影响的活动不太可能在社会、环境和经济方面产生全局性积极影响。

在养蜂研究和发展成果产生积极影响方面有一个共同的挑战：利益相关方的参与，而且需要多学科团队的协助，但后者也会面临许多挑战。建立支持性养蜂价值链所需的技能一般涉及多个领域，包括畜牧业、昆虫学、生物学、遗传学、营销学、经济学和商务管理、农业、林业、植物学、食品科学、社区建设和社会学。高校可以通过有效的研究和推广管理以及合作来帮助应对这些挑战，但在改进养蜂干预的多学科方法、减少筒仓以及扩大社会、政策与环境研究影响方面还有很大进步空间。

决定对农户和环境影响的驱动因素往往不属于拟议项目中采用的专业技术的范围，这突出表明需要鼓励使用跨学科团队方法和基于分享式学习和联合调查的计划。这样可以促进合作和参与，利用不同技能和知识理解农业生产系统内的各种关系、问题原因和解决方案。对于发展中国家的边缘化地区，养蜂计划仍然是一种难得的发展机会，它们可以分享式学习了解国际农业挑战并改善生计成果。

在提供有效研究、教育和推广，以制定有意义、有影响的养蜂干预措施方面，以下列出了部分核心挑战：

- 养蜂教育工作者应用养蜂技术的能力往往有限。
- 在一些国家，养蜂推广人员往往对推广工作的质量和数量不负责任，也不积极分享知识和技能。
- 养蜂培训和教育方法往往复杂化，没有集中在核心养蜂技能上（例如，如何人工分蜂）。
- 养蜂培训往往是以理论为基础的短期培训，而不是以实践为基础的长期指导，但若想全面了解养蜂操作，长期指导是必不可少。
- 养蜂教员或推广人员可能掌握了重要的养蜂技术和技能，但采用的却是非包容性的无效、低效教学方法。
- 研究人员对相关研究背景的了解可能不够全面，需要更注意加强整个研究过程中的沟通交流以及利益相关方的参与。
- 研究人员可能不具备科学交流和有效传播研究成果的有效能力，因此无法鼓励教育和推广人员以及利益相关者采用最佳实践和方法。

18.3 提高养蜂研究、教育和推广水平的策略

在发展以需求为导向的研究、教育和推广方法以解决问题和应对新挑战方面，沟通加强策略和持续伙伴关系可以发挥重要作用。高校与专业养蜂人、小农养蜂人以及蜂蜜价值链上其他关键参与者合作，是应对气候变化、森林砍伐和土地清理、蜂群崩坏症候群、杀虫剂滥用以及新型病虫害等威胁的核心。

应对具体挑战所需的适当研究水平和方法（基础性、战略性、应用性或适应性）取决于问题的



本质。

特别是在许多发展中国家，既需要跨学科研究（涉及以系统为基础的方法），也需要参与式研究方法，最强调的必然是采取应用性更强、参与度更高的方法。

为了在高校层面上改进养蜂教育、推广和研究的方法，我们提出了以下 16 条建议：

1. 积极制定战略，让女性工作者在养蜂科学、教育和推广方面拥有更多权利，可以在国家政策和决策过程中发挥更大作用。

2. 制定“养蜂业青年领袖计划”，确定养蜂业研究领域的新领袖，提高他们的领导、研究、推广和项目管理技能。

3. 确保教育工作者和推广人员除了具备养蜂应用技术技能外，还具备良好的社区建设、教学和推广能力。

4. 促进养蜂业利益相关者和当地居民共同参与，确保用于指导教育和推广活动的研究成果基于他们的需求和优先事项。

5. 为年轻的养蜂研究人员提供更多机会并制定研究课题，鼓励他们掌握养蜂的应用技术和技能。

6. 改良养蜂培训，强化应用学习和技能成果。

7. 根据当地情况调整养蜂课程，确保提供有价值的信息。

8. 通过实地考察、在线视频和会议，加强教育提供者和推广人员之间的科学交流方法。

9. 支持互动式远程学习计划，为偏远农村地区的养蜂参与者提供新的见解和合作机会。

10. 提高养蜂研究专家（社会科学、蜜蜂营养、遗传学、病虫害、技术和蜂产品质量）的技术、研究和交流能力。

11. 完善教育机构的教师机制，确定教材和实践活动的实用性和技术性，并进行同行评审。

12. 稳固伙伴关系，为养蜂业领域的所有参与者提供高效培训和研究论坛，更加强调养蜂在中低收入国家的环境和社会影响以及可持续发展。

13. 创造更多指导机会，提高培训质量，加强对科研工作者、所在机构和工作环境以及激励奖励制度的监督。

14. 建立包括所有利益相关方在内的行业代表委员会，加强治理和管理能力建设，以便为养蜂业制定明确的目标、战略和优先事项，并确定和适当部署工作人员和研究站来调查这些问题。

15. 为推广、教学和研究绩效指标的制定、严格审查和评估提供有利环境。

16. 制定和改进有助于达成推广和研究绩效指标的其他措施，考虑非农业推广计划的效益和成本，而不是只关注农业生产力。

最后，项目开发者应找到当地或全国高校的现有专家，让他们参与项目实施。高校层面的培训：医学（兽医）和农学（农艺师）。

18.4 高校层面的培训：医学（兽医）和农学（农艺师）

养蜂培训的现实意义

蜜蜂管理必须由经过培训的专业人员进行。教育机构的课程（如兽医学、农学、生物学和工程学等）经常设计养蜂业主题，涵盖养蜂的一般知识和专业知识。本节讨论高校对兽医学和农学学生的培养。其他专业人员的培训在第 18 章的其他部分介绍。

“同一健康”法是一种跨学科合作策略，旨在实现人类、动物和环境的最佳健康。蜜蜂是“同一世界，同一健康（One World, One Health）”概念的一个示例，因为这种蜜蜂十分依赖环境，目前受到健康危机的影响，可能降低未来人类的食品保障和福祉水平。因此，蜂群需要而且也值得兽医照料；就像其他动物农场一样，养蜂人也需要兽医的协助。

长久以来，农艺师在养蜂生物学、生态学和生产力方面获得了重要技能，可以在养蜂业发挥明确的专业作用。相反，兽医学的利益相关者（特别是兽医从业者）在蜜蜂健康方面尚未明显参与。但也有例外，例如在某些欧盟东部、中部和南部地区，兽医学院已经将蜜蜂生物学和病虫害知识纳入核心课程，先前在课程体系中被视为“次要”部分的这个兽医领域正日益受到利益相关者的关注，他们也越来越重视蜜蜂的当前健康状况。在养蜂业开始遭受大量蜂群损失后的几十年间，人们开发出了第一个国际研究、诊断和流行病学监测网络。

18.5 兽医教育和养蜂业

兽医在养蜂业中的作用

养蜂业比任何其他动物或食品生产行业更依赖于复杂的环境因素。这个重要的经济部门目前正面临着健康危机。蜂群健康是成功养蜂和生产优质食品的一个关键因素。多种环境压力因素、病原体和害虫的影响可能是导致蜂群数量减少或死亡率上升的主要原因。为了应对当前形势带来的挑战，公共部门和私营部门应联合提供兽医服务，与养蜂人密切合作，共同监测、控制、消除和预防当地的蜜蜂病虫害。在这个过程中，还需要不断完善全国兽医服务的法律框架和资源，包括支持建立和维持蜜蜂研究和检测实验室。兽医在确保蜂群健康、可持续性和生产力以及公共健康和生态系统保护方面可以发挥重要作用。采取良好的兽医、养蜂和环保实践可以保证养蜂食品的安全性以及环境的生物多样性。

更具体地说，兽医可以而且应该积极参与蜜蜂健康的评估和管理，包括参与法定传染病的监测、预防、控制和消除。这适用于世界各地的所有受监管领域。众所周知，欧洲和世界其他地区的兽医研究课程体系都有不同程度的蜜蜂生物学和病理学教学。本科生在日常学习中很少接触这个领域，但作为兽医，他们应掌握相关知识和实践技能，以便在养蜂场对蜂群进行“体检”或完成其他兽医工作。

为了获得在养蜂场执业的资格，兽医必须能够完成以下主要工作或掌握以下核心能力：

- 对蜂群进行临床检查，同时采取适当的安全预防措施；
- 识别幼虫和成蜂的发病迹象；
- 进行正式采样，并填写正式文件，从而将样本交付给经授权的诊断实验室；
- 实验室检查的基本知识；
- 在地方性和国际性蜜蜂行业监管框架下，执行重病的防控和根除措施。

兽医还必须能够获取准确无误的既往病史数据，这有助于作出正确诊断，并提供疾病防控建议。“既往病史”指的是某人/某动物的所有病史描述。在养蜂行业，兽医应收集养蜂人对蜜蜂病史的描述。兽医收集的数据必须尽可能详细，包括首次发现症状或症状首次出现（幼虫或成蜂的发病迹象、成蜂行为模式的变化）的日期以及对所述症状的评估、养蜂类型（蜂蜜或其他蜂产品的传统生产、有机生产、大量生产、集约生产或初级生产、以授粉为目的的蜂群饲养）、密集型养蜂过去的迁徙路线、养蜂环境（养蜂场密度）和农业环境（周围作物）、用水参数、蜂群和养蜂场的检查频率、每年使用的瓦螨控制方法以及在养蜂场进行的其他（生物）技术程序。兽医还应鼓励养蜂人保存和维护好包含以



下关键信息的养蜂技术实践记录：蜂群体检日期记录（记录幼虫外观和数量、成蜂形体和行为、天然食物储存量、蜂群群势衰减、死亡、崩溃、蜂箱底板上的碎片情况）、病虫害或中毒迹象、蜂箱内可疑材料、实验室检查所需的采样、兽医产品或其他杀螨剂的使用（药物名称、剂量、一期疗效）、蜂群补饲频率和方式、卫生审查以及兽医检查和干预措施。兽医能够推荐使用适当的兽药产品。养蜂产品对人类造成的公共健康风险主要来自抗生素及其降解产物、杀螨剂、环境有害异物以及有毒物质和致敏性物质在蜂蜜和蜂蜡中的主要危险残留。

对蜜蜂蜇伤的过敏反应也是一种健康风险。

兽医还必须能够在养蜂场内进行与流行病学研究、监控或监测计划有关的工作。



图 18-5 为了掌握“实践”技能，萨格勒布大学兽医学院的学生在养蜂场进行特殊临床工作，“益虫生物学和病理学”是他们的必修临床课程（2019 年）



图 18-6 米兰大学兽医学院的学生在养蜂场上完蜜蜂寄生虫监测课程后的合影（2019 年）

由于世界各地的蜜蜂运输和贸易具有重要的经济意义 [特别是蜂王、成蜂、蜂产品和养蜂设备 (相关工具、用品和药物) 的运输、贸易或交易], 兽医必须采取国家和国际法规规定的防控蜂病传播的所有行动。兽医和兽医服务部门负责根据欧盟法律和国际标准, 就蜜蜂和熊蜂的运输和贸易向利益相关者提供建议, 同时也负责确保这类法规的执行。

兽医可以参与养蜂场的检查并出具一般养蜂场管理的官方报告, 包括应保险公司要求参与评估养蜂实践卫生水平的评估。他们可以应请求移除居住地的野生蜂群。他们还可以在蜂病、中毒或其他疾病领域以专家身份工作。

上述所有工作都需要良好的人际沟通技能和经验, 以便与现场养蜂人展开合作。在养蜂场工作的兽医必须掌握实践技能, 因此这些技能也被纳入持续发展的专业课程中, 以培养兽医学方面的专业人才。

欧洲兽医教育现状

为了反映科学发展, 遵守适用法律, 并满足社会需求和就业市场的需要, 欧洲的兽医课程一直在不断调整。兽医学的各个方面也是如此, 包括蜜蜂生物学、生理学、行为模式、健康、病虫害和生产管理、养蜂产品质量的教学。近来, 由欧洲兽医教育机构协会、欧洲兽医联合会和一些有经验的兽医学院讲师联合进行的一项研究调查了蜜蜂兽医学是否是欧洲兽医教育机构 (兽医学院) 的课程之一。Iatridou 等 (2019) 的调查显示, 在 77 个兽医学院中, 有 58 个将蜜蜂兽医学纳入课程体系。这些蜜蜂兽医学课程的形式包括必修 (所有学生需要完成的核心课程模块)、选修 (学生可选择修读的课程)、或选修、必修相结合。结果还显示, 在所述的 58 个兽医学院中, 有 33 个学院将蜜蜂兽医学纳入核心课程, 17 个学院以选修、必修相结合的形式提供, 剩余 8 个以选修课形式提供给感兴趣的学生。



图 18-7 兽医和养蜂人主要在出现疑似病例时合作检测送往实验室的官方样本 (官方样本一般送往蜂病实验室 APISlab)。萨格勒布大学兽医学院的学生在学习如何检测某些疾病、如何对蜂群进行体检以及如何将蜂箱内的材料提交给实验室检测。他们还掌握了正确使用兽药产品的必备技能 (2019)



在这 58 个学院中，有 25 个学院开设了单独的蜜蜂兽医学课程，其他 33 个将这一主题纳入其他课程。从地理分布上看，在南欧、中欧和东欧的每个国家中，至少有一个兽医学院将蜜蜂兽医学作为兽医研究课程的一部分，而在西北欧的几个国家中，没有一个学院将蜜蜂兽医学纳入研究课程。

欧洲的兽医行业大力提倡持续专业发展原则，鼓励所有兽医学院提供研究生课程，以满足兽医需求。兽医一定可以在欧洲养蜂业中发挥作用，因此必须就这个领域的工作做好准备。虽然大多数兽医学院（占比超过 70%）已经认识到这种需求，并将大量非常全面的核心课程集中在蜜蜂兽医学的教学方面，但还需要更多努力来提高对蜜蜂重要性及其需求的认识。目前，兽医研究课程合理覆盖了蜜蜂兽医学的相关知识，但与其他比较冷门的兽医学领域相比，蜜蜂兽医学在本科兽医课程中得到的关注仍然比较少。研究表明，13 个欧洲国家都有蜜蜂兽医研究生课程，但授课水平从一日短期课程到博士学位课程和国家专业课程不等。

养蜂场的高度差异性以及欧盟的许多蜂群登记要求是养蜂业内兽医面临的主要问题之一。事实上，在蜂群登记属于自愿行为的国家，养蜂人和蜂群的总数只是估测数据。Chauzat 等（2013）发现，即使国家强制要求登记蜂群和养蜂场位置，某些国家登记的养蜂人总数和蜂群数量仍然不准确。养蜂必须正式申报蜂群数量的要求以及对某些监督税或其他税的担忧往往使养蜂人不敢登记。由于蜜蜂不可能被完全隔离（因为成蜂需要离开蜂箱才能满足天然食物供应、交尾和分蜂等生理需求），法定传染病暴发后必须在卫生检疫或根治疾病期间对所有养蜂场进行检查（而不仅仅是报告），或确保适当的卫生监督措施落实到位。养蜂业内准确信息的获取取决于每个养蜂人是否登记养蜂场位置和蜂群信息，因此应强制要求进行此类登记。相关记录应由每个国家负责管理国家中央数据库的主管部门管理。全面的养蜂信息记录可以使兽医机构和其他卫生部门能够在发生重大健康危机时快速作出高效反应，最终促使人们更好地了解蜜蜂的生理和健康保护模式。

还应强调的是，欧洲养蜂业明显缺乏已核准可用于治疗蜂群的适当兽药产品。事实上，防控瓦螨的杀螨剂是欧盟唯一批准的药物。如果诊断出某种疾病的临床明显症状，而国内没有可用的核准药品，



©MORTARINO M.

图 18-8 米兰大学兽医学院的学生在学习如何使用计算机断层扫描仪等先进成像工具对蜜蜂幼虫健康进行无创监测(2018)

兽医是（串联系统下）唯一能够选择和开出适当养蜂用兽药处方的专业人员，通常推荐使用其他国家核准用于蜜蜂的药物。实际上，欧盟禁止在蜜蜂中使用抗生素，但美国等世界其他地区允许使用有兽医处方的抗生素。因此，兽医可以在以下方面发挥关键作用：对症下药治疗蜂群；建议养蜂人谨慎使用兽药；以及向养蜂人告知停药期、残留物、抗药性产生风险以及治疗后可能出现的不良反应。

推动和促进行业发展的策略

在过去几十年间，蜜蜂和其他货物的国际和国内交易和贸易脱离控制，导致新型病原体、寄生虫、捕食性天敌和害虫等病虫害在欧盟境内传播。欧盟的政策制定者已经充分认识到这一点，他们在过去十年中呼吁采取一些支持性举措（包括加强兽医教育），以保护人工管理的蜂群和野生蜂群，促进欧洲养蜂业发展。

在兽医研究课程中推广和协调蜜蜂兽医学有助于兽医研究生获得在养蜂场进行兽医实践所需的技能、能力和经验。课程学习应使他们做好准备，能够处理、检查、诊断和治疗蜂群，包括确保蜂产品的安全性。如果有这个机会，兽医将能够为生态系统的可持续性和未来人类安全营养食品的供应作出更大贡献。

为了支持养蜂业的发展，政策制定者和行业利益相关者应鼓励养蜂人寻求兽医建议，并与兽医建立良好的工作关系。根据 Vets4Bees International（一个为蜜蜂兽医提供信息的教育联合体）的意见，通过良好兽医、养蜂和环保实践实施“同一健康”法可以保证人类食用蜂产品的安全性以及蜜蜂健康的可持续保护模式。为了促进兽医和养蜂人之间的合作，公共卫生部门也可以推动建立技术委员会，让兽医官、专业学者和养蜂人协会集思广益，同时将养蜂作为战略目标纳入动物卫生政策。国家和国际层面的立法新举措可以促进认证计划的实施，让养蜂场在兽医官的监督下履行病虫害检测和防控的卫生协议。这类计划的成果可以实现以证据为导向对蜂群健康的临床前指标和临床指标进行优先排序，并根据已认证养蜂场的风险分析结果调整检疫措施。

所有上述考虑证实，蜜蜂兽医学必须是兽医学核心课程的一部分，而且蜜蜂健康必须是兽医学院内兽医学研究的一个必修模块。因此，高校应指定蜜蜂健康教学和蜜蜂兽医学教材供应的负责人。兽医学院的所有学生必须掌握蜜蜂生物学、生理学、行为模式、健康和病虫害、蜂产品生产和贸易以及蜂产品市场等方面的基础知识，并通过相关培训。兽医学院应鼓励每名学生与蜜蜂“共处”，通过实践积累经验，并在毕业后加入蜜蜂兽医学有关的专业科学协会，以实现持续专业发展和培养目标，并获得相关奖励和奖学金。兽医能力的提高可以改善养蜂人与兽医之间的关系和联系。此外，从长远来看，蜜蜂兽医地理网络的建立可以为养蜂人提供有效的蜜蜂健康援助，而且可以支持养蜂人的现场活动。

18.6 农学教育和养蜂

以农业发展为目的的群居蜂（膜翅目蜜蜂总科）实际管理在农学领域的影响一直根深蒂固。目前欧盟地区致力于发展农学的高校、研究和技术部门主要专注于日常生活相关的三大领域：农业、食品和环境。群居蜂的实际管理涉及所有领域。首先，由于授粉服务主要由蜜蜂和原生群居蜂（如熊蜂）提供，群居蜂的存在对整个农业具有重要意义。但农业上的精细养蜂发展、生产力最大化以及授粉效率是主要的研究挑战。

其次，西方蜜蜂可以提供蜂蜜等蜂产品，是重要的营养食品来源。特别是，蜂毒已经引起了生物医学领域的极大关注，而蜂王浆、蜂花粉和蜂粮的营养价值也引起了全世界研究人员的注意。需要特



别指出的是，蜂蜜是高经济价值、几个欧盟地区常见利基食品和饮品（如蜂蜜酒）的生产原料，因此深受利基旅游客户的青睐。

最后，蜜蜂健康与农村地区环境的稳定和安全密切相关：相关研究早已证明了蜜蜂作为重要生态指标的可靠性（Gilioli 等，2019；Tlak Gajger 等，2019）。近来，由于杀虫剂过度使用而对世界范围内的群居蜂和独居蜂造成的负面影响，这个话题受到了研究人员和普通大众的极大关注（Tsvetkov 等，2017；Tlak Gajger 等，2017；Wood 和 Goulson，2017）。而杀虫剂滥用问题又会降低养蜂活动所产食品的安全性（Mitchell 等，2017；Tu 和 Chen，2020）。

鉴于上述事实，欧盟的大多数农学部门和研究机构（包括许多世界知名、成就斐然的研究中心）已经开始鼓励和推广养蜂教学和研究，这一点并不令人惊讶。欧盟地区的一流研究机构包括但不限于：朱利叶斯库恩研究所的蜜蜂保护研究所（德国阿尔伯斯韦勒）、瑞士蜜蜂研究中心（瑞士伯尔尼）、法国国家农业研究所的蜜蜂和环境研究单位（法国巴黎）、G. Nicoli 农业和环境中心（意大利克雷瓦尔科雷）和柏林自由大学的生物研究所（德国柏林）。

养蜂和蜜蜂教学是理科硕士阶段的常规课程。这些课程通常在学生中拥有超高人气，因为他们可以借此独特的机会将基础昆虫科学知识 with 养蜂技术相结合，从而打开通往重要经济机会的大门。农业科学高校为学生提供的课程可以分为必修和选修两种。与兽医领域相比，农学领域的高校教育更强调指导学生了解蜜蜂生物学和生态学，并教授蜂王繁殖和蜂群维护的相关技术。顺利完成课程的学生可以在毕业前深入了解蜜蜂的形态学、生物学和行为学以及其中存在的挑战。此外，他们还能掌握管理蜂群以及分析和关联养蜂影响因素所需的技术和技能，或能够通过蜜蜂提高作物授粉率。这类课程的目的是培养养蜂管理问题和环境问题方面的专业人士，他们能够为养蜂人提供协助。一般来说，这类高校课程可以提供蜜蜂遗传选择、一般和特定蜂群威胁管控、蜂产品生产和营销机制以及国内和国际养蜂业立法等方面的技能。农艺师还需要认识和了解蜜蜂的生态作用以及蜜蜂与栽培植物或自然植物互作产生的花蜜与花粉传递能力。进入养蜂业的农学毕业生主要受雇于相关公司、公共或私人机构，作为技术员或顾问为养蜂人或养蜂人协会服务。他们大多从事研究型工作。养蜂业可以充分利用农艺师在遗传选择方面的技能，从而根据不同地区的特定环境、气候和植被条件选择最佳育种方法以及合适的生产工具。

18.7 养蜂人协会对养蜂业可持续发展的促进作用

养蜂人协会有可能在帮助养蜂人掌握新技能和采用可持续养蜂实践方面发挥重要作用。

一般来说，他们提供一系列推广良好养蜂实践的服务和活动。其中最常见的举措是课程和研讨会。这类课程和研讨会通常包括理论部分以及在养蜂场的实践经验，以帮助参与者掌握所学技术。动作敏捷是高效、非侵入式处理蜜蜂的必备要求。这类课程可以为不同年龄段的群体提供，包括能够让孩子们了解蜂箱和巢脾、学会识别不同蜜蜂巢房并使用基本养蜂设备的夏令营形式。这类培训的优点之一是，促进指导关系的建立，让更有经验的养蜂人帮助新手，并向他们传授交易的所有技巧。

如今养蜂业的发展更取决于持续学习和最新实践，从而让养蜂更具可持续性。这项工作的挑战之一是，目前普遍采用的两种基本养蜂方法截然不同（但也有其他介于两者之间的方法）。其中一种以商业为导向，倾向于使用造好的蜂箱、巢框、巢础和继箱，会采用药物治疗，并按一定频率检查蜂箱，是一种比较精细的养蜂方法。另一种是比较天然的方法，即粗放式养蜂，基本上任由蜂群发展，在它们的生殖和生产周期施加最低限度的人类干预，甚至不施加干预。专业养蜂人倾向于采用前一种方法，而业余养蜂人和蜜蜂爱好者则倾向于采用后者，或介于两者之间的养蜂方法。

因此，养蜂人协会可以选择采用上述两种方法，解释其中的区别和相关结果，也可以根据协会成员的兴趣只提供其中一种。

在某些国家，特别是南美洲国家，养蜂人协会鼓励养蜂人组建合作社，方便他们共用蜂蜜提取室和相关设备，因为农村养蜂人通常无法独立负担这些设施和设备的采购费用。合作社模式既有助于推广良好养蜂实践，也能让当地养蜂人获得更多养蜂机会。这种模式还创造了一条从生产到销售、更完整的价值链。事实上，收集和集中大量蜂蜜和其他蜂产品可以带来更好的销售机会。

这些类型的价值链也可能包含某些养蜂设备和养蜂人防护服的制造。这种模式还能促进提高蜂蜜收集、加工、装瓶以及废弃蜂蜡（可能在其他情况下被处理掉）回收的质量标准。在这种情况下，养蜂人倾向于交流蜜蜂管理的知识和个人实践经验，而且为了提升个人技能和专业知识，会经常报名参加相关课程。

养蜂人协会通常与国家或地区部委和当局以及推广单位有良好的联系，因此可以将公共资金用于筹划课程、为当地养蜂人提供设备或让养蜂人参与国家或国际养蜂项目。

18.8 粮农组织在发展可持续养蜂业方面的作用

粮食及农业组织（粮农组织）是联合国的一个专门机构，主要负责领导国际力量战胜饥饿。粮农组织的目标是让全世界的人都能得到食物保障，确保人们能够定期获得足够的高质量食物，过上积极、温饱的健康生活。因此，粮农组织的首要任务是以可持续的方式实现一个没有饥饿、贫困和营养不良的世界，促进 2030 年可持续发展议程的实施。

2030 年可持续发展议程是 2016 年 1 月 1 日接替千年发展目标的全球目标，其中包括 17 项可持续发展目标。可持续发展目标将打造未来 15 年的国家发展计划。从消除贫困和饥饿到应对气候变化和保护地球自然资源，粮食和农业是 2030 年议程的核心。

18.8.1 粮农组织为何对养蜂业感兴趣？

几千年来，人们一直通过养殖蜜蜂采收蜂蜜和蜂蜡。蜂蜜被用作食品，具有药用价值，甚至用于化妆品。蜂蜡作为燃料或防水层应用于各种工具、仪式、化妆品或药物。但养蜂业的范围远不止生产蜂产品。蜜蜂和养蜂可以直接或间接地促进大多数联合国可持续发展目标的实现。

养蜂和蜜蜂的促进作用体现在粮农组织的各个工作领域，该组织在养蜂业的参与度正在不断提高。

虽然蜜蜂和其他授粉者在授粉、提高作物产量、促进生物多样性和其他生态系统服务方面有重要作用，但养蜂也为农村居民和原住民的生计提供了切实支持，从而使粮食保障框架更加稳定。

由于养蜂活动可以利用当地现有材料和有限资源完成，对于极端贫困者、无土地所有者、妇女、年轻人和残疾人，养蜂也是不错的工作机会和创收机会。养蜂不需要土地所有权，而且启动成本低，是一种理想的减贫途径。

市面上的许多蜂产品都有助于创造营养价值效益，让人们的饮食和生活条件更加健康。

此外，养蜂是一种不榨取资源的低投入高产出活动，与大多数其他畜牧业不同，它不会对所在环境产生负面影响。相反，养蜂会带来益处，可以视为一种积极的外部效应。此外，养蜂不需要土地使用权，可以在农业区、森林和其他野外区以及城市区进行，因此可以在不同环境中生产食物。

授粉是人为或自然陆地生态系统中的一个关键过程，对粮食生产和人类生计至关重要，也是自然生态系统和农业生产系统的直接纽带。绝大多数开花植物只有通过动物授粉者将花粉从花药传递到花



朵柱头上才能产生种子。如果没有授粉服务，生态系统内许多相互关联的物种和运作过程都会崩溃。

18.8.2 粮农组织对养蜂业采取了哪些行动？

在粮农组织，养蜂业主要归入（尽管不完全归入）自然资源和可持续生产部。授粉服务和生物多样性问题主要由植物生产及保护司（NSP）负责，兽医、动物遗传学和生产方面主要由动物生产及卫生司（NSA）负责。

因此，植物生产及保护司主要负责授粉相关的工作，包括国际授粉者倡议、气候变化影响、生态系统监测和管理、植物遗传学和健康以及害虫综合治理（旨在整合符合经济效益的害虫控制方法）。国际授粉者倡议是世界各地致力于保护和可持续利用授粉者的人们共同努力的成果，可以促进在全球范围内协调采取行动，共同监测授粉者减少情况，确定授粉服务的管理方法，加强这方面的能力建设，从而促进养蜂业可持续发展，加强粮食保障，提升营养水平和改善生计。粮农组织可以在国际授粉者倡议中发挥促进协调作用。

需要指出的是，粮农组织在表述中使用的“授粉者”一词并非只指蜜蜂。这对理解粮农组织采取的战略至关重要，而在这个意义上，战略具有整体性。

另一方面，动物生产及卫生司正在将养蜂纳入家畜多样性信息系统（DAD-IS），以确保这个系统如今包含家养蜜蜂。DAD-IS 系统是一种信息交流工具，有助于制定粮食与农业方面动物遗传资源的管理战略。

遗传资源的全球政策由粮农组织粮食和农业遗传资源委员会讨论决定。该委员会有一个常设论坛，供各国政府讨论和协商粮食及农业生物多样性相关的具体问题。2017 年，粮农组织通过综合调查得到有关全世界授粉者（包括家养和非家养）存量、特征、观念和管理方法的重要反馈。粮食和农业遗传资源委员会根据这些信息在 2019 年的第十七届常委会上要求粮农组织在 DAD-IS 系统中加入粮食与农业相关蜜蜂的多样性监测信息。同年，该委员会通过了一项关于可持续利用和保护粮食和农业微生物和无脊椎动物遗传资源的工作计划，同意把重点转向无脊椎动物和 / 或微生物功能群（覆盖授粉者，包括蜜蜂）。关于微生物和无脊椎动物在粮食和农业中的作用，粮食和农业遗传资源委员会有悠久的历史工作传统，例如微生物和无脊椎动物在害虫综合治理中的应用。该委员会还协调各方促进达成《生物多样性公约》的两项全球倡议：国际授粉者倡议（见上文）和土壤生物多样性保护和可持续利用国际倡议。许多合作机构就这两项重要倡议与粮农组织合作。

根据《粮农组织农业各部门生物多样性主流化战略》，粮农组织林业司也启动了与授粉服务有关的工作。具体而言，在 2020 年，粮农组织林业司与国际生物多样性中心（Biodiversity International）共同出版了一份林业工作文件，考虑采取森林和景观干预措施，加强对森林本身和周围农业景观的授粉服务，从而促进当地生计和粮食安全。2021 年即将出版的信息图表被翻译成六种联合国工作语言，旨在进一步传播该出版物的关键信息。

粮农组织的其他关键活动与动物健康紧急预防系统（EMPRES-AH）、跨界病虫害的影响和传播以及应急、预防和监测措施有关。与所有生物体一样，蜜蜂也会感染病虫害，其中一些（如美洲幼虫腐臭病、欧洲幼虫腐臭病和孢子虫病）可以用抗生素治疗。蜜蜂专用核准兽药的缺乏加上兽医普遍缺乏对蜂病的认识，可能促使世界上某些地区的养蜂场滥用或非法使用抗微生物药物，导致蜂产品可能有兽药残留物，而且可能刺激产生抗微生物药物耐药性。全球正在日益关注耐药性问题：这种耐药性对蜜蜂、养蜂人和消费者健康构成的威胁决不容低估。

粮农组织支持了一项关于在养蜂业中负责任地使用抗微生物药物的研究，目的是制定关于最佳管

理方法的准则，以减少、甚至最终避免在养蜂业中使用抗微生物药物，提供其他可行、可持续的药物。粮农组织支持的另外一项研究主要是在养蜂业中开发渐进式管理途径（PMP）。渐进式管理途径是一个系统框架，旨在帮助各国规划和监测可以控制主要牲畜疾病和动物传染病的风险降低策略。这个框架会列出实现可持续、健康、弹性养蜂所需的必要步骤。

另一个直接参与的领域通过小农生产者技术与实践（TECA）平台交由研究与推广部门（OINR）负责。TECA 是粮农组织的一个在线平台，方便小农户交流农业实践和技术以及信息。TECA 平台可以弥补知识共享过程中的不足，使多个用户都能获得关于可靠方法和技术的信息。

TECA 平台分为 11 个类别（作物生产、畜牧生产、渔业和水产养殖、林业、采收后和销售、农业机械化、自然资源管理、营养和食品安全、能力发展、气候变化、灾害风险降低），包括一个关于养蜂的子类别。养蜂类别下有能够支持世界各地养蜂人以可持续方式从养蜂中获得最大利益的技术和方法，无论养蜂人采用的是固定巢框蜂箱、顶梁蜂箱，还是活框蜂箱。这个类别涵盖了整条价值链及其所有过程：养蜂设备的制造、蜂箱管理、蜜蜂健康、蜂产品（蜂蜜、蜂胶、蜂花粉、蜂蜡等）的采收、加工和销售以及蜂产品的食用和药用价值。养蜂类别下的技术和方法主要介绍西方蜜蜂的养殖过程，但平台也提供无刺蜂和巨型蜜蜂（大蜜蜂）的养殖技术和方法信息。

养蜂交流小组是 TECA 平台的另一个特点，可以为从业者和专家提供一个相互认识并讨论感兴趣话题的虚拟空间。该小组会根据学习目标围绕特定主题定期组织有人主持的讨论会和 / 或网络研讨会。

TECA 平台上的技术和方法都是粮农组织与合作伙伴共同开发的成果。这些技术和方法来自不同地区和国家，有各种语言版本（英语、法语、西班牙语和葡萄牙语），以覆盖更多受众。每种方法都以标准格式记录，逐步描述实施过程，采用清晰简洁的语言和视觉辅助工具来促进理解。有意向在当地实施这些养蜂方法的人可以发送电子邮件至 TECA 团队（teca@fao.org）咨询了解更多信息。

“可持续农业授粉服务全球行动”是粮农组织的一个主要工作领域。为了推广对授粉者友好的农业管理方法，粮农组织开展了各种活动。它向各国提供蜂王繁殖、人工授精以及蜂蜜生产和出口销售可持续解决方案等方面的技术援助。

“可持续农业授粉服务全球行动”提供的重要信息有助于农户、农业顾问和土地管理者更好地了解特定作物的授粉需求。这项行动有一个用于评估家养蜜蜂多样性的全球监测系统，其中包括相关产品和服务的数据以及蜜蜂面临的主要威胁和挑战。

为了在养蜂方面采取补充性行动，粮农组织还在不同层面上与其他外部伙伴积极合作，如世界动物卫生组织、国际蜂联以及旨在促进动物健康和食品安全的各地实验动物预防研究所（ILZZ.SS）。

18.8.3 了解粮农组织蜜蜂和授粉者相关工作的更多信息

以下列出了粮农组织网站上与蜜蜂和授粉者有关的网页：

- 粮农组织的“可持续农业授粉服务全球行动”
- www.fao.org/pollination/en/
- TECA——小农生产者技术与实践平台
- www.fao.org/teca/categories/beekeeping/en/
- 家畜多样性信息系统（DAD-IS）
- www.fao.org/dad-is/en/
- 粮食和农业遗传资源委员会——微生物和无脊椎动物
- www.fao.org/cgrfa/topics/microorganisms-and-invertebrates/en/

第 19 章 养蜂业与精准畜牧业

19.1 简介

如今，养蜂人和农户一般可以借助创新技术测定农场的不同参数。由于技术的发展和进步，目前已经有了测量准确、功能强大、价格实惠的工具，包括相机、麦克风、传感器（如加速度计和温度、湿度传感器）、无线通信工具、互联网连接和云存储。

精准畜牧业（PLF）指的是利用先进技术建立一个连续自动实时监测的管理系统，以提高健康、（动物和人类）福利、产量水平（也减少成本）以及减少对环境的影响。此外，从长远来看，动物健康是产品质量的最佳保障。

精准畜牧业的目的是将所有可用硬件与智能软件相结合，从大量数据中提取信息，为农户创造附加值。

19.2 可应用于精准畜牧业的养蜂工具

可以帮助养蜂人实时监测蜂群的可用技术包括：

- 电子秤

电子蜂箱秤是养蜂业中最广泛使用的工具，可用于定期测量蜂箱重量。这对远距离养蜂尤其重要。例如德国的授粉养蜂人在丹麦养蜂，他们所使用的设备可以了解蜂群的流蜜总量。又如北欧 / 波罗的海的蜂蜜计量设施，一个由 170 多个电子蜂箱秤组成的网络，覆盖范围包括丹麦、爱沙尼亚、拉脱维亚、挪威和瑞典^①。电子秤矩阵对养蜂人的作用就像是“天气预报”，因为他们可以从中看到所在区域的总体趋势，根据测量结果作出生产决策。

- 温度传感器和相对湿度传感器

温度传感器有不同的使用方法。在入口处设置一个传感器，可以得到大量关于当地养蜂场微气候的信息，温度的历史记录可以表明一个养蜂场是否适合养殖蜜蜂。如果冬季温度太低，蜜蜂开始飞出蜂箱的时间可能过早或过晚。因此，在北欧国家，必须测量蜂子箱的温度。在这些国家可以清楚地看到，当温度下降时，蜂群中没有幼虫，这是在向养蜂人暗示最适合采用草酸滴注等治疗方法保护蜂群免受瓦螨病侵扰的最佳时机到了。养蜂人可以根据湿度和温度推断什么时候可能有流蜜。一定温度和湿度水平以下没有流蜜，而在一定温度和湿度水平以上有大量流蜜，这是一个明显趋势。

- 麦克风

声音可以用于评估蜂群的情况，例如分蜂状况或无王状况。但需要进一步研究才能使试验数据得

^① 见 www.mybees.buzz。

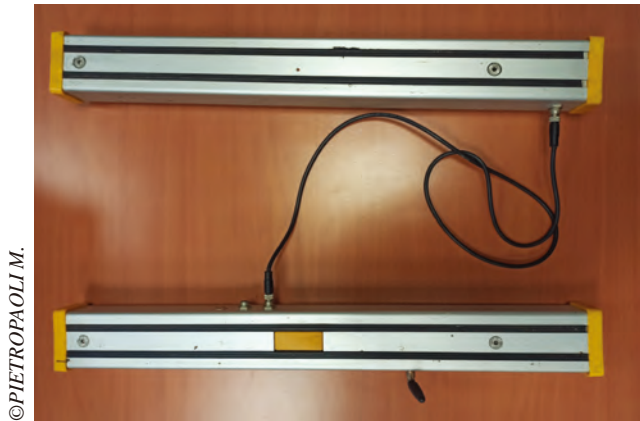


图 19-1 电子蜂箱秤示例



图 19-2 蜂箱入口处蜜蜂计数器示例

到有效利用和开发。

- 图像识别、运动检测摄像头、二极管和软件（用于瓦螨计数、蜜蜂计数和监测飞行活动）各种技术都可以用于计算进出蜂箱的蜜蜂数量或落到底板或附着在成蜂身上的瓦螨数量。这些传感器可以提供非常有用的信息，让养蜂人更加了解蜂群的健康状况。

- 日照计和风速计
风速和日照时长是评估养蜂场状况的重要因素。
- 全球定位系统（GPS）
当蜂群被盗时，GPS 设备可以作为追踪设备使用。

19.3 开发精准畜牧业管理系统的良好实践

就像危害分析与关键控制点（HACCP）系统一样，精准畜牧业管理系统也应只考虑最重要的程序，确保这些程序始终得到适当实施，有效控制风险。该系统应侧重于以下几点：

- a. 确定真正对生产力、盈利能力和可持续性有重大影响的程序。
- b. 确定每个重要程序中必须测量的变量（准确性、频率和限值），确保正确运行每个重要程序。
- c. 每当测量结果超出限值时，就采取预先确定的最有效的纠正措施。
- d. 就每个重要程序制定标准操作程序，确保在正常情况下，关键测量值不超出设定的限值。
- e. 提供进行重要测量、说明测量结果、决定最有效纠正措施所需的工具。

利用磅秤避免蜂群在冬季出现饥饿情况是精准畜牧业管理系统在养蜂业的一个应用例子。鉴于前文提到的几点，我们可以确定：

- a. 蜂群的饥饿状态对蜂群有严重的负面影响，可能导致蜜蜂大量死亡。
- b. 应测量的变量包括蜂箱重量和外部温度。在冬季，考虑到蜂群的生物学特征和蜂群群势，养蜂人应确定测量的频率和精度（例如，温度精度： $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，重量精度： $\pm 5\text{ g}$ （ 5 g 过轻，完全可以改为 $\pm 100\text{ g}$ ）以及限值（因气候条件、养蜂场位置而异）。
- c. 当蜂群重量下降太多（降到限值以下）或太快时，养蜂人应根据实际情况向蜂群补充饲料。
- d. 年复一年，养蜂人应能够根据外部温度、蜜蜂品种和蜂群群势了解并预测蜂群在冬季的消耗率，而且应参考前几年的平均消耗率从一入冬便准备用于喂食蜂群的足够饲料。



e. 所有测量结果都可以整合到管理软件中，协助养蜂人作出明智决定。

精准畜牧业的主要作用是简化数据的收集、处理和分析过程，使农场管理者能够减少可能发生的人为测量失误，因为职业的测量人员必须经过专业系统的培训。

19.4 结论

精准畜牧业是一种可以提高养蜂效率和可持续性、改善蜜蜂健康和福利、支持整条供应链实现可追溯性的新途径，从而在一定程度上保证消费者的食品安全。

这项技术可以帮助养蜂人作出明智决定（例如，向养蜂人提供通过持续监测得到的警报信息），所有可用硬件和智能软件的结合使用可以从大量数据中提取信息，从而创造真正的附加价值。此外，统计数据也可作为政策决策的参考，预计会在兽医学、农学、数学和工程学等不同学科之间产生新的协同效应。

第 20 章 采收后可追溯性与蜂产品附加值

在过去几十年里，食品安全一直备受关注，特别是在欧盟国家。人类可能感染的动物传染病的暴发以及饲料和食品中化学物质的超标都可能威胁到产品的质量和安全。这也是制造商需要记录预防措施来保证食品安全的原因。

同时，由于蜂产品市场上假冒伪劣产品泛滥，经营者可通过记录产品的原产地、加工方法、成分和质量来证明产品的安全性、营养性、可持续性、可靠性，且并未被改动或改变。

最后，收集到的所有数据和信息有助于验证已得到的结果，还有助于调整生产程序，达到优化资源结构的目的。

可持续性既是个人道德选择，也是一种营销策略，它在蜂产品附加值方面的作用越来越大。使用的材料和技术、消耗的燃料和能源以及产生的废弃物是影响蜂产品整个生命周期中温室气体排放规模的主要因素，相关分析可以通过 3 个方面进行：蜂箱管理产生的排放、工艺排放和货运排放。

从蜂箱中采集蜂产品并与蜜蜂分离后，产品加工取决于采收后的步骤。这个阶段是供应链的一环，即根据生产过程目标，使蜂箱内原材料决定的特性在各种产品形式中得到适当加强。

早在采收阶段，蜂产品就已经具备消费和贸易所需的质量特征。在这些情况下，后续阶段也可以对成品的特征和价值产生极小的影响。在其他情况下，蜂产品需经过比较复杂的加工，从而确定所需的质量特征，例如保质期更长、市场价值飙升等。因此，相关文件可以或多或少地综合化和广泛化。

从一般观点来看，采收后的记录主要有两个目的：①向利益相关者，如顾客、消费者和主管部门，证明产品的安全性、完整性和可靠性，包括满足生产过程的可持续性要求；②让经营者能够就其是否实现预期结果进行产后评估，并持续改进产品的数量和质量。第一个目的更面向市场，而第二个可以只在内部使用，都是为了管理预期用途仅为家庭消费的产品。

表 20-1、表 20-2 和表 20-3 列举了可以记录的数据点，这些数据点既可以向顾客传达信息，也可以实现可追溯性，为最终产品提供附加价值。

专栏 12 关于食品可追溯性的欧洲法规

一般食品法律（欧洲议会和理事会 2002 年 1 月 28 日通过的第 178/2002 号法规）规定了食品法的一般原则和要求，建立了欧洲食品安全局并规定了食品安全事项的程序。在该法规中，“可追溯性”指的是通过生产、加工和分销的所有阶段，对食品、饲料、食品动物或计划或预计纳入食品或饲料中的物质进行追踪和跟踪的能力。

此外，该法规第 18 条规定：

a. 生产、加工和分销的所有阶段应能够对食品、饲料、食品动物和计划或预计纳入食品或饲料中的物质进行追踪。

b. 对于食品、饲料、食品动物和计划或预计纳入食品或饲料中的物质，食品和饲料经营者应能够确



定任何供应商的身份。

为此，这类经营者应建立相关制度和程序，以便根据要求向主管部门提供供应商信息。

c. 食品和饲料经营者应建立相关制度和程序，以确定产品采购商的身份。这类经营者应根据要求向主管部门提供采购商信息。

d. 已经或可能在欧共体上市的食品或饲料应按照具体规定的相关要求贴上信息标签或进行标识，以实现可追溯性。

e. 为了对特定部门适用本条要求，相关规定可按照第 58 (b) 条规定的程序予以采用。

《一般食品法律》对特定部门提出了更具体的可追溯性要求。欧盟委员会第 931/2011 号实施条例也与动物源性食品（包含蜂产品）密切相关。该实施条例适用于欧盟委员会第 852/2004 号法规第 2 (a) 条定义的未加工和加工食品。

欧盟委员会第 931/2011 号实施条例第 3 条规定了食品经营者应遵守且应向食品采购商以及应根据要求向主管部门提供的可追溯性要求。

这些要求包括：

- 食品的准确描述
- 食品的体积或数量
- 发出食品的食品经营者的姓名 / 名称和地址
- 如果发货人（所有者）与发出食品的食品经营者不一致，则提供发货人的姓名 / 名称和地址
- 接收食品的食品经营者的姓名 / 名称和地址
- 如果收货人（所有者）与接收食品的食品经营者不一致，则提供收货人的姓名 / 名称和地址
- 可以确定批次或托运的参考信息（如适用）
- 发货日期

欧洲议会和理事会第 1169/2011 号法规（2011 年 10 月 25 日）第 9 条关于向消费者提供食品信息的规定要求标签必须包含以下具体信息：

a. 食品名称

b. 成分列表

c. 附件二所列的任何成分或加工助剂，或从附件二所列的物质或产品中提取的任何成分或加工助剂（这类物质在食品制造或制备过程中使用且在成品中仍有残留，即使产品形式发生变化，可能引起过敏或不耐受）

d. 某些成分的含量或成分类别

e. 食品净含量

f. 保质日期或“在此日期前使用”

g. 任何特殊储存条件和 / 或使用条件

h. 第 8 (a) 条规定的食品经营者姓名或企业名称和地址

i. 第 26 条规定的原产国或原产地信息

j. 使用说明书（没有说明书难以适当使用食品的情况下）

k. 对于酒精浓度超过 1.2% 的饮料，应标出实际酒精度

l. 营养成分表

表 20-1 关于产品的记录数据

关于产品的记录数据	安全性和可靠性	生产力	可持续性
产品	×	×	×
(蜂蜜、蜂胶、蜂花粉、蜂王浆、蜂蜡、蜂毒及其制品)			
产品特征	×	×	×
(物理特征、化学特征、生物特征、营养特征、感官特征、植物特征、地理特征; 商标; 推荐性标准和强制性标准)			
原料信息	×	×	×
(原料类型、养蜂人/生产者、物理特征、化学特征、生物特征、感官特征、植物特征、地理特征; 商标; 推荐性标准和强制性标准; 批次或批号)			
包装信息(一级包装和二级包装)	×	×	×
(类型、材料、形状、体积、重量、批次或批号)			
加工和包装信息	×	×	
(批号、日期、保质期)			
产品重量/体积	×	×	×
(每个产品/批次/每次交货)			

表 20-2 关于生产者的记录数据

关于生产者的记录数据	安全性和可靠性	生产力	可持续性
养蜂人详细信息 (姓名、组织、街道、邮编、城市、国家、联系信息)	×		
养蜂场地址/地理坐标(方便制图)	×	×	×
养蜂人、养蜂场和周围环境的照片	×		
采收后的食品经营者 (姓名、组织、街道、邮编、城市、国家、联系信息)	×		
加工地址的地理坐标	×	×	×
生产者和/或加工程序的照片	×		
其他食品和非食品原料生产者的详细信息 (姓名、组织、街道、邮编、城市、国家、联系信息)	×		
加工厂地址/地理坐标	×	×	×

表 20-3 关于加工的记录数据

关于加工的记录数据	安全性和真伪性	生产力	可持续性
加工目的	×	×	×
(产品类型、安全性和可靠性目标、生产力目标和可持续性目标)			
准备加工的采收产品(产品类型、养蜂人、养蜂场、包装、运输方式、规格、采收和交付日期)	×	×	×



续表

关于加工的记录数据	安全性和真伪性	生产力	可持续性
准备加工的其他食品和非食品原料（产品类型、生产者、包装、运输方式、规格、认证、批号、交付日期）	×	×	×
交付时的原料特征	×	×	
加工日期（开始日期和结束日期）	×	×	
加工材料和技术	×	×	×
加工所需的能源（类型、数量、成本）		×	×
采取的食品安全性和可靠性措施（良好生产规范、危害分析与关键控制点、鉴定和可追溯性）	×	×	
采取的食品可持续性措施（水、能源、废弃物管理）		×	×
产生的废弃物（数量和质量）		×	×
最终产品信息（产品类型、包装、毛重和净重、加工日期、批号、储存条件、其他强制性和推荐性规范）	×	×	×
成品的商业目的地（客户、地址、产品类型、产品重量、批号、运输方式、交付日期）	×	×	×
投诉（投诉人的姓名和地址、投诉性质、产品详情、采取的行动、产品目的地）	×	×	×
加工收益	×	×	×
（原料重量 / 体积 / 成本、生产成本、最终产品重量 / 体积 / 收益）	×	×	×

第 21 章 蜜蜂数据标准化：将数据科学引入养蜂业

许多人都描述过大数据和机器学习的强大作用，包括改善决策、预测未发生的问题以及优化投入、产出和管理行动。实际上，分析学和机器学习在大数据集中的应用已经在很多领域实现了上述所有目标，甚至超出预期，其中就包括密切相关的农业领域。现在是时候利用数据科学变革助力养蜂业了。

21.1 数据科学帮助养蜂人和政策制定者的方式

数据科学领域主要以大数据为支撑，通过多种方式助力养蜂业发展，包括分析学、人工智能和机器学习。有些非常简单，而有些则相当复杂。标准蜂箱到智能蜂箱，最后再到智慧蜂箱的发展是其中一种可视化方式。标准蜂箱主要指常规的沃伦蜂箱、朗氏蜂箱或其他常见蜂箱。带有标准测量功能的标准蜂箱可以提高设备、资源共享和管理的效率。

在标准蜂箱的基础上，养蜂业开始采用智能蜂箱。智能蜂箱能够持续监测并报告蜂箱当前的状态，例如蜂箱重量、温度和其他重要指标。这类蜂箱可以产生大量的有用数据。但为了得到最佳结果，蜂箱不仅需要生成数据，还必须能够应用数据。

所以智慧蜂箱的概念应运而生。智慧蜂箱的所有数据来源于智能蜂箱和其他资源，利用这些数据与实际工具相结合达到帮助养蜂人的目的。在这个过程中，智慧蜂箱在智能蜂箱提供的信息以及其他标准化数据的基础上进行分析，提供养蜂人需要的解决方案，以优化蜂箱管理。智慧蜂箱实现的数据科学可能包含以下特征：

- 蜂箱位置优化：确定放置蜂箱的最佳位置，优化蜜蜂、蜂蜜生产和作物授粉的觅食和环境条件。
- 状态警报：提供蜂箱及其环境当前的最新状态，例如蜂王、害虫或病原体等问题。
- 预测警报：通过预测分析预测尚未发生的问题并发出警报。
- 治疗优化：利用大量相似蜂箱产生的数据确定特定蜂箱在特定条件下最有可能成功的治疗方案。
- 趋势分析：实时监测区域和全国的趋势，从而制定更有效的政策应对即将到来的威胁。

鉴于蜜蜂在人类的食品和经济系统中有重要作用，有效开发和部署这类工具可能促进一些关键的联合国可持续发展目标（SDGs）的实现，即 SDG1（无贫困）、SDG2（零饥饿）和 SDG8（体面工作和经济增长）。除了以上列出的内容外，促进蜜蜂、养蜂人、农户和社会发展的途径还有很多。但如果数据不正确、储存方式不当或无法通过适当工具获取数据，则一切都是空谈。关键在于制定和采用适用于蜜蜂和所有养蜂活动的通用数据标准，实现相关数据的共享和分析，能够与相关工具整合，并反馈给各地的养蜂人和其他利益相关者。



21.2 在养蜂业应用数据科学所面临的挑战

尽管在养蜂业中应用数据科学技术有很大的潜力，但也有一些挑战需要克服。主要问题在于缺乏足够多待分析的可靠数据，具体包括：

- **缺乏记录：**许多养蜂人并不会记录他们的养蜂实践。例如，在一项调查中，74% 的受访者表示，他们没有对蜂箱检查等日常管理工作进行记录。而那些做记录的养蜂人往往是在纸上做笔记，或者只记录有关蜂箱内部情况的数据。毋庸置疑，如果一开始没有采集数据或以数字化方式保存数据，一般难以进行数据分析。

- **标准不一致：**即使有记录，不同的养蜂人也会采用不同的方式保存，不同的标准记录。例如，瓦螨的计数方法有多种。出于实用性考虑，数据需要统一，方便汇总。

- **自定义标准：**从数据角度而言，自定义标准的使用甚至比标准不一致问题更具挑战性。在某些情况下，自定义标准可能比其他方法更合适。但由于其他人不使用或不理解这些标准，使得自定义标准无法与其他类似数据相协调。

- **数据可靠性：**两个养蜂人在检查同一个蜂箱时，往往会查看不同的数据因素并确定它们的优先顺序，对蜂群健康情况作出不同的评价，最终以各自的方式记录数据。就主要指标进行标准化培训有助于解决这个问题。

- **碎片化数据：**现有数据被不同用户和不同系统分开使用。例如，即使是使用 HiveTracks 等数字化管理工具也可能有数据储存在蜂箱秤、蜜蜂计数器和其他设备中。数据储存在不同地方的这个问题可以通过合作、数据协议和标准化措施解决，但这确实使养蜂业数据科学的实现更加复杂。

- **养蜂人规模：**养蜂的优势之一是任何人可以在任何地方进行养蜂活动。许多小规模养蜂人因此进入养蜂业，从多个方面来看，这种情况对每个人都很有利。但这确实也导致数据以许多不同的方式产生和存储。也就是说，没有任何养蜂人个体或养蜂企业能够独自拥有足够的数据库来充分利用数据科学所能提供的一切。只有通过汇集来自多个地点、涵盖不同养蜂实践的数据，数据科学才能发挥真正的潜力。

- **实施复杂性：**对生物体开展工作本就复杂，使得养蜂业的数据规模化问题更加突出。目前有很多因素都会影响蜜蜂和养蜂业，必须加以控制，与工业中比较传统的问题相比，甚至需要更多数据才能调节这些因素。为了解决这个问题，必须长期持续采集数据并共享数据元素。

- **特有问题：**蜜蜂不仅仅是一种生物体，更是一种超个体。蜂群是由蜜蜂个体组成的一个集体。因此，其他行业用于追踪牲畜的数据管理方法往往不适用于蜜蜂。蜜蜂产蜜和奶牛产奶不同，两个物种不应“一视同仁”。人们应根据蜜蜂的具体特性确定专门的数据管理方法。

- **隐私和安全：**由于一些隐私和安全性问题，养蜂人可能不能或不愿意共享数据。在许多国家，税收和保险金额与养蜂人的蜂箱数量有关，通常不设阈值。鉴于这些数据产生的后果，养蜂人极有可能多报或少报、做“阴阳账”或根本不会共享数据。大多数关于蜂群的官方数据都存在这些问题。税收和政府支持计划对上报蜂箱数量的影响似乎比环境因素大许多。

21.3 致力于蜜蜂和养蜂数据标准化的国际蜂联工作组

虽然在养蜂业实现数据科学化面临巨大挑战，但目前正在努力解决这些问题。特别是，国际蜂联工作组 15 (AWG 15) 正在努力制定的一套标准将实现和促进数据科学在养蜂业的应用 (图 21-1)。以

下讨论了该工作组的一些举措和潜在影响。

21.3.1 数据标准化

制定和采用数据标准是获得建造智慧蜂箱等工具所需数据的最佳方式。这种情况下，该标准可以确保采用一致方式记录蜜蜂和养蜂相关的重要数据。如果每个养蜂人都以同样的方式记录数据，则能够实现数据的汇总和分析，从而提供与整个行业有关的见解。

对于养蜂业中经常采集的、需要标准化的数据，数据类型的高级分类法如图 21-2 所示。

在 Walter Haefeker（欧洲专业养蜂人协会主席、本准则共同作者）的领导下，为了启动数据标准的制定流程，2017 年 10 月在土耳其召开的第四十五届国际蜂联国际蜂业大会上提出并批准了关于蜜蜂和养蜂业数据标准化的 AWG 15 的组建。AWG 15 的成员正在通力合作，共同制定与养蜂人有关的所有数据的标准，包括人类观察、蜂箱传感器、环境数据、蜂群历史数据和遗传学。



图 21-1 2019 年 12 月 16-17 日在德国慕尼黑举行的 AWG 15 BeeXML 数据标准化研讨会



图 21-2 高级数据分类法

21.3.1.1 超文本标记语言 (HTML) 和可扩展标记语言 (XML)

近代史上最成功的两个标准分别是 HTML 和 XML。两者都是标记语言，XML 是 HTML 的语义孪生体，虽然比较不出名，但和 HTML 一样重要。两者之间有重要区别。HTML 标记信息格式，告诉计算机如何以标准格式在屏幕上显示内容（例如，颜色、位置或字体大小），而 XML 则是标记数据的含义。HTML 需要人去解释信息的含义，而 XML 是直接清楚地显示含义。

21.3.1.2 BeeXML、JSON 和其他语言的比较

至少在目前，AWG 15 主要使用 XML 作为标准语言，而不是 JavaScript 对象表示法 (JSON) 等其他语言。虽然两者都可以使用，但 XML 的优势在于它对人和机器都是可读的，可以在纯文本中嵌入已定义的标签，清楚显示数据含义。XML 的示例如图 21-3 所示。

为了让这个标准得到广泛采用，特别是未经过培训、不了解软件开发的养蜂人和研究人员，对人



的可读性和适应性至关重要。虽然随着时间的推移，可能会出现这方面用途的新技术，但 XML 已经可以在今天使用，而且许多行业在过去几十年已经证明了它的有效性。

21.3.1.3 BeeXML 期刊

为了启动数据标准的制定流程，AWG 15 提议并一致通过了一项创刊建议，即推出一种同行评议期刊 BeeXML，从而为蜜蜂数据标准的定稿和出版提供一个结构化环境。特别是，BeeXML 期刊旨在实现以下目标：

- BeeXML 文库：建立一个开放式 BeeXML 文库，包含所有已商定并予以采用的技术标准，使任何人都能查阅蜜蜂数据标准并应用到操作中。
- 技术报告：现有标准有很多，例如在 COLOSS BEEBOOK 中发布的标准。但为了促进数据科学的发展，这些标准需要转换为 XML 等技术格式，方便标记和共享。每份技术报告可能需要专家就某个主题（如瓦螨检测方法）审查现有标准并将审查结果写入报告，在提交关于 BeeXML 中数据应如何编码的建议之前列出并确定所有常见方法。经过同行评议并被 AWG 15 采纳后，可以将新标准添加到 BeeXML 文库中，并链接到解释标准和基本原理的相关技术报告。
- 数据论文：有时需要用数据来定义数据。研究人员、养蜂人和其他数据拥有人可以提交数据，作为数据论文发表。这些数据可能需要经过同行评议，且一旦确定，则可以添加到标准中。此外，建立开放式数据库的同时，无偿提供的数据可以在遵守隐私保护规定的情况下提供给研究人员和其他人，供他们汇总和分析。

BeeXML 期刊正在启动阶段。请继续关注参与方式。

21.3.2 数据建议

为了推动进程，AWG 15 也可以在目前没有标准或现有标准不足以支持可靠数据采集、实现数据科学化的领域发布关于标准采用的建议。例如，每个养蜂人似乎都是用各自的方法检查蜂箱，因此很难在一定规模上汇总和分析不同养蜂人提供的数据，而从大数据角度来看，这些数据十分有用。鉴于这种局限性，AWG 15 可以召集专家小组审查各种方案并根据每种方案的科学价值、实用性以及汇总后对数据分析的有用性向养蜂业提出建议。

虽然 AWG 15 至今尚未提出这类建议，但对于普通蜂箱的检查标准，现在已经有一些候选方案可以被验证和分析，其中包括 Dick Rogers 开发并开源的“健康蜂群检查表”和 Ted Hooper 的“五大问题”。

AWG 15 可以审查证据，并根据自身使命提供一个或多个可采用的建议，促进有用数据的汇总，最终实现数据科学化。

21.3.3 隐私、安全和信任

人们对共享数据私密性和安全性的担忧是收集用于数据专家分析的巨大数据集的另一障碍，为了

```

<database name="Summerbuzzing">
  <!-- Table aactivities -->
  <table name="activities">
    <column name="Timestamp">2016-03-29 14:58:56</column>
    <column name="HiveNumber">64</column>
    <column name="ActivityNumber">12958</column>
    <column name="TasksID">Control</column>
    <column name="Object">Colony</column>
    <column name="Location">Magnetsried West</column>
    <column name="Description">Checked queen</column>
    <column name="SourceLocation"></column>
    <column name="SourceHive">0</column>
    <column name="Count">0</column>
    <column name="Status">NULL</column>
    <column name="Frames">0</column>
    <column name="Aggressiveness"></column>
    <column name="Reminde">NULL</column>
    <column name="Done">NULL</column>
    <column name="QueenNumber">12</column>
    <column name="QuewnYear">2017</column>
    <column name="Race">Buckfast</column>
    <column name="UserID">walterh</column>
  </table>

```

©HAEFEKER W

图 21-3 Walter Haefeker 开发的养蜂人应用程序 XML 代码示例

消除这种担忧，AWG 15 也可以提出建议并着重推广最佳实践。

例如，2019 年 12 月在德国召开的 AWG 15 会议上，委员会就蜂箱位置信息的记录和共享标准进行投票。他们建议将 GPS 数据四舍五入或进行“模糊化”处理（允许有 3 公里误差距离），这样可以防止泄露养蜂场的机密位置，同时又能充分提供关于当地动植物的信息，这些信息对研究人员仍然有价值。

这个标准后来被世界蜜蜂计数组织（World Bee Count^①）采用，成功用于保护授粉者相关的公民科学家信息，同时提供充足数据来帮助科学家。

虽然隐私、安全和信任是复杂的问题，但也有其他方法可以解决，所幸也不是只有养蜂业才面临这些问题。

目前，许多国家都在试图利用数据科学来更好地了解新型冠状病毒（COVID-19）的传播情况。一些国家不注意隐私和安全问题，采用集中式接触者追踪系统，导致公民的参与度非常低。其他国家则利用最先进的数据科学，而苹果和谷歌也在智能手机操作系统中使用了这些技术。这种去中心化和开源性的方法大大增强了人们对数据保护的信心。法国的集中式接触者追踪应用程序 TousAntiCovid 在两周内只有 150 万次下载，而德国的开源项目“Corona-Warn-App”在发布后不到一周就有 1000 多万用户。

追踪新冠病例得到的经验教训可以运用到养蜂业中。接触者追踪应用程序的开源性做法同样可以追踪蜂群，同时还能确保隐私和安全。这种方法可能会使这类工具在未来得到更广泛使用。

大多数不了解最新计算机科学应用的人认为，在没有中央数据存储库的情况下，不可能开发出实用的追踪应用程序。隐私保护倡导者难得与苹果和谷歌达成一致，成功地论证了有一个更好的方法。

这个领域采用的隐私和安全原则并不局限于追踪人类的感染病例。因此，苹果和谷歌开展的工作以及利用这类 API 的开源追踪应用程序可以为蜂群追踪奠定良好的技术基础。人类健康数据是主要的隐私和安全问题。如果系统能够保护这些敏感数据，在疫情中发挥作用，则应该能够满足主管部门应对蜂病的需求。

围绕新冠应用程序展开的讨论提高了人们对开源性方法益处的认识。危机可能是隐藏的转机。通过密切关注世界各地新冠应用程序的开发情况，我们也许能够在蜂群追踪方面前进一大步。

① 见 www.beescount.org.

第 22 章 蜜蜂区块：释放区块链技术潜力，促进养蜂业可持续发展

第 21 章（蜜蜂数据标准化：实现养蜂业数据科学化）和第 11 章（利用区块链技术为农村发展建立蜂蜜可追溯系统）所讨论的主题为养蜂业的产业变革奠定了坚实的基础，而这种变革有助于促进实现联合国可持续发展目标第 9 项：建设有风险抵御能力的基础设施、促进包容的可持续的工业，并推动创新。特别是，蜜蜂数据标准化为养蜂业数据标准的制定指明了道路，将进一步促进数据共享和分析。同时，建立可追溯系统可以促进和确保以有效方式收集和使用精细化、高质量的数据，同时遵守数据保密标准。本章重点讨论下一步如何加强基础设施建设，从而在养蜂人个体层面之上，从行业层面上促进养蜂业的可持续增长。

22.1 商业模式创新

经济增长通常源于 3 种类型的创新：改良产品（产品创新）、降低成本或提高效益（流程创新）、创建新业态（商业模式创新）。虽然这 3 种创新都能促进经济发展，但通过商业模式创新改善和创造新产业和经济机会最有可能促进经济增长。

区块链技术可以释放创新驱动型数字化商业模式的潜力，是解决旧商业问题的一种途径。本章介绍了数字技术和区块链技术在标准化蜜蜂数据和数字化可追溯性的推动下如何利用新出现的创新商业模式来实现养蜂业的变革。

22.2 分布式账本技术促成的新商业模式

商业关系必须建立在信任的基础上。如果无法进入市场，买卖双方就会停止合作，行业也会面临严重挑战。信任度越高，经济互动机会就越大，从而为可持续经济增长铺平道路。尽管信任对商业和行业具有重大意义，但对政府、银行和享誉盛名的公司等机构而言，建立和维持信任的成本很高，往往会成为进入市场的障碍。但是否能够通过分布式账本技术验证和储存数据，大大降低建立和维持信任的成本呢？

区块链技术能够以非常规方式扩大信任参数。由于记录在区块链上的数据不可更改（即数据条目既不能修改，也不能删除），默认情况下储存在区块链上的数据比其他方式记录的数据更可信。虽然有问题的数据仍然可能被保存到账本上，但下游数据掺假的情况几乎可以避免。将错误数据或掺假数据的风险降到最低，可以使目前的单位和企业为加强信任方面取得更高成效，从而促进经济增长。

不过，在目前的商业实践中建立更可靠的信任关系只是其中的一步，新的经济领域也需要建立这种信任。这样有助于创造和推广新的商业模式，进而大大促进经济增长。

本章其余部分列出了一些与养蜂有关的潜在使用案例，旨在讨论本质上可验证的信任在区块链技术的支持下如何促进形成新的商业模式。

22.3 区块链的不可更改性

区块链技术是一种分布式账本技术，包括传统信息系统与加密技术的结合使用，从而实现不可更改的数据记录方式。让这种想法成为可能的关键要素是能够以数学方式转换数据的单向散列函数。值得注意的是，单向散列函数转换一组数据时，需要运用加密算法或结合使用数学运算，从而产生一个固定长度的代码（图 22-1 中的 SHA-256 散列算法示例）。任何人都能通过原始数据和正确算法得到相同的散列值。同时，不可能从散列值中逆转和生成相同的数据。因此，散列值可以快速抓取特定时点的数据。

从图 22-1 可以看出，如果数据发生任何变化，散列值也会不同，因此可以检测到任何数据的修改。通常情况下，原始数据不需要以任何方式加密或隐藏。但如果在特定时间点记录数据的单向散列值，原始数据的准确性可以在之后的任何时间点进行验证。

虽然区块链等分布式账本技术不包括散列函数，但可以结合使用，创建不可变更但可信的数据条目记录。这些技术可以随时间推移记录数据，任何人都能验证当前数据是否与原始数据一致。这种不可变更性有助于建立一种新的信任，这种信任在本质上可以验证，因为任何类型的数据（例如交易确认、遥感数据或地契）都可以得到验证，只需要将相应的数学算法运用到原始数据，并确认是否匹配、数据是否更改。所有数据变化都可以得到记录和验证的事实使得数据不可更改。这些分布式账本技术特征的共同作用可以创造新的商业模式，促使行业发生变革。

养蜂业可以推动南北半球国家和地区的可持续经济增长，本章介绍了长期以不可更改的方式记录数据如何对养蜂业的多个可行商业模式创新产生促进作用。

原始数据: FAO	©RUNZEL.M
SHA-256 散列值: DBF99F2954DA9CFA1A9E74FB65736CE6BAEC97C00CE6A401C3556434C9725500	
修改数据: FAO	
SHA-256 散列值: 697031E3CA304F09681922119125A6522807E196743A89C7CDA4110408CAC2EF	

图 22-1 SHA-256 散列算法示例

22.4 新商业模式举例

22.4.1 可追溯性

本节介绍区块链技术如何利用可验证数据建立可追溯系统，从而降低产品差异化成本。重要的是，有区块链支持、在本质上可验证的信任不仅会促成现有的商业互动，还会在新的方向上延伸和扩展这种互动，促使出现新的商业模式。

区块链能够降低产品差异化成本，促进农村地区的经济发展，此外，蜂蜜数据的准确性和完整性在本质上可以验证，这会造福整个蜂蜜行业。更具体地说，蜂蜜行业有不良商贩为了牟利贩售掺假蜂蜜，不仅影响了经济发展，还打击了消费者的信任。虽然很难获得掺假蜂蜜数量的准确数据，但行业



统计数据可以体现这种现象的普遍程度。根据粮农组织（2018）的数据，自 2007 年以来，蜂蜜出口增加了 61%，而蜂箱数量只增加了 8% 左右。

蜂蜜供应量激增的影响包括对国际大宗商品的进口价格的打击。正如 García（2018）所言，价格提高并不能保证蜂蜜纯度。不过低价蜂蜜更有可能掺假。因此，作为蜂蜜质量指标的进口价格需要进一步测试才能确定蜂蜜的质量、产地和纯度（García，2016）。

最近在欧盟（第二大蜂蜜产地和重要进口地区）进行的一项研究对所有成员国（包括挪威和瑞士）生产的蜂蜜进行分析，结果发现，掺假蜂蜜占 14%。此外，加拿大食品检验局的报告表明，在它测试的罐装蜂蜜中，添加糖的蜂蜜占 21.7%（加拿大食品检验局，2019）。另外，价格和生产成本的降低以及违法行为会影响养蜂人的收入，威胁到欧洲生产者的市场份额。

在本质上可验证的数据生态系统可以验证蜂蜜的真伪、具体类型或品种、产地和属性（包括公平贸易或使用的生产技术，如有机生产法或其他最佳实践），达到推广可靠蜂蜜的目的，从而解决上述问题。总之，这样有利于发展更多有效市场和产品差异化。除了提高可追溯性，促使当前价值链更加稳固并实现数字化，区块链技术还能使智能合约成为可能，大大提升价值链的效率。

22.4.2 智能合约

智能合约指的是某些条件得到满足时可以自动执行的合约。这种合约不需要付费的法律干预，也不会发生延误或产生付款相关的不确定性。智能合约用代码编写，根据预设的规则触发和执行，不需要进一步干预，例如将数字货币款项转给收款人。

智能合约有可能在养蜂业推出新的商业模式，实现蜂蜜采购智能化以及智能授粉合约。不过，不可变数据（如区块链上的数据）的可用性决定了这类合约是否在本质上可以验证，因此所有各方都可以确定合约会被如实执行。

22.4.3 智能蜂蜜合约

可追溯系统的建立基于准确精细的数据，在这类可靠系统的支持下，企业对企业的蜂蜜销售可以实现自动化，从而降低风险，提高市场效率。如果实施预先制定的蜂蜜等级标准，效仿红春小麦等商品对蜂蜜的关键特征进行标准定义，让蜂蜜能够进行规模化交易，则业内的蜂蜜销售可以通过智能合约实现自动化。这类定义具有透明性，可合法验证，在它们的影响下，芝加哥商品交易所于 19 世纪 40 年代成立，如今的年交易量超过 30 亿份合约，交易额约为 1 000 万亿美元。

首先针对不同等级的蜂蜜制定蜂蜜定义标准，也许可以在工作小组的协助下起草智能合约。此外，粮农组织可以组建一个关于智能合约最佳实践的文库。生产过程中可以从各种来源收集数据，包括养蜂记录和装在蜂箱中的物联网传感器，以及生产季节期间的天气和花蜜来源等重要二手数据。

接着可以利用预定义的协议对这些数据进行自动化分析，从而将蜂蜜归入正确的预定义类别中，然后再验证真伪。一旦验证完成，可以用于履行开放式和封闭式智能合约。

22.4.4 开放式和封闭式智能合约

封闭式智能合约通常指按法律协议或未来合约确定的两个已知方之间的合约，从而以未来某天的预定价格购买特定数量和类型的蜂蜜。封闭式智能合约可以提高市场效率。更具体而言，封闭式智能合约是一种流程创新，可以提高产品交易效率和信任。此外，这种合约可以为新的商业模式创造环境，进而创造更大的价值，如 Chainlink 网络所示，这个网络通过天气或汇率等实际数据触发智能合约。

在开放式智能合约中，蜂蜜包装商、连锁食杂店、协会或合作社等买方可以根据约定的标准公开出价，按固定价格和目标质量水平采购预定数量的蜂蜜。有了这种开放式合约，世界上任何地方的任何生产商，只要能履行合约，都可以向买方投标或接受买方提出的条款，并在交货后自动收到付款。

对于服务水平低下或被中间商操控的偏远和不发达地区，开放式智能合约可以为这些地方的蜂蜜生产商和包装商打开新市场。在世界上任何地方，愿意购买特定规格蜂蜜的任何人可以通过区块链支持的智能合约发布采购信息，而能够履行合约的任何人可以在世界上任何地方发布销售信息，并且肯定会收到自动付款。而且买方可以根据提供的数据和分析确定产品质量和真伪。

消费者愿意为某些类型的蜂蜜支付高价。西班牙的数据显示，蜜露蜂蜜的零售价格平均比杂花蜜高出 27%。同样，在蜂蜜大量批发的国际市场上，有机蜂蜜的批发价一般高出 7%。预计到 2023 年，有机蜂蜜的市场将从 2017 年的 5 亿美元增加到 9.1 亿美元，在促进经济增长的同时，也为新的利益相关者创造机会。

22.4.5 智能授粉合约

智能授粉合约开创了另一种商业模式，通过提高授粉市场的开放性和效率，让养蜂人和需要授粉服务的农户都能受益。授粉等生态系统服务是蜂蜜生产者和养蜂人的重要收入来源。每年授粉为世界农业系统增加了高达 5770 亿美元的价值（生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台，2016）。但由于目前缺乏高效的生态系统服务（如授粉）市场，养蜂人提供的服务经常得不到应有的回报。

数据化养蜂结合不可变数据账本技术可以实现高效的授粉市场。封闭式智能合约可以根据多种数据源（包括管理行动、天气数据和蜂箱提供的物联网数据）支付蜂群授粉服务的费用。只要达到了预定的授粉水平，并有绩效指标（如特定天气条件下的特定巢框数量或可以监测必要授粉飞行时间的蜂箱上蜜蜂计数器的读数）的支持，则可履行合约，自动发起付款。

同样，开放式合约市场有利于创造一个高效的授粉市场，让养蜂人可以根据冬季结束时的蜂群群势和可用性提供服务，而且天气、物联网和管理数据也能够保障养蜂人履行合约。在美国，授粉市场是养蜂人的主要收入来源，这种创新具有巨大潜力。

22.4.6 业务连续性保险

在世界上许多地方，由于可参考的数据很少，保险市场无法理解和评估与商业养蜂业务相关的风险，因此很难为养蜂企业提供保险。大多数养蜂人没有做详尽记录的习惯，导致这种情况变得更加严峻。此外，在保险理赔阶段，保存的记录很容易被牟利之人修改。

高昂保险费使养蜂人面临的挑战更加严峻，进一步阻碍他们进入养蜂市场。不过，区块链支持的数据生态系统有助于养蜂业克服这些挑战。通过分布式账本技术保存的详尽记录可以作为基线数据，用来评估盗窃、少报和欺诈情况。此外，与蜂病、治疗方法和杀虫剂用量有关的数据可以帮助养蜂人证明他们的主张。

在业务经营各个阶段保存并通过区块链技术验证的良好数据可以反映出公认的良好养蜂实践，从而降低保险费。二手数据源（如植物花朵、天气模式和其他养蜂业务的匿名数据）可以进一步核实特定地区的潜在损失，为养蜂人提供适当的经济援助。

保险公司不仅可以准确计算出与一系列特定方法有关的风险水平，还可以验证养蜂人是否遵循良好养蜂实践，并根据已知的风险和欺诈行为的减少来发放业务连续性保险。他们可以借助其他相关的数据源进行再次确认。安全的数据共享可以大大降低养蜂人的风险，创造出一种新的行业和商业模式，



让市场更有效率。

22.5 结论

正如本章所述，分布式账本技术在推动养蜂业变革方面有着巨大的潜力。区块链技术的独有特点有助于解决养蜂业中几个最紧迫的挑战，如市场效率低、市场准入障碍大、产品差异化成本高、牟利分子贩售掺假蜂蜜等。

克服上述挑战需要价值链上的利益相关者、政府机构、政策制定者和致力于这个领域的非政府组织付出大量努力。最重要的是，需要一个联盟建立一种透明化的养蜂数据生态系统，并制定分阶段的多方利益相关者计划，使不同的利益相关者群体能够构建生态系统并开辟新市场。

特别是，政策制定者可以促进这种不可变数据生态系统的发展，并与蜂蜜行业合作，创造出新的商业模式，从而开辟新市场，打开国际市场。同时，这些技术可以帮助养蜂人进入新市场，通过保险和金融工具帮助养蜂企业蓬勃发展，在确保价格效率和产品可靠性的同时还能降低风险，因此在增强当地经济和农村经济的风险抵御能力方面有巨大潜力。

世界各地的养蜂人已经开始通过保存养蜂记录为分布式账本技术带来的变革做准备，而消费者可以通过购买当地蜂蜜、特色蜂蜜或特定品种的蜂蜜来促进这种变革。

区块链技术的出现可以促进和推动传统价值链在养蜂业，乃至整个农业食品系统中的重新定位。不过，在分布式账本技术的支持下，养蜂业极有可能在多方面迎来希望和发展，进而提高全球蜜蜂的健康水平，同时促进生物多样性。

参考文献

- Ablaru, C. undated. *Studies and research on bee products with a view to their superior utilization*. Lucian Blaga University of Sibiu. (also available at http://digital-library.ulbsibiu.ro/jspui/bitstream/123456789/996/4/2014-Dostetean%28Abalaru%29Cornelia Carmen_en.pdf).
- Abd El-Wahed, A.A., Khalifa, S.A.M., Sheikh, B.Y., Farag, M.A., Saeed, A., Larik, F.A., Koca-Caliskan, U. et al. 2017. Bee venom composition: From chemistry to biological activity. In Elsevier Science, ed. *Studies in Natural Products Chemistry*, pp. 459–84. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64181-6.00013-9>.
- Adjare, S.O. 1990. Beekeeping in Africa. *FAO Agricultural Services Bulletin* 68/6. (also available at <http://www.fao.org/3/t0104e/t0104e00.htm>).
- Agência de Defesa Agropecuária da Bahia. ADAB. 2014. Portaria ADAB nº 207 de 21/11/2014 Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha Social sem Ferrão, do Gênero *Melipona*.
- Aguilera Peralta, F.J. & Ferrufino Arnéz, U. 2004. Cómo criar abejas sin aguijón [How to keep stingless bees] (in Spanish). *Asociación Ecológica del Oriente (ASEO)*.
- Ahmad, F., Gurung, M.B. & Joshi, S.R. 2003. *The Himalayan cliff bee Apis laboriosa and the honey hunters of Kaski: Indigenous honeybees of the Himalayas*. First edition. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). (also available at <https://lib.icimod.org/record/21832>).
- Ahmad, F., Joshi, S.R. & Gurung, M.B. 2007. *Beekeeping and rural development*. Kathmandu, International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). 61–5 pp. (also available at <https://lib.icimod.org/record/7676>).
- Aidoo, K., Kwabong, P., Combey, R. & Karikari, A. 2010. 100 stingless bees in Ghana. *Bees for Development Journal*, 100: 10–11.
- Aizen, M.A. & Feinsinger, P. 2003. Bees not to be? Responses of insect pollinator faunas and flower pollination to habitat fragmentation. In G.A. Bradshaw & P.A. Marquet, eds. *How landscapes change: human disturbance and ecosystem fragmentation in the Americas*, pp. 111–129. Berlin, Springer-Verlag.
- Aizen, M.A. & Harder, L.D. 2009. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Current Biology*, 19(11): 915–918.
- Aizen, M.A., Garibaldi, L.A. & Dondo, M. 2009. Soybean expansion and agriculture diversity in Argentina. *Ecologia Austral*, 19(1): 45–54.
- Aizen, M.A., Morales, C.L., Vázquez, D.P., Garibaldi, L.A., Sáez, A. & Harder, L.D. 2014. When mutualism goes bad: Density-dependent impacts of introduced bees on plant reproduction. *New Phytologist*, 204(2), 322–328.
- Akerman, K. 1979. Honey in the life of the aboriginals of the Kimberleys. *Oceania*, 49(3): 169–178. <https://doi.org/10.1002/j.1834-4461.1979.tb01387.x>
- Akira, F., Sumi, K., Noboru, K., Yoko, F., Yoshiaki, K., Seimi, I., Hiroto, Y. & Toyoyuki, T. 1990. Augmentation of wound healing by royal jelly (RJ) in streptozotocin-diabetic rats. *Japanese Journal of Pharmacology*, 53(3): 331–337. <https://doi.org/10.1254/jjp.53.331>
- Akratanakul, P. 1990. Beekeeping in Asia. *FAO Agricultural Services Bulletin* 68/4: 73; 30–33.



- Akyol, E., Yeninar, H., Korkmaz, A. & Çakmak, I. 2008. An observation study on the effects of queen age on some characteristics of honey bee colonies. *Italian Journal of Animal Science*, 7(1): 9–25. <https://doi.org/10.4081/ijas.2008.19>
- Alarcón, Alonso, E.J., Nates-Parra, G. & Torres Londoño, P. 2012. *Abejas silvestres en cultivos de palma africana en Villanueva-Casanare. Una aproximación a su diversidad y su importancia*. (also available at https://www.researchgate.net/publication/331033038_Abejas_silvestres_en_cultivos_de_palma_africana_en_Villanueva_Casanare).
- Almazol, A.E. & Cervancia, C.R. 2014. Pollen sources of bees in Pagbilao [Quezon, Philippines] mangrove ecosystem. *Philippine Entomologist*, 28(2): 155–170.
- Almeida, A.M., El-Hani, C., Meyer, D., Japyassú, H., Botelho, J.F., Milet Meirelles, P., Hünemeier, T. & Torres, T. 2019. Proteção dos polinizadores e sustentabilidade: objetivos que se cruzam [Protecting pollinators and sustainability: intersecting goals] (in Portuguese). In: *Darwinianas: A Ciência em Movimento* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://darwinianas.com/2020/09/06/protecao-dos-polinizadores-e-sustentabilidade-objetivos-que-se-cruzam/>
- Alpatov, W.W. 1929. Biometrical studies on variation and races of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *The Quarterly Review of Biology*, 4(1): 1–58. <https://doi.org/10.1086/394322>
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Gillespie, M., Waterhouse, B., Wratten, S., Gbèhounou, G. & Gemmill-Herren, B. 2015. *Crops, weeds and pollinators: Understanding ecological interaction for better management*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i3821e.pdf>).
- Al-Waili, N.S., Salom, K., Butler, G. & Al Ghamdi, A.A. 2011. Honey and microbial infections: A review supporting the use of honey for microbial control. *Journal of Medicinal Food*, 14(10): 1079–1096. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0161>
- Al-Waili, N., Salom, K., Al-Ghamdi, A.A. & Ansari, M.J. 2012. Antibiotic, pesticide, and microbial contaminants of honey: Human health hazards. *ScientificWorldJournal*, 2012(2012). <https://doi.org/10.1100/2012/930849>
- Amano, K., Nemoto, T. & Heard, T.A. 2000. What are stingless bees, and why and how to use them as crop pollinators? – A Review. *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)*, 34(3): 183–190. <https://doi.org/10.1100/2012/930849>
- Amulen, D.R., D' Haese, M., Ahikiriza, E., Agea, J.G., Jacobs, F.J., de Graaf, D.C., Smagghe, G. & Cross, P. 2017. The buzz about bees and poverty alleviation: Identifying drivers and barriers of beekeeping in sub-Saharan Africa. *PLoS ONE*, 12(2): e0172820. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172820>
- Anderson, M.B., Brown, D. & Jean, I. 2012. *Time to Listen: Hearing People on the Receiving End of International Aid*. Cambridge, MA, CDA Collaborative Learning Projects.
- Andonov, S., Costa, C., Uzunov, A., Bergomi, P., Lourenco, D. & Misztal, I. 2019. Modeling honey yield, defensive and swarming behaviors of Italian honey bees (*Apis mellifera ligustica*) using linear-threshold approaches. *BMC Genetics*, 20(1): 78. <https://doi.org/10.1186/s12863-019-0776-2>
- Apimondia. 2019. *Apimondia Statement on Honey Fraud* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://www.apimondia.com/docs/apimondia_statement_on_honey_fraud.pdf
- Apitherapy.com. undated(b). *Apitherapy e-library* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://apitherapy.com/apitherapy-data-base/>
- Arias, M.C. & Sheppard, W.S. 2005. Phylogenetic relationships of honey bees (Hymenoptera:Apinae:Apini) inferred from nuclear and mitochondrial DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37(1): 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2005.02.017>
- Aries, E., Burton, J., Carrasco, L., De Rudder, O. & Maquet, A. 2016. *Scientific support to the implementation of a Coordinated Control Plan with a view to establishing the prevalence of fraudulent practices in the marketing of honey: Results of honey authenticity testing by liquid chromatography-isotope ratio mass spectrum* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/oc_control-progs_honey_jrc-tech-report_2016.pdf
- Aronstein, K.A. & Murray, K.D. 2010. Chalkbrood disease in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(SUPPL. 1): S20–9. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.018>
- Asociación de Promotores Ambientalistas de la Sierra Nevada (ASOPROAM). undated. Dulce recuperación, guía para el manejo

- y cuidado de Abeja [Sweet recovery, a guide to bee management and care] (in Spanish).
- Asopa, V.N. & Beye, G. 1997. *Management of agricultural research: a training manual: Vol. 1. Bulletin 696*, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Associazione Italiana Apiterapia. undated. *Associazione Italiana Apiterapia* [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.apiterapiaitalia.com/>
- Atrott, J. & Henle, T. 2009. Methylglyoxal in manuka honey – Correlation with antibacterial properties. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(Special Issue): S163–S165.
- Australia, Department of Agriculture, Water and the Environment. 2011. Invasive bees. In: *Biodiversity* [online]. <https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive-species/insects-and-other-invertebrates/invasive-bees>
- Australia, Queensland Department of Agriculture Fisheries and Forestry. 2013. *The Asian honey bee (Apis cerana) and its strains with special focus on Apis cerana Java genotype* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2018/10/Asian-Honey-Bee-Literature-Review.pdf>
- Avetisyan, G.A. 1961. The relation between interior and exterior characteristics of the queen and fertility and productivity of the bee colony. *XVIII International Beekeeping Congress*, 44–53.
- Banhazi, T.M., Lehr, H., Black, J.L., Crabtree, H., Schofield, P., Tschärke, M. & Berckmans, D. 2012. Precision livestock farming: an international review of scientific and commercial aspects. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 5(3): 1–9. <https://doi.org/10.25165/ijabe.v5i3.599>
- Banks, B.E.C. & Shipolini, R.A. 1986. Chemistry and pharmacology of honey-bee venom. In T. Piek, ed. *Venoms of the Hymenoptera: Biochemical, Pharmacological and Behavioural Aspects*, pp. 329–416. London, Academic Press.
- Baquero, L. & Stamatti, G. 2007. *Cría y manejo de abejas sin aguijón [Rearing and managing stingless bees]* (in Spanish). T. Lomáscolo, ed. Ediciones del Subtrópico. (also available at <http://proyungas.org.ar/wp-content/uploads/2014/12/criaymanejodeabejassinaguijon.pdf>).
- Barrett, P. 2009. *Were honey bees successfully introduced into Australia in 1822?* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.scribd.com/document/16347941/Were-honey-bees-successfully-introduced-into-Australia-in-1822>
- Basilio, A.M., Spagarino, C., Landi, L. & Achával, B. 2013. Miel de Scaptotrigona jujuyensis en dos localidades de Formosa, Argentina. In V.O. Patricia & D.W. Roubik, eds. *Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots*. First edition, pp. 1–8. Mérida, University of Los Andes, Faculty of Pharmacy and Bioanalysis. (also available at http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/35620/3_mielscaptotrigona_jujuyensis.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- Barth, F., Hrncir, M. & Tautz, J. 2006. Vibratory and airborne-sound signals in bee communication (Hymenoptera). In S. Drosopoulos & M.F. Claridge, eds. *Insect sounds and communication: Physiology, behaviour, ecology, and evolution*, pp. 421–436. Boca Raton, FL, CRC Press and Taylor & Francis.
- Batley, M. & Hogendoorn, K. 2009. Diversity and conservation status of native Australian bees. *Apidologie*, 40(3): 347–354. <https://doi.org/10.1051/apido/2009018>
- Bawa, K.S. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. In R.J. Little & C.E. Jones, eds. *Handbook of Experimental Pollination Biology*, pp. 394–410. New York, NY, Van Nostrand Reinhold.
- Bawa, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21(1): 399–422. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.002151>
- Becher, M.A., Osborne, J.L., Thorbek, P., Kennedy, P.J. & Grimm, V. 2013. Towards a systems approach for understanding honeybee decline: A stocktaking and synthesis of existing models. *Journal of Applied Ecology*, 50(4): 868–880. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12112>
- Bee Informed Partnership. 2020. Average Varroa per 100 Bees: From APHIS Survey During 2020. In: *APHIS Honey Bee Survey Reports* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://bip2.beeinformed.org/state_reports/
- Bee Informed Partnership. undated. *Our Mission* [online]. [Cited 23 June 2029]. <https://beeinformed.org/#:~:text=Our%20>



- Mission&text=The%20Bee%20Informed%20 Partnership%20is,health%20and%20increase%20 colony%20 survivorship.&text=We%20provide%20educational%20resources%20and,issues%20impacting%20 honey%20bee%20health.
- Belgium, Federal Agency for the Safety of the Food Chain. 2018. *Advice 18-2018 of the Scientific Committee of the FASFC regarding the risk to bee health of contaminated and adulterated beeswax* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://www.favv-afsca.be/comitescientifique/avis/2018/_documents/Avis18-2018_SciCom2016-27_residus_cire_santeabeilles.pdf
- Belzunces, L.P., Tchamitchian, S. & Brunet, J.-L. 2012. Neural effects of insecticides in the honey bee. *Apidologie*, 43(2012): 348–370. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0134-0>
- Benavides, O.A.M. 2006. *Guía para la cría y manejo de la abeja nativa real o wimal: Melipona indecisa [A guide to the breeding and management of the native royal (wimal) bee: Melipona indecisa]* (in Spanish). Quito, Fundación Altrópico. 32 pp.
- Bendem-Ahlee, S., Kittitornkool, J., Thungwa, S. & Parinyasutinun, U. 2014. Bang Kad: A reflection of local wisdom to find wild honey and ecological use of resources in Melaleuca Forest in the Songkhla lake basin. *Silpakorn University Journal of Social Sciences*, 14(3): 77–99.
- Bennett, A.F. & Saunders, D.A. 2010. Habitat fragmentation and landscape change. In P.R. Ehrlich & N.S. Sodhi, eds. *Conservation Biology for All*, p. Oxford, Oxford University Press.
- Benuszak, J., Laurent, M. & Chauzat, M.-P. 2017. The exposure of honey bees (*Apis mellifera*; Hymenoptera: Apidae) to pesticides: Room for improvement in research. *Science of the Total Environment*, 587–588: 423–438. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.062>
- Berckmans, D. 2014. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 33(1): 189–196. <https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2273>
- Bienefeld, K., Ehrhardt, K. & Reinhardt, F. 2007. Genetic evaluation in the honey bee considering queen and worker effects – A BLUP–Animal Model approach. *Apidologie*, 38(1): 77–85. <https://doi.org/10.1051/apido:2006050>
- Bie kowska, M., Wegrzynowicz, P., Panasiuk, B., Gerula, D. & Loc, K. 2008. Influence of the age of honey bee queens and dose of semen on condition of instrumentally inseminated queens kept in cages with 25 worker bees in bee colonies. *Journal of Apicultural Science*, 52(2): 23–34.
- Biesmeijer, J.C., Slaa, E.J. & Koedam, D. 2007. How stingless bees solve traffic problems. *Entomologische Berichten*, 67(1–2): 7–13.
- Bispo dos Santos, S.A., Roselino, A.C., Hrcir, M. & Bego, L.R. 2009. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Genetics and molecular research: GMR*, 8(2): 751–757. <https://doi.org/10.4238/vol8-2kerr015>
- Biswal, B.M., Zakaria, A. & Ahmad, N.M. 2003. Topical application of honey in the management of radiation mucositis: A preliminary study. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 11(4): 242–248. <https://doi.org/10.1007/s00520-003-0443-y>
- Boesch, C., Head, J. & Robbins, M.M. 2009. Complex tool sets for honey extraction among chimpanzees in Loango National Park, Gabon. *Journal of Human Evolution*, 56(6): 560–569. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2009.04.001>
- Bogdanov, S. 1997. Nature and origin of the antibacterial substances in honey. *LWT - Food Science and Technology*, 30(7): 748–753. <https://doi.org/10.1006/fstl.1997.0259>
- Bogdanov, S. 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37(1): 1–18. <https://doi.org/10.1051/apido:2005043>
- Bogdanov, S. 2011. Bee venom: Composition, health, medicine: A review. *Bee Product Science*(May): 1–16. (also available at <http://www.bee-hexagon.net>).
- Bogdanov, S. 2017. Chapter 1. *The bee venom book*, p. 8. Muehlethurnen, the Bee Hexagon. (also available at <https://www.bee-hexagon.net/app/download/11112719173/VenomBook1.pdf?t=1609255034>).
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. & Gallmann, P. 2008. Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6): 677–689. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745>

- Bolivia, Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente [Sustainable Development and Environment Secretariat] & Natural Resources Directorate. 2010. *Crianza de las Abejas Nativas Meliponas: Municipio de Gutiérrez [Breeding native stingless bees in Gutiérrez]* (in Spanish) [online]. <http://www.santacruz.gob.bo/archivos/PN17112010163640.pdf>
- Bonomi, A., Marletto, F. & Bianchi, M. 1976. Use of propolis in the food of laying hens. *Revista di Avicoltura*, 45(4): 43–55.
- Borges, R.C., Padovani, K., Imperatriz-Fonseca, V.L. & Giannini, T.C. 2020. A dataset of multi-functional ecological traits of Brazilian bees. *Scientific Data*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0461-3>
- Bortolotti, L. & Costa, C. 2014. Chemical communication in the honey bee society. In C. Mucignat-Caretta, ed. *Neurobiology of chemical communication*, pp. 147–210. Boca Raton, FL, CRC Press and Taylor & Francis.
- Bosch, J. & Kemp, W.P. 2002. Developing and establishing bee, species as crop pollinators: The example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. *Bulletin of Entomological Research*, 92(1): 3–16. <https://doi.org/10.1079/BER2001139>
- Bouga, M., Alaux, C., Bienkowska, M., Büchler, R., Carreck, N.L., Cauia, E., Chlebo, R. et al. 2011. A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. *Journal of Apicultural Research*, 50(1): 51–84. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.50.1.06>
- Bowler, J.M., Price, D.M., Sherwood, J.E. & Carey, S.P. 2018. The Moyjil site, south-west Victoria, Australia: Fire and environment in a 120,000-year coastal midden—nature or people? *The Royal Society of Victoria*, 130(2): 71–93. <https://doi.org/10.1071/RS18007>
- Bradbeare, N. 2009a. *Bees and their role in forest livelihoods: A guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products*. N. Bradbeare, ed. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bradbeare, N. 2009b. The importance of apiculture for rural livelihoods. In N. Bradbeare, ed. *Bees and their role in forest livelihoods: A guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products*. 19th edition, pp. 17–22. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (also available at <http://www.fao.org/3/i0842e/i0842e05.pdf>).
- Bradbeare, N. & De Jong, D. 1985. *The management of Africanized honeybees. Information for beekeepers in tropical and subtropical countries*. International Bee Research Association Leaflet 2.
- Bradbeare, N., Fisher, E. & Jackson, H. 2002. *Strengthening Livelihoods: Exploring the role of beekeeping in development*. Monmouth, United Kingdom, Bees for Development.
- Brandeburgo, M.A.M., Gonçalves, L.S. & Kerr, W.E. 1982. Effects of Brazilian climatic conditions upon the aggressiveness of Africanized colonies of honeybees. In P. Jaisson, ed. *Social Insects in the Tropics*. First edition, pp. 255–280. Paris, Université Paris – Nord.
- Brascamp, E.W., Willam, A., Boigenzahn, C., Bijma, P. & Veerkamp, R.F. 2016. Heritabilities and genetic correlations for honey yield, gentleness, calmness and swarming behaviour in Austrian honey bees. *Apidologie*, 47(6): 739–748. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0427-9>
- Brioude, A., Warner, J., Hedlefs, R. & Gummow, B. 2014. A review of domestic animal diseases within the Pacific Islands region. *Acta Tropica*, 132(1): 23–38. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.12.017>
- Brodtschneider, R. & Crailsheim, K. 2010. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3): 278–294. <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>
- Brosi, B.J., Armsworth, P.R. & Daily, G.C. 2008. Optimal design of agricultural landscapes for pollination services. *Conservation Letters*, 1(1): 27–36. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00004.x>
- Buawangpong, N. and M. Burgett 2019. Capped Honey Moisture Content from Four Honey Bee Species: *Apis dorsata* F., *Apis florea* F., *Apis cerana* F., and *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in Northern Thailand. *Journal of Apiculture* 34: 157–160



- Büchler, R. & Uzunov, A. 2017. Honey bee selection. In P. Kozmus, B. Noc & K. Vrtacnik, eds. *No bees, no life, beebooks zaloznistvo in promocija*.
- Büchler, R., Berg, S. & Le Conte, Y. 2010. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe. *Apidologie*, 41(3): 393–408. <https://doi.org/10.1051/apido/2010011>
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A. & Wilde, J. 2013. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*, 52(1): 1–30. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.07>
- Büchler, R., Costa, C., Hatjina, F., Andonov, S., Meixner, M.D., Le Conte, Y., Uzunov, A. et al. 2014. The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis Mellifera* L. Colonies in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 53(2): 205–214. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.03>
- Byarugaba, D. 2004. Stingless bees (Hymenoptera: Apidae) of Bwindi impenetrable forest, Uganda and Abayanda indigenous knowledge. *International Journal of Tropical Insect Science*, 24(1): 117–121. <https://doi.org/10.1079/IJT20048>
- Canadian Food Inspection Agency. 2019. *Enhanced honey authenticity surveillance (2018 to 2019)* [online]. [Cited 15 November 2019]. <https://inspection.canada.ca/science-and-research/our-research-and-publications/report/eng/1557531883418/1557531883647>
- Camargo, J.M.F. 2013. Historical biogeography of the meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the neotropical region. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D. Roubik, eds. *Pot-honey: A legacy of stingless bees*, pp. 19–34. New York, NY, Springer.
- Camargo, J.M.F. & Pedro, S.R.M. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. In: *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region – Online Version*. [online]. [Cited 27 July 2020]. <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>
- Camargo, J.M.F. & Wittmann, D. 1989. Nest architecture and distribution of the primitive stingless bee, *Mourella caerulea* (Hymenoptera Apidae, Meliponinae): Evidence for the origin of *Plebeia* (s. lat.) on the Gondwana Continent. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 24(4): 213–229. <https://doi.org/10.1080/01650528909360793>
- Camargo, J.M.F. & Roubik, D.W. 2005. Neotropical Meliponini: *Paratrigonoides mayri*, new genus and species from western Colombia (Hymenoptera, Apidae, Apinae) and phylogeny of related genera. *Zootaxa*, 1081(1): 33–45. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1081.1.2>
- Canale, A., Benelli, G., Castagna, A., Sgherri, C., Poli, P., Serra, A., Mele, M. et al. 2016. Microwave-assisted drying for the conservation of honeybee Pollen. *Materials*, 9(5): 363. <https://doi.org/10.3390/ma9050363>
- Cane, J.H. 2001. Habitat fragmentation and native bees: A premature verdict? *Conservation Ecology*, 5(1). <https://doi.org/10.5751/ES-00265-050103>
- Cane, J.H. 2008. A native ground-nesting bee (*Nomia melanderi*) sustainably managed to pollinate alfalfa across an intensively agricultural landscape. *Apidologie*, 39(3): 315–323. <https://doi.org/10.1051/apido:2008013>
- Cardinal, S., Buchmann, S.L. & Russell, A.L. 2018. The evolution of floral sonication, a pollen foraging behavior used by bees (Anthophila). *Evolution*, 72(3): 590–600. <https://doi.org/10.1111/evo.13446>
- Cardinault, N. 2016. *Soignez-vous avec les produits de la ruche [Treat yourself with hive products]* (in French). Vergèze, Thierry Souccar. 240 pp.
- Cardoso, R.L., Maboni, F., Machado, G., Alves, S.H. & de Vargas, A.C. 2010. Antimicrobial activity of propolis extract against *Staphylococcus coagulase positive* and *Malassezia pachydermatis* of canine otitis. *Veterinary Microbiology*, 142(3–4): 432–434. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.09.070>
- Caruso, C.M. 2000. Competition for pollination influences: Selection on floral traits of *Impomopsis aggregata*. *Evolution*, 54(5): 1546–1557. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2000.tb00700.x>
- Çavuşoğlu, K., Yapar, K. & Yalçın, E. 2009. Royal jelly (honey bee) is a potential antioxidant against cadmium-induced genotoxicity and oxidative stress in albino mice. *Journal of Medicinal Food*, 12(6): 1286–1292. <https://doi.org/10.1089/jmf.2008.0203>

- Cazier, J.A. 2018a. Peering into the future: A path to the genius hive. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/peering-into-the-future-a-path-to-the-genius-hive/>
- Cazier, J.A. 2018b. Electronic record keeping – The path to better beekeeping. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/electronic-record-keeping-the-path-to-better-beekeeping/>
- Cazier, J.A. & Haefeker, W. 2018. BXML part 1: The power of big data & analytics. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/bxml-part-1-the-power-of-big-data-analytics/>
- Cazier, J.A., Haefeker, W. & Hassler, E. 2018a. *BXML part 2: Achieving the goal of standardized data* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/bxml-part-2-achieving-the-goal-of-standardized-data/>
- Cazier, J.A., Haefeker, W. & Hassler, E. 2018b. Data sharing risks and rewards. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/data-sharing-risks-and-rewards/>
- Cazier, J.A., Rogers, D., Hassler, E. & Wilkes, J.T. 2018a. A healthy colony checklist. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/a-healthy-colony-checklist/>
- Cazier, J.A., Rogers, D., Hassler, E. & Wilkes, J.T. 2018b. A healthy colony checklist, Part 2. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/a-healthy-colony-checklist-part-2/>
- Cazier, J.A., Haefeker, W., Wilkes, J.T. & Hassler, E. 2019. Building trust and data integrity in bee data sharing. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* (February 2019), 37–44.
- Cazier, J.A., Hassler, E., Wilkes, J.T., Rünzel, M.A., Formato, G. & Brodschneider, R. 2019. The promise of standardized data. In: *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/the-promise-of-standardized-data/>
- Cecchi, D. & García Morales, J.C. 2012. *Curso de meliponicultura: Iniciación a la cría y manejo sostenible de las abejas Nativa Amazónica* [Beekeeping course: An introduction to the breeding and sustainable management of native Amazonian bees] (in Spanish). Iquitos, Asociación La Restinga and HOPE International Development Agency. (also available at <https://docplayer.es/26538514-Curso-de-meliponicultura-iniciacion-a-la-cria-y-manejo-sostenible-de-las-abejas-nativa-amazonica.html>).
- Centro de Capacitación Zonal (CeCaZo) & Asociación para la Promoción de la Cultura y el Desarrollo (APCD). 2013. *Abejas indígenas sin aguijón. El trasiego: de las colmenas del monte a los cajones de cría* [Indigenous stingless bees: Transferring bees from hives in the bush to brood] (in Spanish) [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.apcd.org.ar/wp-content/uploads/pdf/territoriodydialogointercultural/3ElTrasiego.pdf>
- Çetin, E., Silici, S., Çetin, N. & Güçlü, B.K. 2010. Effects of diets containing different concentrations of propolis on hematological and immunological variables in laying hens. *Poultry Science*, 89(8): 1703–1708. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00546>
- Chambers, R. 1993. *Challenging the professions: frontiers for rural development*. London, United Kingdom, Intermediate Technology Publications. (also available at <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/643>).
- Chambers, R. & Conway, G.R. 1991. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. In: *IDS Discussion Paper 296* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.ids.ac.uk/download.php?file=files/Dp296.pdf>
- Chambers, R. & Conway, G.R. 1992. *Sustainable rural livelihoods: Practical concepts for the 21st Century*. London, United Kingdom, Institute of Development Studies.
- Chantawannakul, P., de Guzman, L.I., Li, J. & Williams, G.R. 2016. Parasites, pathogens, and pests of honeybees in Asia. *Apidologie*, 47(3): 301–324. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0407-5>
- Chapman, N. 2020. Plan Bee National Honey Bee Genetic Improvement Program. *Professional Beekeepers*, 17 July 2020. (also available at <https://extensionaus.com.au/professionalbeekeepers/plan-bee-national-honey-bee-genetic-improvement-program/>).



- Chauvin, R. 1968. Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche [Physiological and therapeutic effects of beehive products] (in French). *Traité de biologie de l'abeille*, 116–154. Paris, Editions Masson et Cie.
- Chauzat, M.–P., Cauquil, L., Roy, L., Franco, S., Hendrikx, P. & Ribière–Chabert, M. 2013. Demographics of the European apicultural industry. *PLoS ONE*, 8(11): e79018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079018>
- Chauzat, M.–P., Martel, A.–C., Cougoule, N., Porta, P., Lachaize, J., Zeggane, S., Aubert, M., Carpentier, P. & Faucon, J.–P. 2011. An assessment of honeybee colony matrices, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) to monitor pesticide presence in continental France. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(1): 103–111. <https://doi.org/10.1002/etc.361>
- Chemnitz, C. 2019. *Agriculture atlas: Facts and figures on EU farming policy*. First edition. C. Chemnitz, S. Becheva & P. Mundy, eds. Brussels, Heinrich Böll Foundation, Friends of the Earth Europe, and BirdLife Europe & Central Asia. (also available at www.foeeurope.org/agriculture-atlas).
- Chen, C., Wang, H., Liu, Z., Chen, X., Tang, J., Meng, F. & Shi, W. 2018. Population genomics provide insights into the evolution and adaptation of the eastern honey bee (*Apis cerana*). *Molecular Biology and Evolution*, 35(9): 2260–2271. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy130>
- Chen, C., Liu, Z., Pan, Q., Chen, X., Wang, H., Guo, H., Liu, S. et al. 2016. Genomic analyses reveal demographic history and temperate adaptation of the newly discovered honey bee subspecies *Apis mellifera sinixinyuan* n. ssp. *Molecular Biology and Evolution*, 33(5): 1337–1348. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw017>
- Chen, Y.P. & Siede, R. 2007. Honey bee viruses. In K. Maramorosch & A. Shatkin, eds. *Advances in virus research*. First edition, pp. 33–80. San Diego, CA, Academic Press.
- Cherbuliez, T. 2013. Apitherapy – The use of honeybee products. In M. Grassberger, R. Sherman, O. Gileva, C. Kim & K. Mumcuoglu, eds. *Biotherapy – History, principles and practice*, pp. 113–146. Dordrecht, Springer Netherlands.
- Chiba, M., Idobata, K., Kobayashi, N., Sato, Y. & Muramatsu, Y. 1985. Use of honey to ease the pain of stomatitis during radiotherapy (in Japanese). *Kangogaku Zasshi*, 49(2): 171–176.
- Christensen, C.M., Ojomo, E. & Dillon, K. 2019. *The Prosperity Paradox*. New York, NY, Harper Business.
- Chuttong, B., Chanbang, Y. & Burgett, M. 2014. Meliponiculture. *Bee World*, 91(2): 41–45. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2014.11417595>
- Chuttong, B., Somana, W. & Burgett, M. 2019. Giant honey bee (*Apis dorsata* F.) rafter beekeeping in southern Thailand. *Bee World*, 96(3): 66–68. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2019.1596546>
- Ciar, R.R., Bonto, L.S., Bayer, M.H.P., Rabajante, J.F., Lubag, S.P., Fajardo, A.C. & Cervancia, C.R. 2013. *Foraging behavior of stingless bees (Tetragonula biroi Friese): distance, direction and height of preferred food source* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1310/1310.3919.pdf>
- Clarkson, C., Jacobs, Z., Marwick, B., Fullagar, R., Wallis, L., Smith, M., Roberts, R.G. et al. 2017. Human occupation of northern Australia by 65,000 years ago. *Nature*, 547: 306–310. <https://doi.org/10.1038/nature22968>
- Clemente, K.J. & Lahore, J.L. 2010. *Manual de Meliponicultura [Guide to beekeeping]* (in Spanish). Villamontes, Asociación de Apicultores del Gran Chaco (ADACHACO) and Fundación PUMA.
- Cobb, A. 2019. Living with bees: A look into the relationships between people and native bees in Western Nepal. *Independent Study Project (ISP) Collection*, 3181. (also available at https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/3181).
- Cobey, S.W., Tarpay, D.R. & Woyke, J. 2013. Standard methods for instrumental insemination of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*, 52(4). <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.09>
- Codex Alimentarius Commission. 2001. Standard for Honey CXS 12–1981. Adopted in 1981. Revised in 1987, 2001. Amended in 2019. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf
- Cohen, P. 2015. Allergy Survival Guide: 10 Tips from a Top Doctor. *CBS News*, 15 April 2015. (also available at <https://www.cbsnews.com/media/allergy-survival-guide-doctors-tips/>).

- Collins, A.M. & Mazur, P. 2006. Chill sensitivity of honey bee, *Apis mellifera*, embryos. *Cryobiology*, 53(1): 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2006.03.007>
- COLOSS. undated. *B-RAP* [online]. [Cited 23 June 2020]. <https://coloss.org/b-rap-mailing-list/>
- Commodity.com. 2020. *Chicago Mercantile Exchange Group: Handling \$1 quadrillion annually. Here's how they do it. The essential guide.* [online]. [Cited 29 June 2020]. <https://commodity.com/trading/exchanges/chicago-mercantile/>
- Cooper, R.A., Jenkins, L., Henriques, A.F.M., Duggan, R.S. & Burton, N.F. 2010. Absence of bacterial resistance to medical-grade manuka honey. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 29(10): 1237–1241. <https://doi.org/10.1007/s10096-010-0992-1>
- Cornelissen, B., Neumann, P. & Schweiger, O. 2019. Global warming promotes biological invasion of a honey bee pest. *Global Change Biology*, 25(11): 3642–3655. <https://doi.org/10.1111/gcb.14791>
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE). undated. *Cátedra de Educación para la Cultura Ambiental: Módulo de meliponicultura, Grado 7 [Chair of Environmental Culture Education: Beekeeping module, Grade no. 7]* (in Spanish). (also available at https://issuu.com/herjamarba/docs/cartilla_7).
- Cortopassi–Laurino, M. & Nogueira Neto, P. 2015. *Abelhas sem ferrão do Brasil [Stingless bees in Brazil]* (in Portuguese). First edition. Editora da Universidade de São Paulo.
- Costa, C., Lodesani, M. & Bienefeld, K. 2012. Differences in colony phenotypes across different origins and locations: Evidence for genotype by environment interactions in the Italian honeybee (*Apis mellifera ligustica*)? *Apidologie*, 43: 634–642. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0138-9>
- Costa, C., Büchler, R., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Bubalo, D., Charistos, L. et al. 2012. A Europe-wide experiment for assessing the impact of genotype–environment interactions on the vitality and performance of honey bee colonies: experimental design and trait evaluation. *Journal of Apicultural Science*, 56(1): 147–158. <https://doi.org/10.2478/v10289-012-0015-9>
- Couvillon, M.J., Wenseleers, T., Imperatriz–Fonseca, V.L., Nogueira–Neto, P. & Ratnieks, F.L.W. 2008. Comparative study in stingless bees (Meliponini) demonstrates that nest entrance size predicts traffic and defensivity. *Journal of Evolutionary Biology*, 21(1): 194–201. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01457.x>
- Crane, E.E. 1949. The age at which young queens (*Apis mellifera*) begin to lay. *Bee World*, 30: 15–19.
- Crane, E.E. 1990. *Bees and beekeeping: Science, practice and world resources*. Ithaca, NY, Comstock Publishing Associates.
- Crane, E. 1992. The past and present status of beekeeping with stingless bees. *Bee World*, 73(1): 29–42. <https://doi.org/10.1080/005772X.1992.11099110>
- Crane, E. 1996. The removal of water from honey. *Bee World*, 77(3): 120–129. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1996.11099303>
- Crane, E. 1999. *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*. New York, NY, Routledge.
- Cruz Sánchez, T.A., Estrada García, P.A., López Zamora, C.I., Autran Martínez, M., Pérez Valencia, V. & Londoño Orozco, A. 2014. Use of propolis for topical treatment of dermatophytosis in dog. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 4(10): 239–245. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2014.410028>
- Dacke, M. & Srinivasan, M. V. 2008. Evidence for counting in insects. *Animal Cognition*, 11(4): 683–689. <https://doi.org/10.1007/s10071-008-0159-y>
- Dams, M. & Dams, L. 1977. Spanish rock art depicting honey gathering during the Mesolithic. *Nature*, 268(5617): 228–230. <https://doi.org/10.1038/268228a0>
- Darchen, R. 1972. The ecological role of the trigones (Trigonini) in the savannah around Lamto, Ivory Coast. *Apidologie*, 3(4): 341–367. <https://doi.org/10.1051/apido:19720403S>
- Darlington, P.J.J. 1958. *Zoogeography: the geographical distribution of animals*. New York, NY, John Wiley & Sons.
- D'Ascenzi, C., Formato, G. & Martin, P. 2019. Chemical hazards in honey. In F.J.M. Smulders, I.M.C.M. Rietjens & M. Rose, eds. *ECVPH Food Safety Assurance*, 443–475. Wageningen Academic Publishers.



- Davi, A., Bhalotia, S., Kumar, N.R. & Kaur, J. 2016. Honey bee venom and its composition: Focusing on different apis species – A review. *Journal of Basic and Applied Engineering Research*, 3(1): 96–98.
- Davies, O.K., Groom, S.V.C., Ngo, H.T., Stevens, M.I. & Schwarz, M.P. 2013. Diversity and origins of Fijian leaf-cutter bees (Megachilidae). *Pacific Science*, 67(4): 561–570. <https://doi.org/10.2984/67.4.7>
- De Almeida–Muradian, L.B. 2013. *Tetragonisca angustula* pot–honey compared to *Apis mellifera* honey from Brazil. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D. Roubik, eds. *Pot-honey: A legacy of stingless bees*, pp. 375–382. New York, NY, Springer.
- Camargo, J.M.F. 2013. Historical biogeography of the meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the neotropical region. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D. Roubik, eds. *Pot-honey: A legacy of stingless bees*, pp. 19–34. New York, NY, Springer.
- Camargo, J.M.F. & Pedro, S.R.M. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. In: *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region – Online Version*. [online]. [Cited 27 July 2020]. <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>
- Camargo, J.M.F. & Wittmann, D. 1989. Nest architecture and distribution of the primitive stingless bee, *Mourella caerulea* (Hymenoptera Apidae, Meliponinae): Evidence for the origin of *Plebeia* (s. lat.) on the Gondwana Continent. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 24(4): 213–229. <https://doi.org/10.1080/01650528909360793>
- Camargo, J.M.F. & Roubik, D.W. 2005. Neotropical Meliponini: *Paratrigonoides mayri*, new genus and species from western Colombia (Hymenoptera, Apidae, Apinae) and phylogeny of related genera. *Zootaxa*, 1081(1): 33–45. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1081.1.2>
- De Carvalho Machado, G.M., Leon, L.L. & De Castro, S.L. 2007. Activity of Brazilian and Bulgarian propolis against different species of *Leishmania*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 102(1): 73–77. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762007000100012>
- Decourtye, A., Mader, E. & Desneux, N. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro–ecosystems. *Apidology*, 41(3): 264–277. <https://doi.org/10.1051/apido/2010024>
- Degrandi–Hoffman, G., Hoopinger, R. & Klomparens, K. 1986. Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) in–hive pollen transfer on cross–pollination and fruit set in apple. *Environmental Entomology*, 15(3): 723–725. <https://doi.org/10.1093/ee/15.3.723>
- De Jong, D. 1984. Africanized bees now preferred by Brazilian beekeepers. *American Bee Journal*, 124(2): 116–118.
- De Jong, D. 1994. The African experience. *Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping*(2): 453–461.
- De Jong, D. 1996. Africanized honey bees in Brazil, forty years of adaptation and success. *Bee World*, 77(2): 67–70. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1996.11099289>
- De Jong, W. 2000. Micro–differences in local resource management: The case of honey in west Kalimantan, Indonesia. *Human Ecology*, 28(4): 631–639. <https://doi.org/10.1023/A:1026443915926>
- De Jong, D. & Gonçalves, L.S. 1981. The Varroa problem in Brazil. *American Bee Journal*, 121: 186–189.
- De Jong, D., Gonçalves, L.S. & Franco, T.M. 2007. A light–colored veil greatly diminishes attacks by Africanized honey bees. *American Bee Journal*, 147(2): 153–156.
- De La Rúa, P., Jaffé, R., Dall’Olio, R., Muñoz, I. & Serrano, J. 2009. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*, 40(3): 263–284. <https://doi.org/10.1051/apido/2009027>
- Deliza, R. & Vit, P. 2013. Sensory evaluation of stingless bee pot–honey. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D.W. Roubik, eds. *Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees*, 349–361. New York, NY, Springer.
- De Mol, G.A. 1933. Collecting wax and honey in the Lake Region of Western Borneo (in Dutch). *Landbouw*, 9(2): 80–86.
- Department of Standards Malaysia. 2017. Kelulut (Stingless bee) honey – Specification MS 2683:2017 <https://es.scribd.com/document/398215369/Kelulut-Stingless-bee-honey-Specification>
- De Portugal–Araujo, V. 1962. Subterranean nests of two African stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 71: 130–141.
- DeStefano, C.J. 2015. Honey bee nutrition: what we’re not monitoring. *Bee World*, 92(2): 50–53. <https://doi.org/10.10>

- 80/0005772x.2015.1118965
- Deyto, R.C. 2020. *Pollination biology of tomato (Solanum lycopersicum L.) and hot pepper (Capsicum annum L.), and foraging behavior of their floral visitors. Doctoral dissertation.* University of the Philippines Los Baños. (PhD dissertation)
- Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S.J., Anderson, D.L., Locke, B., Delaplane, K.S., Wauquiez, Q., Tannahill, C., Frey, E., Ziegelmann, B. et al. 2013. Standard methods for varroa research. *Journal of Apicultural Research*, 52(1): 1–54. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09>
- Dolezal, A.G. & Toth, A.L. 2018. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Current Opinion in Insect Science*, 26: 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.006>
- Dollin, A.E., Dollin, L.J. & Rasmussen, C. 2015. Australian and New Guinean stingless bees of the genus *Austroplebeia* Moure (Hymenoptera: Apidae) – A revision. *Zootaxa*, 4047(1): 1–73. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4047.1.1>
- Dollin, A.E., Walker, K. & Heard, T.A. 2009. ‘hockingsi’ sugarbag bee. In: *PaDIL* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.padil.gov.au/pollinators/pest/main/138563>
- Dotimas, E.M. & Hider, R.C. 1987. Honeybee venom. *Bee World*, 68(2): 51–70. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1987.11098915>
- Doulton. 2018. How Can Drinking Filtered Water Help Reduce Allergies?, 25 April 2018. (also available at <https://doulton.com/drinking-water-allergic-reaction/>).
- Dražić, M.M., Filipi, J., Prdun, S., Bubalo, D., Špehar, M., Cvitkovi, D., Kezi, D., Pechhacker, H. & Kezi, N. 2014. Colony development of two Carniolan genotypes (*Apis mellifera carnica*) in relation to environment. *Journal of Apicultural Research*, 53(2): 261–268. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.07>
- Driscoll, J. 2009. Apiculture. In: *SPC Land Resources Division* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://lrd.spc.int/regional-projects/apiculture>
- Dübecke, A., Beckh, G. & Lüllmann, C. 2011. Pyrrolizidine alkaloids in honey and bee pollen. *Food Additives and Contaminants – Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 28(3): 348–358. <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.541594>
- Dyer, A.G., Whitney, H.M., Arnold, S.E.J., Glover, B.J. & Chittka, L. 2006. Bees associate warmth with floral colour. *Nature*, 442(7102): 525. <https://doi.org/10.1038/442525a>
- Eardley, C. & Kwapong, P. 2013. Taxonomy as a tool for conservation of African stingless bees and their honey. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D.W. Roubik, eds. *Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees*, 261–268. New York, NY, Springer.
- Eardley, C.D. 2004. Taxonomic revision of the African stingless bees (Apoidea: Apidae: Apinae: Meliponini). *Plant Protection*, 10(2): 63–96.
- Eardley, C.D., Kuhlmann, M. & Pauly, A. 2010a. The bee genera and subgenera of sub-Saharan Africa. *Abc Taxa*, 7. (also available at <http://www.abctaxa.be/volumes/vol-7-bees>).
- Eardley, C.D. & Urban, R. 2010b. Catalogue of Afrotropical bees (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Zootaxa*, 2455(2454): 1–61. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2455.1.1>
- East African Community Secretariat. 2000. EAS 36:2000 Honey – Specification.
- Edstrome, A. 1992. *Venomous and poisonous animals*. Malabar, Krieger Publishing.
- Elbagoury, E.F. & Rasmy, S. 1993. Antibacterial action of natural honey on anaerobic bacteroides. *Egyptian Dental Journal*, 39(1): 381–386.
- Elizalde Vilela, R., Castillo Carrillo, P.S. & Rasmussen, C. 2007. *Manual de Abejas Nativas sin Aguijón De la Reserva de Biósfera del Noroeste del Perú [Guide to native stingless bees in the North-western Peruvian Biosphere Reserve]* (in Spanish). Second edition. Tumbes, Universidad Nacional de Tumbes (UNT).
- Ellis, S., Juels, A. & Nazarov, S. 2017. *ChainLink: A decentralized oracle network* [online]. [Cited 17 March 2020]. <https://link.smartcontract.com/whitepaper>



- Eltz, T., Brühl, C.A., Imiyabir, Z. & Linsenmair, K.E. 2003. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 172(2–3): 301–313. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00792-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00792-7)
- Engel, M.S. 1999. The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae; Apis). *Journal of Hymenoptera Research*, 8(2): 165–196.
- Erejuwa, O.O., Sulaiman, S.A., Wahab, Sirajudeen, K., Salleh & Gurtu, S. 2012. Hepatoprotective effect of tualang honey supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats. *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 4(4): 37–41.
- European Commission. 2011. Commission Implementing Regulation (EU) No 931/2011 of 19 September 2011 on the traceability requirements set by Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council for food of animal origin. *Official Journal of the European Union*, 54(L 242): 4–7. https://doi.org/10.3000/17252555.L_2011.242.eng
- European Commission. 2018. Commission Regulation (EU) No 231/2012 of 9 March 2012 laying down specifications for food additives listed in Annexes II and III to Regulation No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*(L 83): 1–283.
- European Commission. 2020. *Honey Market Presentation* [PowerPoint presentation]. [Cited 15 November 2019]. https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/honey/market-presentation-honey_en.pdf
- European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General. 2002. *Opinion of the Scientific Committee on veterinary measures relating to public health on honey and microbiological hazards (adopted on 19-20 June 2002)* [online]. [Cited 8 June 2020]. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scv_out53_en.pdf
- European Council. 2014. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. *Official Journal of the European Union*(L 20): 1–12. (also available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02001L0110-20140623&from=EN>).
- European Food Safety Authority (EFSA). 2020. Risk assessment of beeswax adulterated with paraffin and/or stearin/stearic acid when used in apiculture and as food (honeycomb). *EFSA Supporting Publications*, 17(5): 1859E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1859>
- European Medicines Agency. 2010. *Workshop on medicines for bees – What the Agency can do to increase availability* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/la_bees_vet-issues_ema_conclusions.pdf
- European Parliament & European Council. 2004a. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, 47 (L 139): 55–205.
- European Parliament & European Council. 2004b. Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption. *Official Journal of the European Union*, L 155: 206–320.
- European Parliament & European Council. 2011. Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004 Text with EEA relevance. *Official Journal of the European Union*, 54(L 304): 18–63.
- European Parliament & European Council. 2017. Regulation (EU) 2017/625 of the European Parliament and of the Council of 15 March 2017 on official controls and other official activities performed to ensure the application of food and feed law, rules on animal health and welfare, plant health and plant. *Official Journal of the European Union*, 60(L 95): 1–148.
- European Parliament & European Council. 2019. Regulation (EU) 2019/6 of the European Parliament and of the Council of

- 11 December 2018 on veterinary medicinal products and repealing Directive 2001/82/EC. *Official Journal of the European Union*, 62(L 4): 43–167.
- European Parliament & European Union. 2005. Regulation (EC) No 183/2005 of the European Parliament and of the Council of 12 January 2005 laying down requirements for feed hygiene. *Official Journal of the European Union*, 48 (L 35): 1–22.
- European Parliament & European Union. 2009. Regulation (EC) No 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No 1774/2002 (Animal by-products Regulation). *Official Journal of the European Union*, 52 (L 300): 1–33.
- Even, N., Devaud, J.-M. & Barron, A.B. 2012. General stress responses in the honey bee. *Insects*, 3(4): 1271–1298. <https://doi.org/10.3390/insects3041271>
- Eyer, M., Neumann, P. & Dietemann, V. 2016. A look into the cell: Honey storage in honey bees, *Apis mellifera*. *PLoS ONE*, 11(8): e0161059. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161059>
- Fabre Anguilet, E.C., Kim Nguyen, B., Bengone Ndong, T., Haubruge, É. & Francis, F. 2015. Meliponini and Apini in Africa (Apidae: Apinae): a review on the challenges and stakes bound to their diversity and their distribution. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 19(4): 382–391.
- Fajardo, A.C., Medina, J.R., Opina, O.S. & Cervancia, C.R. 2008. Insect pollinators and floral visitors of mango (*Mangifera indica* L. cv. Carabao). *The Philippine Agricultural Scientist*, 91(4): 372–382. (also available at <https://ovcre.uplb.edu.ph/journals-uplb/index.php/PAS/article/view/43>).
- Ferreira Junior, R.S., Sciani, J.M., Marques-Porto, R., Junior, A.L., Orsi, R. de O., Barraviera, B. & Pimenta, D.C. 2010. Africanized honey bee (*Apis mellifera*) venom profiling: Seasonal variation of melittin and phospholipase A2 levels. *Toxicon*, 56(3): 355–362. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.03.023>
- Ferrufino Arnéz, U. & Aguilera Peralta, F.J. 2006. *Producción rural sostenible con abejas sin aguijón [Sustainable rural production with stingless bees]* (in Spanish) [online]. [Cited 6 May 2021]. https://issuu.com/abejassilvestres2013/docs/producci_n_rural_sostenible_con_abejas_sin_aguj_n_
- Ferrufino, U. & Vit, P. 2012. Pot-honey of six meliponines from Amboró National Park, Bolivia. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D.W. Roubik, eds. *Pot-honey: A legacy of stingless bees*, pp. 409–416. New York, NY, Springer.
- Fijn, N. & Baynes-Rock, M. 2018. A social ecology of stingless bees. *Human Ecology*, 46(2): 207–216. <https://doi.org/10.1007/s10745-018-9983-0>
- Fletcher, D.J.C. & Crewe, R.W. 1981. Nest structure and thermoregulation in the stingless bee *Trigona* (Plebeina) *denoiti* Vachal (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 44(2): 183–196.
- Flower, B.P. & Kennett, J.P. 1994. The middle Miocene climatic transition: East Antarctic ice sheet development, deep ocean circulation and global carbon cycling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108(3–4): 537–555. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(94\)90251-8](https://doi.org/10.1016/0031-0182(94)90251-8)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). undated. *Bees and other pollinators: FAO's Global Action on Pollination Services for Sustainable Agriculture* [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.fao.org/pollination/background/ bees-and-other-pollinators/en/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). undated. *TECA – Technologies and Practices for Small Agricultural Producers* [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.fao.org/teca/en/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2006. *Honey bee diseases and pests: a practical guide*. Agricultural and Food Engineering Technical Report 4, TC/D/A0849E/1/11.06/550. Rome. 42 pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2018. Beehives. In: *FAOSTAT* [online]. [Cited 13 March 2019]. <http://www.fao.org/faostat/en/#search/bee hives>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020a. FAO's Global Action on Pollination Services for



- Sustainable Agriculture. In: *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)* [online]. [Cited 3 June 2020]. <http://www.fao.org/pollination/en/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020b. *Towards sustainable crop pollination services: Measures at field, farm and landscape scales*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8965en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and SINGER-GI. 2009. *Linking people, places and products: A guide for promoting quality linked to geographical origin and sustainable geographical indications*. Second edition. E. Vandecastelaere, F. Arfini, G. Belletti & A. Marescotti, eds. Rome. 189 pp.
- Formato, G. & Smulders, F.J.M. 2011. Risk management in primary apicultural production – Part 1: Bee health and disease prevention and associated best practices. *Veterinary Quarterly*, 31(1): 29–47. <https://doi.org/10.1080/01652176.2011.565913>
- Formato, G., Zilli, R., Condoleo, R., Marozzi, S., Davis, I. & Smulders, F.J.M. 2011. Risk management in primary apicultural production – Part 2: A hazard analysis critical control point approach to assuring the safety of unprocessed honey. *Veterinary Quarterly*, 31(2): 1–12; 87–97. <https://doi.org/10.1080/01652176.2011.567755>
- Fosso Wamba, S., Kala Kamdjoug, J.R., Epie Bawack, R. & Keogh, J.G. 2020. Bitcoin, blockchain and fintech: A systematic review and case studies in the supply chain. *Production Planning and Control*, 31(2–3): 115–142. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631460>
- Francis, R.M., Amiri, E., Meixner, M.D., Kryger, P., Gajda, A., Andonov, S., Uzunov, A. et al. 2014. Effect of genotype and environment on parasite and pathogen levels in one apiary – A case study. *Journal of Apicultural Research*, 53(2): 230–232. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.14>
- Fresnaye, J. & Lavie, P. 1976. Sélection et hybridation de l'abeille en France [Selection and hybridization of the bee in France] (in French), pp. 235–241. Paper presented at the Symposium on Bee Biology, August 1976, Moscow.
- Fries, I. 2010. Nosema ceranae in European honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(SUPPL. 1): S73–9. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.017>
- Galuszka, H. 1972. Research on a most effective method of the collection of bee venom by means of electric current. *Zoologica Poloniae*. (also available at <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201303225572>).
- Garbuzov, M., Schürch, R. & Ratnieks, F.L.W. 2015. Eating locally: dance decoding demonstrates that urban honey bees in Brighton, UK, forage mainly in the surrounding urban area. *Urban Ecosystems*, 18(2): 411–418. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0403-y>
- García, N.L. 2016. *A study of the causes of falling honey prices in the international market* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://www.apiservices.biz/documents/articles-en/study_causes_falling_honey_prices_international_market.pdf
- García, N.L. 2018. The current situation on the international honey market. *Bee World*, 95(3): 89–94. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2018.1483814>
- Garibaldi, L.A., Requier, F., Rollin, O. & Andersson, G.K.S. 2017. Towards an integrated species and habitat management of crop pollination. *Current Opinion in Insect Science*, 21: 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.05.016>
- Garibaldi, L.A., Morales, C.L., Ashworth, L., Chacoff, N.P. & Aizen, M.A. 2012. Los polinizadores en la agricultura [Pollinators in agriculture] (in Spanish). *Ciencia Hoy*, 21(126): 34–43.
- Garibaldi, L.A., Sáez, A., Aizen, M.A., Fijen, T. & Bartomeus, I. 2020. Crop pollination management needs flower–visitor monitoring and target values. *Journal of Applied Ecology*, 57(4): 664–670. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13574>
- Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Leonhardt, S.D., Aizen, M.A., Blaauw, B.R., Isaacs, R., Kuhlmann, M. et al. 2014. From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(8): 439–447. <https://doi.org/10.1890/130330>
- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J.M., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Carvalheiro, L.G. et al. 2011. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14(10): 1062–1072. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x>

- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Kremen, C. et al. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339(6127): 1608–1611. <https://doi.org/10.1126/science.1230200>
- Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Vaissière, B.E., Gemmill-Herren, B., Hipólito, J., Freitas, B.M., Ngo, H.T. et al. 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 351(6271): 388–391. <https://doi.org/10.1126/science.aac7287>
- Garnery, L., Vautrin, D., Cornuet, J.M. & Solignac, M. 1991. Phylogenetic relationships in the genus *Apis* inferred from mitochondrial DNA sequence data. *Apidologie*, 22(1): 87–92. <https://doi.org/10.1051/apido:19910111>
- Gendrolis, A., Ivanauskas, L., Lukosius, A. & Brusokas, V. 2004. Propomelis – burnos ertmes ir virsutiniu kvepavimo taku ligoms gydyti [Bee products for treatment of diseases of mouth and upper respiratory tract] (in Lithuanian). *Medicina (Kaunas)*, 40(8): 768–770.
- Genersch, E. 2010. American Foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus* larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(SUPPL. 1): S10–9. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.015>
- Gennari, G. 2019. *Manejo racional de las abejas nativas sin aguijón [Sustainable management of stingless bees] (ANSA)* (in Spanish). First edition. Famaillá, Ediciones INTA. (also available at https://inta.gob.ar/sites/default/files/libro-manejo_racional_de_las_abejas_nativas_sin_aguijon_ansa.pdf).
- Germany, Federal Office for Agriculture and Food. undated. *German gene bank of farm animals* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.genres.de/en/sector-specific-portals/livestock/conservation-and-sustainable-use/gene-bank/>
- Ghanbari, E., Nejati, V., Najafi, G., Khazaei, M. & Babaei, M. 2015. Study on the effect of royal jelly on reproductive parameters in streptozotocin-induced diabetic rats. *International Journal of Fertility and Sterility*, 9(1): 113–120. <https://doi.org/10.22074/ijfs.2015.4215>
- Ghazoul, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(7): 367–373. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.026>
- Ghisalberti, E.L. 1979. Propolis: A review. *Bee World*, 60(2): 59–84. <https://doi.org/10.1080/0005772x.1979.11097738>
- Giannini, T.C., Acosta, A.L., Garófalo, C.A., Saraiva, A.M., Alves-dos-Santos, I. & Imperatriz-Fonseca, V.L. 2012. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*, 244: 127–131. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035>
- Gilioli, G., Sperandio, G., Hatjina, F. & Simonetto, A. 2019. Towards the development of an index for the holistic assessment of the health status of a honey bee colony. *Ecological Indicators*, 101: 341–347. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.024>
- Gilley, D.C., Tarpy, D.R. & Land, B.B. 2003. Effect of queen quality on interactions between workers and dueling queens in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 55: 190–196. <https://doi.org/10.1007/s00265-003-0708-y>
- Godoy, F. & Feversani, S. 2005. *Características y cría de las yateí y otras meliponas [Characteristics and breeding of *Tetragonisca angustula* and other meliponae]* (in Spanish) [online].
- Gómez-Caravaca, A.M., Gómez-Romero, M., Arráez-Román, D., Segura-Carretero, A. & Fernández-Gutiérrez, A. 2006. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(4): 1220–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2006.03.002>
- Gonçalves, L.S. 1975. Do the Africanized bees of Brazil only sting? *American Bee Journal*, 115(1): 8–10, 24.
- Gonçalves, L.S. 1984. Comments on the aggressiveness of the Africanized bees in Brazil. *American Bee Journal*, 114(12): 448–450.
- Gonçalves, L.S., Stort, A.C. & De Jong, D. 2019. Beekeeping in Brazil. In M. Spivak, D.J.C. Fletcher & M.D. Breed, eds. *The 'African' honey bee*. First edition, pp. 359–372. CRC Press.
- Gordon, J. & Davis, L. 2003. *Valuing honeybee pollination: A report for the Rural Industries Research and Development*



- Corporation. Canberra, Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). 44 pp.
- Gould, J.L. 1974. Honey bee communication. *Nature*, 252(5481): 300–301. <https://doi.org/10.1038/252300a0>
- Goulson, D. 2003. Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 1–26. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>
- Goulson, D. 2010. *Bumblebees: Behaviour, ecology, and conservation*. Oxford, Oxford University Press. 317 pp.
- Gratzer, K., Susilo, F., Purnomo, D., Fiedler, S. & Brodschneider, R. 2019. Challenges for beekeeping in Indonesia with autochthonous and introduced bees. *Bee World*, 96(2): 40–44. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2019.1571211>
- Grego, E., Robino, P., Tramuta, C., Giusto, G., Boi, M., Colombo, R., Serra, G., Chiadò–Cutin, S., Gandini, M. & Nebbia, P. 2016. Evaluation of antimicrobial activity of Italian honey for wound healing application in veterinary medicine. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 158(7): 521–527. <https://doi.org/10.17236/sat00075>
- Gregorc, Ā. & Bakonyi, T. 2012. Viral infections in queen bees (*Apis mellifera carnica*) from rearing apiaries. *Acta Veterinaria Brno*, 81(1): 15–19. <https://doi.org/10.2754/avb201281010015>
- Gregorc, Ā., Lokar, V. & Škerl, M.I.S. 2008. Testing of the isolation of the rog–ponikve mating station for carniolan (*apis mellifera carnica*) honey bee queens. *Journal of Apicultural Research*, 47(2): 137–140. <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101440>
- Groom, S.V.C. & Schwarz, M.P. 2011. Bees in the Southwest Pacific: Origins, diversity and conservation. *Apidologie*, 42: 759–770. <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0079-8>
- Groom, S.V.C., Stevens, M.I. & Schwarz, M.P. 2013. Diversification of Fijian halictine bees: Insights into a recent island radiation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 68(3): 582–594. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.04.015>
- Groom, S.V.C., Stevens, M.I. & Schwarz, M.P. 2014. Parallel responses of bees to Pleistocene climate change in three isolated archipelagos of the southwestern Pacific. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1785). <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3293>
- Groom, S.V.C., Stevens, M.I., Ramage, T. & Schwarz, M.P. 2017. Origins and implications of apid bees (Hymenoptera: Apidae) in French Polynesia. *Entomological Science*, 20(1): 65–75. <https://doi.org/10.1111/ens.12230>
- Groom, S.V.C., Tuiwawa, M.V., Stevens, M.I. & Schwarz, M.P. 2015. Recent introduction of an allodapine bee into Fiji: A new model system for understanding biological invasions by pollinators. *Insect Science*, 22(4): 532–540. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12136>
- Groom, S.V.C., Hayes, S.E., Ngo, H.T., Stevens, M.I. & Schwarz, M.P. 2014. Recipe for disruption: Multiple recent arrivals of megachilid bees in Pacific archipelagos. *Journal of Insect Conservation*, 18: 613–622. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9665-1>
- Groom, S.V.C., Ngo, H.T., Rehan, S.M., Skelton, P., Stevens, M.I. & Schwarz, M.P. 2014. Multiple recent introductions of apid bees into Pacific archipelagos signify potentially large consequences for both agriculture and indigenous ecosystems. *Biological Invasions*, 16: 2293–2302. <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0664-7>
- Grotenhuis, J.T.C. & Rijnaarts, H.H.M. 2011. In situ remediation technologies. In F.A. Swartjes, ed. *Dealing with contaminated sites: From theory towards practical application*, pp. 949–977. Dordrecht, Springer.
- Grozinger, C.M. & Flenniken, M.L. 2019. Bee viruses: ecology, pathogenicity, and impacts. *Annual Review of Entomology*, 64: 205–226. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011118-111942>
- Grundel, R., Frohnapple, K.J., Jean, R.P. & Pavlovic, N.B. 2011. Effectiveness of bowl trapping and netting for inventory of a bee community. *Environmental Entomology*, 40(2): 374–380. <https://doi.org/10.1603/EN09278>
- Grupo Ad Hoc Miel de Yateí & Food Safety Network of the National Scientific and Technical Research Council (RSA–CONICET). 2018. *Estándares de calidad microbiológico y físico-químico en miel de abejas nativas sin aguijón [Microbiological and physico-chemical quality standards in honey from native stingless bees] (ANSA)* (in Spanish) [online]. <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2018/06/INFORME-RSA-Miel-de-abejas-nativas-sin-aguijon.pdf>

- Grüter, C., Menezes, C., Imperatriz-Fonseca, V.L. & Ratnieks, F.L.W. 2012. A morphologically specialized soldier caste improves colony defense in a neotropical eusocial bee. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(4): 1182–1186. <https://doi.org/10.1073/pnas.1113398109>
- Guerra-Sanz, J.M. 2008. Crop pollination in greenhouses. In R. James & T.L. Pitts-Singer, eds. *Bee pollination in agricultural ecosystems*, pp. 27–47. Oxford, Oxford University Press.
- Gunnison, A.F. 1966. An improved method for collecting the liquid fraction of bee venom. *Journal of Apicultural Research*, 5(1): 33–36. <https://doi.org/10.1080/00218839.1966.11100129>
- Gupta, R.K., Reybroeck, W., Van Veen, J.W. & Gupta, A. 2014. *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security: Vol. 1: Technological aspects of beekeeping*. Dordrecht, Springer Science+Business Media. 665 pp.
- Guralnick, M.W., Mulfinger, L.M. & Benton, A.W. 1986. Collection and standardization of hymenoptera venoms. *Folia Allergol. Immunol Clin.*, 33: 9–18.
- Halcroft, M.T., Spooner-Hart, R. & Dollin, A.E. 2013. Australian stingless bees. In P. Vit, D.W. Roubik & S.R.M. Pedro, eds. *Pot-honey: A Legacy of stingless bees*, pp. 35–72. New York, NY, Springer New York.
- Halcroft, M.T., Spooner-Hart, R., Haigh, A.M., Heard, T.A. & Dollin, A. 2013. The Australian stingless bee industry: A follow-up survey, one decade on. *Journal of Apicultural Research*, 52(2): 1–7. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.2.01>
- Han, S.-M., Hong, I.-P., Woo, S.-O., Kim, S.-G. & Jang, H.-R. 2015. Analysis of bee venom residues in milks of dairy cattle using UHPLC with newly developed pre-processing method. *Korean Journal of Veterinary Service*, 38(1): 25–30. <https://doi.org/10.7853/kjvs.2015.38.1.25>
- Han, S.-M., Lee, K.G., Yeo, J.H., Hwang, S.J., Chenoweth, P.J. & Pak, S.C. 2009. Somatic cell count in milk of bee venom treated dairy cows with mastitis. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1(3): 104–109. <https://doi.org/10.3896/ibra.4.01.4.02>
- Haro, A., López-Aliaga, I., Lisbona, F., Barrionuevo, M., Alférez, M.J.M. & Campos, M.S. 2000. Beneficial effect of pollen and/or propolis on the metabolism of iron, calcium, phosphorus, and magnesium in rats with nutritional ferropenic anemia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11): 5715–5722. <https://doi.org/10.1021/jf000635h>
- Hatjina, F., Costa, C., Büchler, R., Uzunov, A., Drazic, M., Filipi, J., Charistos, L. et al. 2014. Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research*, 53(2): 233–247. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.05>
- Hattori, N., Ohta, S., Sakamoto, T., Mishima, S. & Furukawa, S. 2011. Royal jelly facilitates restoration of the cognitive ability in trimethyltin-intoxicated mice. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2011(165968). <https://doi.org/10.1093/ecam/nep029>
- Haydak, M.H. 1970. Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology*, 15(1): 143–156. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.15.010170.001043>
- Haynes, J.S. & Callaghan, R. 2011. Properties of honey: Its mode of action and clinical outcomes. *Wounds UK*, 7(1): 50–57. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6799-5_15
- Heard, T. 2016. *The Australian native bee book: Keeping stingless bee hives for pets, pollination and sugar bag honey*. Brisbane, Sugarbag Bees. 246 pp.
- Heard, T.A. 1988. Propagation of hives of *Trigona carbonaria* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Australian Journal of Entomology*, 27(4): 303–304. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1988.tb01178.x>
- Heard, T.A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology*, 44(1): 183–206. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.183>
- Heard, T.A. & Exley, E.M. 1994. Diversity, abundance, and distribution of insect visitors to macadamia flowers. *Environmental Entomology*, 23(1): 91–100. <https://doi.org/10.1093/ee/23.1.91>
- Hegazi, A.G. 2001. Biological activity of royal jelly. *Apimondia*.



- Hermanns, R., Mateescu, C., Thrasylvoulou, A., Tananaki, C., Wagener, F.A.D.T.G. & Cremers, N.A.J. 2020. Defining the standards for medical grade honey. *Journal of Apicultural Research*, 59(2): 125–135. <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1693713>
- Hider, R.C. 1988. Honeybee venom: A rich source of pharmacologically active peptides. *Endeavour*, 12(2): 60–65. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(88\)90082-8](https://doi.org/10.1016/0160-9327(88)90082-8)
- Hilgert, N., Geisa, M., Martínez, E., Maldonado, N., Gurini, L.B., López, C., Ciappini, C., Salomón, V., Gennari, G., Barberena, C. & Farias, E. 2018. Mieles de abejas nativas sin aguijón del noroeste de Córdoba: ‘miel rosada’, ‘miel de palo’ [Native stingless bee honeys from the northwest of Córdoba: ‘pink honey’, ‘wild honey’] (in Spanish). In: *National Agricultural Technology Institute (INTA)* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_mielesdeabejas_nativasnoroeste_cordoba.pdf
- Hinton, J., Schouten, C., Austin, A. & Lloyd, D. 2020. An overview of rural development and small-scale beekeeping in Fiji. *Bee World*, 97(2): 39–44. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2019.1698104>
- Hisashi, F. 2010. Profitable beekeeping with *Apis cerana*. *Bees for Development Journal*, 94: 8–11.
- Hobson, J.V.J. 1995. Beekeeping around the world. *Bee World*, 76(3): 160–62. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1995.11099265>
- Hofstede, G. 2001. *Culture's consequences: Comparing values, behaviours, institutions, and organizations across nations*. Second edition. Thousand Oaks, CA, SAGE Publishing. 616 pp.
- Hofstede, G., Hofstede, G.J. & Minkov, M. 2010. *Cultures and organizations: Software of the mind*. New York, NY, McGraw Hill. 576 pp.
- Hopkins, B.K., Herr, C. & Sheppard, W.S. 2012. Sequential generations of honey bee (*Apis mellifera*) queens produced using cryopreserved semen. *Reproduction, Fertility and Development*, 24(8): 1079–1083. <https://doi.org/10.1071/RD11088>
- House, R.J., Hanges, P.J., Javidan, M., Dorfman, P.W. & Gupta, V. 2004. *Culture, leadership, and organizations: The GLOBE study of 62 societies*. Thousand Oaks, CA, SAGE Publishing. 848 pp.
- Hsiang, H.K. & Elliott, W.B. 1975. Differences in honey bee (*APIS mellifera*) venom obtained by venom sac extraction and electrical milking. *Toxicon*, 13(2): 145–148. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(75\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0041-0101(75)90125-7)
- Huang, W.C. & Zhi, C.Y. 1985. The relationship between the weight of the queen honeybee at various stages and the number of ovarioles eggs laid and sealed brood produced. *Mitsubachi Kagaku*: 113–116.
- Hubbell, S.P. & Johnson, L.K. 1977. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. *Ecology*, 58(5): 949–963. <https://doi.org/10.2307/1936917>
- Human, H., Brodschneider, R., Dietemann, V., Dively, G., Ellis, J.D., Forsgren, E., Fries, I., Hatjina, F., Hu, F.L., Jaffé, R. et al. 2013. Miscellaneous standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52(4): 1–53. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.10>
- Hwang, D.-S., Kim, S.K. & Bae, H. 2015. Therapeutic effects of bee venom on immunological and neurological diseases. *Toxins*, 29(7): 2413–2421. <https://doi.org/10.3390/toxins7072413>
- Iatridou, D., Pohl, L., Tlak Gajger, I., De Briyne, N., Bravo, A. & Saunders, J. 2019. Mapping the teaching of honeybee veterinary medicine in the European Union and European Free Trade Area. *Veterinary Record Open*, 6(1): e000343. <https://doi.org/10.1136/vetreco-2019-000343>
- Ibrahim, A., Reuter, G.S. & Spivak, M. 2007. Field trial of honey bee colonies bred for mechanisms of resistance against *Varroa destructor*. *Apidology*, 38(1): 67–76. <https://doi.org/10.1051/apido:2006065>
- Illgner, P.M., Nel, E.L. & Robertson, M.P. 2010. Beekeeping and local self-reliance in rural southern Africa. *Geographical Review*, 88(3): 349–362. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.1998.tb00112.x>
- Imbach, P., Fung, E., Hannah, L., Navarro-Racines, C.E., Roubik, D.W., Ricketts, T.H., Harvey, C.A., Donatti, C.I., Läderach, P., Locatelli, B. & Roehrdanz, P.R. 2017. Coupling of pollination services and coffee suitability under climate change.

- Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(39): 10438– 10442. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617940114>
- Institute for Bee Research. undated. *Home* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beebreed.eu>
- Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBE). 2016. *Assessment report on pollinators, pollination and food production*. S.G. Potts, V. Imperatriz–Fonseca & H.T. Ngo, eds. Bonn, Secretariat of the Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 556 pp.
- International Organization for Standardization (ISO). 2016. *ISO 12824:2016 - Royal jelly — Specifications* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12824:ed-1:v1:en>
- International Organization for Standardization (ISO). 2007. *ISO 14971:2007. Medical devices — Application of risk management to medical devices* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.iso.org/standard/38193.html>
- Isaacs, R., Williams, N., Ellis, J., Pitts–Singer, T.L., Bommarco, R. & Vaughan, M. 2017. Integrated crop pollination: Combining strategies to ensure stable and sustainable yields of pollination–dependent crops. *Basic and Applied Ecology*, 22: 44–60. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.07.003>
- Ishikawa, Y., Tokura, T., Nakano, N., Hara, M., Niyonsaba, F., Ushio, H., Yamamoto, Y., Tadokoro, T., Okumura, K. & Ogawa, H. 2008. Inhibitory effect of honeybee–collected pollen on mast cell degranulation in vivo and in vitro. *Journal of Medicinal Food*, 11(1): 14–20. <https://doi.org/10.1089/jmf.2006.163>
- Italy, Il Dirigente della Struttura Prevenzione Sanità Veterinaria. 2018. D.d.s. 23 marzo 2018 – n. 4149: Approvazione del piano integrato per il controllo delle malattie infettive e infestive delle api in Lombardia [Approval of integrated plan for the control of infectious diseases of honeybees in Lombardia] (In Italian). *Bollettino Ufficiale*. Serie Ordi edition, 7–44. Lombardia. (also available at https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/cf1a5b50-23a0-4ee8-a92d-465763e10c9e/Pagine+da+BURL_14_04_04_2018.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-cf1a5b50-23a0-4ee8-a92d-465763e10c9e-mM5LLz3).
- Jacques, A., Laurent, M., Ribière–Chabert, M., Saussac, M., Bougeard, S., Budge, G.E., Hendrikx, P. & Chauzat, M.–P. 2017. A pan–European epidemiological study reveals honey bee colony survival depends on beekeeper education and disease control. *PLoS ONE*, 12(3): e0172591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172591>
- Jannesar, M., Shoushtari, M.S., Majd, A. & Pourpak, Z. 2017. Bee pollen flavonoids as a therapeutic agent in allergic and immunological disorders. *Iranian Journal of Allergy Asthma and Immunology*, 16(3): 171–182.
- Jarau, S., Hrcir, M., Zucchi, R. & Barth, F.G. 2000. Recruitment behavior in stingless bees, *Melipona scutellaris* and *M. quadrifasciata*. I. Foraging at food sources differing in direction and distance. *Apidologie*, 31(1): 81–91. <https://doi.org/10.1051/apido:2000108>
- Jensen, A.B., Palmer, K.A., Boomsma, J.J. & Pedersen, B. V. 2004. Varying degrees of *Apis mellifera ligustica* introgression in protected populations of the black honeybee, *Apis mellifera mellifera*, in northwest Europe. *Molecular Ecology*, 14(1): 93–106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2004.02399.x>
- Jiménez, M. 2011. *Guía para la crianza de abejas nativas [Guide to keeping native bees]* (in Spanish). Quito, Fundación ALTRÓPICO. (also available at https://issuu.com/marcoacuna/docs/gu_a_para_la_crianza_de_abejas_nati).
- Jolly, B. 2011. First flights in South Australia’ s systematic beekeeping and honey harvesting: first part . In: *Professional History Association* [online]. South Australia. [Cited 6 May 2021]. <http://www.sahistorians.org.au/175/bm.doc/first-flights-in-south-australias-systematic-beekeeping-and-honey-harvesting-part-1.pdf>
- Jones, R. 2009. Honey and healing through the ages. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1(1): 2–5. <https://doi.org/10.3896/IBRA.4.01.1.02>
- Joshi, S.R. 2008. *Honey in Nepal - Approach, strategy and intervention for subsector promotion*. Private Sector Promotion (PSP) and Rural Finance Nepal (RUFIN) – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). 40pp.
- Joshi, S.R., Ahmad, F. & Gurung, M.B. 2003. Participatory action research on *Apis cerana* selection for improving productivity



- and conserving biodiversity: a case study from Alital VDC of Dadeldhura District. *Mountain agriculture in the Hindu Kush-Himalayan region: Proceedings of an International Symposium held in Kathmandu, Nepal on 21-24 May, 2001*: 217–220.
- Joshi, S.R., Pechhacker, H., Willam, A. & von der Ohe, W. 2000. Physico-chemical characteristics of *Apis dorsata*, *A. cerana* and *A. mellifera* honey from Chitwan district, central Nepal. *Apidologie*, 31(3): 367–375. <https://doi.org/10.1051/apido:2000128>
- Juszczak, L., Gałkowska, D., Ostrowska, M. & Socha, R. 2016. Antioxidant activity of honey supplemented with bee products. *Natural Product Research*, 30(12): 1436–1439. <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1057582>
- Kajobe, R. 2007. Nesting biology of equatorial Afrotropical stingless bees (Apidae; Meliponini) in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *Journal of Apicultural Research*, 46(4): 245–255. <https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101403>
- Kajobe, R. 2008. *Foraging behaviour of Equatorial Afrotropical stingless bees: habitat selection and competition for resources*. Utrecht University. (PhD dissertation)
- Kajobe, R. & Roubik, D.W. 2006. Honey-making bee colony abundance and predation by apes and humans in a Uganda forest reserve. *Biotropica*, 38(2): 210–218. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00126.x>
- Kajobe, R. & Roubik, D.W. 2018. Nesting ecology of stingless bees in Africa. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D.W. Roubik, eds. *Pollen in Stingless Bee Melittology*, pp. 229–240. Cham, Springer International Publishing.
- Kalmus, H. & Ribbands, C.R. 1952. The origin of the odours by which honeybees distinguish their companions. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 140(898): 50–59. <https://doi.org/10.1098/rspb.1952.0043>
- Kellert, S.R. 1998. Kinship to mastery: Biophilia in human evolution and development. *The Quarterly Review of Biology*, 73(4): 544–545. <https://doi.org/10.1086/420520>
- Ken, T., Danyin, Z. & Shaoyu, H. 2003. *Apis cerana* provides a living in the Yunnan Mountain area of China. *Bees for Development Journal*, 72.
- Kevan, P.G. & Baker, H.G. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*, 28: 407–453. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.002203>
- Khazaei, M., Ansarian, A. & Ghanbari, E. 2018. New findings on biological actions and clinical applications of royal jelly: A review. *Journal of Dietary Supplements*, 15(5): 757–775. <https://doi.org/10.1080/19390211.2017.1363843>
- Kieliszek, M., Piwowarek, K., Kot, A.M., Błażej, S., Chlebowska-migiel, A. & Wolska, I. 2018. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 71: 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.021>
- Kim, C.M.H. 1996. Apitherapy (bee venom therapy) – A literature review. Part II: Alternative therapies in clinical practice. *Alternative Therapies in Clinical Practice*, 3(5): 13–20.
- Kim, C.M.H. 1997. Apitherapy (bee venom therapy) – A literature review: Part I. *Bee Informed*, 4(3): 4–5.
- Kim, C.M.H. 1998. Apitherapy (bee venom therapy) – A literature review: Part II. *Bee Informed*, 4(4): 5–10.
- Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. & Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*.
- Klumpers, S.G.T., Stang, M. & Klinkhamer, P.G.L. 2019. Foraging efficiency and size matching in a plant-pollinator community: the importance of sugar content and tongue length. *Ecology Letters*, 22(3): 469–479. <https://doi.org/10.1111/ele.13204>
- Klump, J. 2007. *Australian stingless bees: A guide to sugarbag beekeeping*. Brisbane, Earthling Enterprises. 120 pp.
- Koç, A.N., Silici, S., Kasap, F., Hörmet-Öz, H.T., Mavus-Buldu, H. & Ercal, B.D. 2011. Antifungal activity of the honeybee products against *Candida* spp. and *Trichosporon* spp. *Journal of Medicinal Food*, 14(1–2): 128–134. <https://doi.org/10.1089/jmf.2009.0296>
- Koeniger, N., Koeniger, K. & Tingek, S. 2010. *Honey bees of Borneo: Exploring the centre of honeybee diversity*. Borneo, Natural History Publications. 12–22.
- Komi, D.E.A., Shafaghat, F. & Zwiener, R.D. 2018. Immunology of bee venom. *Clinical Reviews in Allergy and Immunology*,

- 54(3): 386–396. <https://doi.org/10.1007/s12016-017-8597-4>
- Koritnik Trepel, D. 2018. Interpret Europe: New tourist routes explored on course in Ljubljana. In: *Interpret Europe* [online]. [Cited 6 May 2021]. http://www.interpret-europe.net/top/news/singlepage-news/news/new-tourist-routes-explored-on-course-in-ljubljana/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=2aac5030938b6e3ae0eef00c261d087a
- Kraus, F.B. 2005. Requirements for local population conservation and breeding. In M. Lodesani & C. Costa, eds. *Beekeeping and conserving biodiversity of honeybees. Sustainable bee breeding, theoretical and practical guide*, pp. 87–107. Hebden Bridge, Northern Bee Books.
- Krell, R. 1996. *Value-added products from beekeeping*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (also available at www.fao.org/3/w0076e/w0076e00.htm).
- Krishnan, S., Wiederkehr Guerra, G. Bertrand, D., Wertz-Kanounnikoff, S. & Kettle, C.J. 2020. *The pollination services of forests: A review of forest and landscape interventions to enhance their cross-sectoral benefits*. Rome, FAO and Bioersity International.
- Kryger, P. 2009. Læsø, a case study in the conservation of a honey bee population. *Proceedings of the 41st Apimondia Congress*: 132.
- Kujawska, M., Zamudio, F. & Hilgert, N.I. 2012. Honey-based mixtures used in home medicine by nonindigenous population of Misiones, Argentina. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/579350>
- Ku, P.M., Szweda, P., Jerkovi, I. & Tuberoso, C.I.G. 2016. Activity of Polish unifloral honeys against pathogenic bacteria and its correlation with colour, phenolic content, antioxidant capacity and other parameters. *Letters in Applied Microbiology*, 62(3): 269–276. <https://doi.org/10.1111/lam.12541>
- Kuznesof, P.M. & Whitehouse, B.D. undated. Beeswax chemical and technical assessment (CTA). In: *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)* [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/65/beeswax.pdf>
- Kwakman, P.H.S., te Velde, A.A., de Boer, L., Vandenbroucke-Grauls, C.M.J.E. & Zaat, S.A.J. 2011. Two major medicinal honeys have different mechanisms of bactericidal activity. *PLoS ONE*, 6(3): e17709. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017709>
- Kwapong, P., Aidoo, K., Combey, R. & Karikari, A. 2010. *Stingless bees: Importance, management and utilisation: A training manual for stingless beekeeping*. 1–82.
- Laboratorio de Investigaciones en Abejas (LABUN). 2002. *Las hijas del sol, nuestras abejas nativas [the children of the sun, our native bees]* (in Spanish) [online]. https://issuu.com/abejassilvestres2013/docs/las_hijas_del_sol_las_abejas_sin_ag
- Ladas, S.D. & Raptis, S.A. 1999. Honey, fructose absorption, and the laxative effect. *Nutrition*.
- Laidlaw, H.H. & Page Jr., R.E. 1997. *Queen rearing and bee breeding*. Kalamazoo, MI, Wicawas Press. 224 pp.
- Lambert, O., Veyrand, B., Durand, S., Marchand, P., Bizec, B. Le, Piroux, M., Puyo, S., Thorin, C., Delbac, F. & Pouliquen, H. 2012. Polycyclic aromatic hydrocarbons: Bees, honey and pollen as sentinels for environmental chemical contaminants. *Chemosphere*, 86(1): 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.09.025>
- Laurance, W.F., Nascimento, H.E.M., Laurance, S.G., Andrade, A., Ewers, R.M., Harms, K.E., Luizão, R.C.C. & Ribeiro, J.E. 2007. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. *PLoS ONE*, 2(10): e1017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001017>
- Lázaro, A., Tscheulin, T., Devaldez, J., Nakas, G. & Petanidou, T. 2016. Effects of grazing intensity on pollinator abundance and diversity, and on pollination services. *Ecological Entomology*, 41(4): 400–412. <https://doi.org/10.1111/een.12310>
- LeBlanc, B.W., Eggleston, G., Sammataro, D., Cornett, C., Dufault, R., Deeby, T. & St. Cyr, E. 2009. Formation of hydroxymethylfurfural in domestic high-fructose corn syrup and its toxicity to the honey bee (*Apis mellifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(16): 7369–7376. <https://doi.org/10.1021/jf9014526>



- LeBuhn, G., Droege, S., Connor, E., Gemmill-Herren, B. & Azzu, N. 2016. *Protocol to detect and monitor pollinator communities: Guidance for practitioners*. Rome. 64 pp. (also available at www.fao.org/3/i5367e/i5367e.pdf).
- Le Conte, Y. & Navajas, M. 2008. Climate change: Impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 27(2): 485–510. <https://doi.org/10.20506/rst.27.2.1819>
- Lee, M.J., Jang, M., Choi, J., Lee, G., Min, H.J., Chung, W.S., Kim, J.I., Jee, Y., Chae, Y., Kim, S.H. et al. 2016. Bee venom acupuncture alleviates experimental autoimmune encephalomyelitis by upregulating regulatory T cells and suppressing Th1 and Th17 responses. *Molecular Neurobiology*, 53(3): 1419–1445. <https://doi.org/10.1007/s12035-014-9012-2>
- Lee, S.B. 2016. Antifungal activity of bee venom and sweet bee venom against clinically isolated *Candida albicans*. *Journal of Pharmacopuncture*, 19(1): 45–50. <https://doi.org/10.3831/KPI.2016.19.006>
- Lehrer, M., Horridge, G.A., Zhang, S.W. & Gadagkar, R. 1995. Shape vision in bees: Innate preference for flower-like patterns. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 347(1320): 123–137. <https://doi.org/10.1098/rstb.1995.0017>
- Lensky, Y. 1975. Mating success of virgin honey bees of different ages (*Apis mellifera ligustica*). *Journal of the Georgia Entomological Society*, 10: 296–300.
- L'Ente Italiano di Accreditamento (Accredia). 2018. Directives for accreditation of Bodies issuing declarations of conformity of organic products and food-stuffs according to EC Regulations n. 834/2007 and following integrations and modifications. [Cited 26 April 2021]. <https://www.accredia.it/app/uploads/2018/11/RT-16-rev.05.pdf>
- Leonard, A.S. & Masek, P. 2014. Multisensory integration of colors and scents: Insights from bees and flowers. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 200(6): 463–474. <https://doi.org/10.1007/s00359-014-0904-4>
- Lietaer, C. 2010. Impact of beekeeping on forest conservation, preservation of forest ecosystems and poverty reduction. In: *Environmental Science* [online]. [Cited 1 November 2019]. https://www.researchgate.net/publication/238732690_Impact_of_beekeeping_on_forest_conservation_preservation_of_forest_ecosystems_and_poverty_reduction
- Linder, H.P. 2014. The evolution of African plant diversity. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2(July): 38. <https://doi.org/10.3389/fevo.2014.00038>
- Lin, X.L., Zhu, L.Q., Yuan, Y.Y. & Li, L.M. 1990. Morphological changes in aged canine prostatic hyperplasia treated with bee pollen. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 21: 164–166.
- Lloyd, D., Somerville, D. & Schouten, C. 2015. *Using Apis mellifera and Apis cerana in landless and subsistence communities in Timor-Leste and Indonesia* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://researchportal.scu.edu.au/esploro/outputs/report/Using-Apis-mellifera-and-Apis-cerana-in-landless-and-subsistence-communities-in-Timor-Leste-and-Indonesia/991012855999602368>
- Lloyd, D., Schouten, C., Somerville, D. & Roberts, J. 2019. Novel approaches for increasing participation in the honeybee industries of the Pacific. In: *Australian Centre for International Agricultural Research* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://aci.gov.au/project/ls-2017-100>
- Lo, N., Gloag, R.S., Anderson, D.L. & Oldroyd, B.P. 2010. A molecular phylogeny of the genus *Apis* suggests that the giant honey bee of the Philippines, *A. breviligula* Maa, and the plains honey bee of southern India, *A. indica* Fabricius, are valid species. *Systematic Entomology*, 35(2): 226–233. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2009.00504.x>
- Lodesani, M. & Costa, C. 2003. Bee breeding and genetics in Europe. *Bee World*, 84(2): 69–85. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2003.11099579>
- Lowore, J. & Bradbear, N. 2016. Beekeeping economics in Uganda. *Bees for Development Journal*, 108.
- Macharia, J., Raina, S.K. & Muli, E. 2007. Stingless bees in Kenya. *Bees for Development Journal*, 83: 1–9.
- MacInnis, G. & Forrest, J.R.K. 2019. Pollination by wild bees yields larger strawberries than pollination by honey bees. *Journal of Applied Ecology*, 56(4): 824–832. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13344>

- Maggi, M., Antúnez, K., Invernizzi, C., Aldea, P., Vargas, M., Negri, P., Brascosco, C., De Jong, D., Message, D., Teixeira, E.W. et al. 2016. Honeybee health in South America. *Apidologie*, 47(6): 835–854. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0445-7>
- Magnacca, K.N. & A King, C.B. 2013. *Assessing the presence and distribution of 23 Hawaiian yellow-faced bee species on lands adjacent to military installations on O'ahu and Hawai'i Island*. Honolulu, HI, Pacific Cooperative Studies Unit, University of Hawaii at Manoa. 26 pp.
- Magrath, A., González-Varo, J.P., Boiffier, M., Vilà, M. & Bartomeus, I. 2017. Honeybee spillover reshuffles pollinator diets and affects plant reproductive success. *Nature Ecology and Evolution*, 1(9): 1299–1307. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0249-9>
- Main, D.M. 2012. A Different Kind of Beekeeping Takes Flight. *The New York Times*, 17 February 2012. (also available at <http://green.blogs.nytimes.com/2012/02/17/a-different-kind-of-beekeeping-takes-flight/>).
- Malfroy, S.F., Roberts, J.M.K., Perrone, S., Maynard, G. & Chapman, N. 2016. A pest and disease survey of the isolated Norfolk Island honey bee (*Apis mellifera*) population. *Journal of Apicultural Research*, 55(2): 202–211. <https://doi.org/10.1080/0021839.2016.1189676>
- Mancke, G. 2014. The Sun Hive (Der Weissenseifener Hängekorb). Natural Beekeeping Trust.
- Markovic, O. & Mollnar, L. 1954. Isolation of and determination of bee venom. *Chemické Zvesti*, 8: 80–90.
- Martínez-Fortún, S., Ruiz, C., Quijano, N.A. & Vit, P. 2018. Rural–urban meliponiculture and ecosystems in neotropical areas. *Scaptotrigona*, a resilient stingless bee? In P. Vit & D.W. Roubik, eds. *Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology*, pp. 421–434. Cham, Springer.
- Martins, A.C., Melo, G.A.R. & Renner, S.S. 2014. The corbiculate bees arose from New World oil–collecting bees: Implications for the origin of pollen baskets. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 80(1): 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.07.003>
- Maruhashi, E., São Braz, B., Nunes, T., Pomba, C., Belas, A., Duarte-Correia, J.H. & Lourenço, A.M. 2016. Efficacy of medical grade honey in the management of canine otitis externa – a pilot study. *Veterinary Dermatology*, 27(2): 93– e27. <https://doi.org/10.1111/vde.12291>
- Maruyama, H., Sakamoto, T., Araki, Y. & Hara, H. 2010. Anti-inflammatory effect of bee pollen ethanol extract from *Cistus* sp. of Spanish on carrageenan–induced rat hind paw edema. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10: 30. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-10-30>
- Mateescu, C. 2009. *Apiterapia: Come usare i prodotti dell'alveare per la salute [Apitherapy: How to use beehive products for health purposes]* (in Italian). MIR Edizioni. 272 pp.
- Mateescu, C. 2016. *Apitherapy: A new approach for honey and hive products*. Rome, Apimondia Scientific Commission on Apitherapy. [PowerPoint presentation]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.izslt.it/apicoltura/wp-content/uploads/sites/4/2017/04/Mateescu-2.pdf>
- Mathews, K.A. & Binnington, A.G. 2002. Wound management using honey. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 24(1): 53–60.
- Matias, D.M.S., Borgemeister, C. & von Wehrden, H. 2017. Thinking beyond Western commercial honeybee hives: towards improved conservation of honey bee diversity. Springer Netherlands.
- Matias, D.M.S., Borgemeister, C. & von Wehrden, H. 2018. Ecological changes and local knowledge in a giant honey bee (*Apis dorsata* F.) hunting community in Palawan, Philippines. *Ambio*, 47(8): 924–934. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1038-7>
- Matias, D.M.S., Borgemeister, C., Sémah, A.M. & von Wehrden, H. 2019. The role of linked social–ecological systems in a mobile agent–based ecosystem service from giant honey bees (*Apis dorsata*) in an indigenous community forest in Palawan, Philippines. *Human Ecology*, 47: 905–915. <https://doi.org/10.1007/s10745-019-00114-7>
- Matias, D.M.S., Tambo, J.A., Stellmacher, T., Borgemeister, C. & von Wehrden, H. 2018. Commercializing traditional non-timber forest products: An integrated value chain analysis of honey from giant honey bees in Palawan, Philippines. *Forest*



- Policy and Economics*, 97: 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.10.009>
- Mautz, D. 1971. Der Kommunikationseffekt der Schänzeltänze bei *Apis mellifera carnica* [The communication effect of prancing in *Apis mellifera carnica* (Pollm.)] (in German). *Zeitschrift für ergeleichende Physiologie*, 72(2): 197–220.
- Mburu, P., Affognon, H., Irungu, P., Mburu, J. & Raina, S. 2015. Beekeeping for women empowerment: Case of commercial insect programme in Kitui County, Kenya. Paper presented at the 24th International Association For Feminist Economics Annual Conference, 16–18 July 2015, Berlin.
- McMenamin, A.J. & Genersch, E. 2015. Honey bee colony losses and associated viruses. *Current Opinion in Insect Science*, 8: 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.01.015>
- Meise, B. 1989. Africanized honey bees – we have a story of success! *American Bee Journal*, 129(9): 600–602.
- Meixner, M., Leta, M., Koeniger, N., Fuchs, S., Meixner, M.D. & Leta, M.A. 2011. The honey bees of Ethiopia represent a new subspecies of *Apis mellifera* – *Apis mellifera simensis* n. ssp. *Apidologie*, 42(3): 425–437. <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0007-yi>
- Meixner, M.D., Kryger, P. & Costa, C. 2015. Effects of genotype, environment, and their interactions on honey bee health in Europe. *Current Opinion in Insect Science*, 10(2015): 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.010>
- Meixner, M.D., Pinto, M.A., Bouga, M., Kryger, P., Ivanova, E. & Fuchs, S. 2013. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4): 1–28. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.05>
- Meixner, M.D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E. & Büchler, R. 2010. Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, 49(1): 85–92. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.12>
- Meixner, M.D., Francis, R.M., Gajda, A., Kryger, P., Andonov, S., Uzunov, A., Topolska, G., Costa, C., Amiri, E., Berg, S. et al. 2014. Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies used in a European genotype–environment interactions experiment. *Journal of Apicultural Research*, 53(2): 215–229. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.04>
- Melnichenko, A.N. Kapralova, O.V. 1969. Specification of the physical structure of bee venom. *22nd International Apicultural Congress*. p. 517. Paper presented at the 22nd International Apicultural Congress, 1–7 August 1969, Munich.
- Melo, G.A.R. 2016. Plectoplebeia, a new Neotropical genus of stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Zoologia*, 33(1). <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20150153>
- Menzel, R. & Backhaus, W. 1989. Color vision honey bees: Phenomena and physiological mechanisms. In D.G. Stavenga & R.C. Hardie, eds. *Facets of Vision*, pp. 281–297. Berlin, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Meyfroidt, P. & Lambin, E.F. 2011. Global forest transition: Prospects for an end to deforestation. *Annual Review of Environment and Resources*, 36(1): 343–371. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-090710-143732>
- Michelsen, A., Kirchner, W.H., Andersen, B.B. & Lindauer, M. 1986. The tooting and quacking vibration signals of honeybee queens: A quantitative analysis. *Journal of Comparative Physiology A*, 158(5): 605–611. <https://doi.org/10.1007/BF00603817>
- Michener, C.D. 1974. *The social behavior of the bees: A comparative study*. Cambridge, MA, The Belknap Press of Harvard University Press. 404 pp.
- Michener, C.D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66(3): 277–347. <https://doi.org/10.2307/2398833>
- Michener, C.D. 2007. *The bees of the world*. Second edition. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press. 992 pp.
- Min, H. 2019. Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, 62(1): 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012>
- Mitchell, E.A.D., Mulhauser, B., Mulot, M., Mutabazi, A., Glauser, G. & Aebi, A. 2017. A worldwide survey of neonicotinoids in honey. *Science*, 358(6359): 109–111. <https://doi.org/10.1126/science.aan3684>
- Mogho Njoya, M.T. 2009. *Diversity of stingless bees in Bamenda Afromontane forests – Cameroon: nest architecture, behaviour and labour calendar*. Faculty of Agriculture, Rhenish Friedrich Wilhelm University of Bonn. (PhD dissertation)
- Mohammed, S.E.A., Kabashi, A.S., Koko, W.S. & Azim, M.K. 2015. Antigiardial activity of glycoproteins and glycopeptides

- from Ziziphus honey. *Natural Product Research*, 29(22): 2100–2102. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.986659>
- Molan, P.C. 1992. The antibacterial activity of honey: 1. The nature of the antibacterial activity. *Bee World*, 73(1): 5–28.
- Molan, P.C. 2001. Potential of honey in the treatment of wounds and burns. *American Journal of Clinical Dermatology*, 2(1): 13–19. <https://doi.org/10.2165/00128071-200102010-00003>
- Molan, P.C. 2002. Re-introducing honey in the management of wounds and ulcers – theory and practice. *Ostomy/Wound Management*, 48(11): 28–40.
- Molan, P. 2005. Mode of action. In R. White, R. Cooper & P. Molan, eds. *Honey: A modern wound management product*, pp. 1–23. Aberdeen, Wounds UK.
- Monceau, K., Bonnard, O. & Thiéry, D. 2014. *Vespa velutina*: A new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pest Science*, 87(1): 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0537-3>
- Moniruzzaman, M. & Rahman, M.S. 1970. Prospects of beekeeping in Bangladesh. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 7(1): 109–116. <https://doi.org/10.3329/jbau.v7i1.4972>
- Moore, J.C., Spink, J. & Lipp, M. 2012. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*, 77(4). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x>
- Morley, R.J. 2000. *Origin and evolution of tropical rain forests*. First edition. New York, NY, John Wiley & Sons. 380 pp.
- Moure, J.S. 1961. A preliminary supra-specific classification of the Old World meliponine bees (Hymenoptera, Apoidea). *Studia Entomologica*, 4(1–4): 181–242.
- Morse, R.A. & Benton, A.W. 1964. Mass collection of bee venom. *Gleaning Bee Culture*, 92(1): 42–45.
- Mphande, A.N., Killowe, C., Phalira, S., Wynn Jones, H., Harrison, W. 2007. Effects of honey and sugar dressings on wound healing. *Journal of Wound Care*, 16(7): 317–319. <https://doi.org/10.12968/jowc.2007.16.7.27053>
- Mraz, C. 1983. Methods of collecting bee venom and its utilization. *APIACTA*, 18(2): 33–34; 54.
- Mujica, M., Blanco, G. & Santalla, E. 2016. Carbon footprint of honey produced in Argentina. *Journal of Cleaner Production*, 116: 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.086>
- Mujuni, A., Natukunda, K. & Kugonza, D.R. 2012. Factors affecting the adoption of beekeeping and associated technologies in Bushenyi District, Western Uganda. *Livestock Research for Rural Development*, 24(8).
- Mulyoutami, E., Rismawan, R. & Joshi, L. 2009. Local knowledge and management of *simpukng* (forest gardens) among the Dayak people in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 257(10): 2054–2061. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.042>
- Muñoz, I., Dall’Olio, R., Lodesani, M. & De la Rúa, P. 2014. Estimating introgression in *Apis mellifera siciliana* populations: Are the conservation islands really effective? *Insect Conservation and Diversity*, 7(6): 563–571. <https://doi.org/10.1111/icad.12092>
- Münstedt, K. 2019. Bee products and the treatment of blister-like lesions around the mouth, skin and genitalia caused by herpes viruses – A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 43(2 Suppl): 81–84. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.01.014>
- Munyuli, M.B.T. 2011. Pollinator biodiversity in Uganda and in Sub-Saharan Africa: Landscape and habitat management strategies for its conservation. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 3(11): 551–609.
- Murcia-Morales, M., Van der Steen, J.J.M., Vejsnæs, F., Díaz-Galiano, F.J., Flores, J.M. & Fernández-Alba, A.R. 2020. APIStrip, a new tool for environmental contaminant sampling through honeybee colonies. *Science of the Total Environment*, 729: 138948. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138948>
- Mustafa, M.Z., Yaacob, N.S. & Sulaiman, S.A. 2018. Reinventing the honey industry: Opportunities of the stingless bee. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 25(4): 1–5. <https://doi.org/10.21315/mjms2018.25.4.1>
- Mutinelli, F. 2011. The spread of pathogens through trade in honey bees and their products (including queen bees and semen): Overview and recent developments. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 30(1): 257–271.



- <https://doi.org/10.20506/rst.30.1.2033>
- MyApiary. undated. *MyApiary – Hive management software* [online]. [Cited 17 March 2020]. <https://www.myapiary.com/>
- Nagaland Beekeeping & Honey Mission (NBHM). 2011. Nagaland Beekeeping & Honey Mission (NBHM). [PowerPoint presentation]. [Cited 6 May 2021]. https://www.apimondia.com/en/component/easyfolderlistingpro/?view=download&format=raw&data=eNpFj0FvgzAMhf8K8r2CbFPXuVwnJICFtqFpt50qDwxESgNKAqs07b8vkEY7OX7Oe_5MKAT-WNwjdKNq2cDRojggtGNj02bUvWFr07tMiG1cIhBmyyb8tZuEkMVRP7N1_zmPCOfzpq3dIVg1XXhtM4S17IMqWzhKzILJsJrIDREl_ZgNqV3BC6txurCOcZ1UHOMefFCdn_LXvC6S57J8Kcv3qj4lu6Sqiy39W3wmbPuk0_SbiC9uu4R-Opur6ntbtR8naS_O1wiCc9KzIEzhOVfm_rkHYXXyd_hWg-gycnF4_z-AYZXark,.
- Nakamoto, S. 2008. *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Namu, Flora, N. & Wittmann, D. 2014. Are stingless bees the primary vector in spread of banana Xanthomonas wilt in Central Uganda? *International Journal of Ecology and Ecosolution*, 1: 52–60.
- Nates-Parra, G. 2001. *Guía para la cría y manejo de la abeja angelita o virginita Tetragonisca angustula Illiger [Guide for the breeding and management of bee ‘angelita’ or ‘virginita’ (Tetragonisca angustula Illiger)]* (in Spanish). Bogotá, Convenio Andres Bello. 45 pp.
- Nates-Parra, G. & Rosso-Londoño, J.M. 2013. Diversidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponini) utilizadas en meliponicultura en Colombia [Different stingless bee varieties (Hymenoptera: Meliponini) used in beekeeping in Colombia] (in Spanish). *Acta Biológica Colombiana*, 18(3): 415–426.
- National Honey Board. 2019. *International bulk prices* [online]. [Cited 15 November 2019]. <https://www.honey.com/honey-industry/statistics/international-bulk-prices>
- National Research Council. 2007. *Status of pollinators in North America*. Washington, D.C., National Academies Press. 312 pp.
- Ndyomugenyi, E.K., Odel, I. & Okeng, B. 2015. Assessing honey production value chain in Lira sub-county, Lira District, northern Uganda. *Livestock Research for Rural Development*, 27(1).
- Nepal, Ministry of Agricultural Development, Agri-Business Promotion and Statistics Division, Statistics Section. undated. *Statistical Information on Nepalese Agriculture 2012/2013* [online]. [Cited 26 April 2021]. <https://dokumen.tips/documents/statistical-information-on-nepalese-statistical-information-on-nepalese-agriculture.html>
- Neumann, P., Pettis, J.S. & Schäfer, M.O. 2016. Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles. *Apidologie*, 47(3): 427–466. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0426-x>
- Neumann, P., Koeniger, N., Koeniger, G., Tingek, S., Kryger, P. & Moritz, R.F.A. 2000. Home-site fidelity in migratory honeybees. *Nature*, 406(6795): 474–475. <https://doi.org/10.1038/35020193>
- Nicolson, S.W. 2009. Water homeostasis in bees, with the emphasis on sociality. *Journal of Experimental Biology*, 212(3): 429–434. <https://doi.org/10.1242/jeb.022343>
- Nicolson, S.W. & Thornburg, R.W. 2007. Nectar chemistry. In N. S.W., M. Nepi & E. Pacini, eds. *Nectaries and Nectar*, pp. 215–264. Dordrecht, Springer.
- Niu, K., Guo, H., Guo, Y., Ebihara, S., Asada, M., Ohru, T., Furukawa, K., Ichinose, M., Yanai, K., Kudo, Y., Arai, H., Okazaki, T. & Nagatomi, R. 2013. Royal jelly prevents the progression of sarcopenia in aged mice in vivo and in vitro. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(12): 1482–1492. <https://doi.org/10.1093/geron/glt041>
- Nixon, H.L. & Ribbands, C.R. 1952. Food transmission within the honeybee community. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B - Biological Sciences*, 140(898): 43–50. <https://doi.org/10.1098/rspb.1952.0042>
- Njau, M.A., Mpuya, P.M. & Mturi, F.A. 2009. Apiculture potential in protected areas: The case of Udzungwa Mountains National Park, Tanzania. *International Journal of Biodiversity Science & Management*, 5(2): 95–101. <https://doi.org/10.1080/17451590903087821>
- Njau, M.A., Mturi, F.A. & Mpuya, P.M. 2010. Options for stingless honey-keeping around Udzungwa Mountains National Park, Tanzania, and implications for biodiversity management. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem*

- Services & Management*, 6(3–4): 89–95. <https://doi.org/10.1080/21513732.2010.537699>
- Nkoba, K. 2012. *Distribution, behavioural biology, rearing and pollination efficiency of five stingless bee species (Apidae: Meliponinae) in Kakamega Forest, Kenya*. School of Pure and Applied Sciences, Kenyatta University. (PhD dissertation)
- Nogueira Neto, P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão [The life and breeding of indigenous stingless bees]* (in Portuguese). São Paulo, Editora Nogueirapis. 447 pp.
- Nordin, A., Sainik, N.Q.A.V., Chowdhury, S.R., Saim, A. Bin & Idrus, R.B.H. 2018. Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73: 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.002>
- O'Connor, R.S., Kunin, W.E., Garratt, M.P.D., Potts, S.G., Roy, H.E., Andrews, C., Jones, C.M., Peyton, J.M., Savage, J., Harvey, M.C. et al. 2019. Monitoring insect pollinators and flower visitation: The effectiveness and feasibility of different survey methods. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(12): 2129–2140. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13292>
- Oduwale, O., Udoh, E.E., Oyo-Ita, A. & Meremikwu, M.M. 2018. Honey for acute cough in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(4). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007094.pub5>
- Ogaba, M. 2002. Household poverty reduction through beekeeping amongst Uganda rural women. In: *Standing Commission of Beekeeping for Rural Development* [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.fiitea.org/foundation/files/194.pdf>
- Ogaba, M.R. & Akongo, T. 2001. Gender issues in beekeeping: The Uganda case. Paper presented at the 37th International Apicultural Congress, 28 October – 1 November 2001, Durban, Apimondia.
- Olaitan, P.B., Adeleke, O.E. & Ola, I.O. 2007. Honey: A reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African Health Sciences*, 7(3): 159–165.
- Ollerton, J. 2017. Pollinator diversity: Distribution, ecological function, and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48(1): 353–376. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919>
- Ollerton, J., Winfree, R. & Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3): 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. 2021. *OECD economic outlook, interim report March 2020 – Coronavirus: The world economy at risk* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.oecd.org/economic-outlook/march-2020/>
- Owen, R. 2017. Role of human action in the spread of honey bee (Hymenoptera: Apidae) pathogens. *Journal of Economic Entomology*, 110(3): 797–801. <https://doi.org/10.1093/jee/tox075>
- Owen, R.E. 2016. Rearing bumble bees for research and profit: Practical and ethical considerations. In E. Dechechi Chambó, ed. *Beekeeping and bee conservation: Advances in research*. 250 pp. InTechOpen.
- Paalhaar, J. 2006. *In-hive pollen transfer between bees enhances cross-pollination of plants*. Chair Group of Entomology, Wageningen University. (MSc thesis)
- Paar, J., Oldroyd, B.P. & Kastberger, G. 2000. Giant honeybees return to their nest sites. *Nature*, 406(6795): 475. <https://doi.org/10.1038/35020196>
- Packer, L., Gibbs, J., Sheffield, C.S. & Hanner, R. 2009. DNA barcoding and the mediocrity of morphology. *Molecular Ecology Resources*, 9(SUPPL. 1): 42–50. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2009.02631.x>
- Paini, D.R. 2004. Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. *Austral Ecology*, 29(4): 399–407. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2004.01376.x>
- Pankiw, T. 2004. Cued in: honey bee pheromones as information flow and collective decision-making. *Apidologie*, 35(2): 217–226. <https://doi.org/10.1051/apido:2004009>
- Parejo, M., Montes, I., Bouga, M., Estonba, A., Papoutsis, L., Nielsen, R.O., Momeni, J., Langa, J., Vingborg, R., Kryger, P. & Meixner, M. 2018. A comprehensive genomic and morphometric assessment of European honey bee diversity and identification of SNP markers for subspecies diagnosis. Paper presented at the EurBee8 8th Congress of Apidology, 18–20 September 2018, Ghent.



- Park, J., Kwon, O., An, H.J. & Park, K.K. 2018. Antifungal effects of bee venom components on *Trichophyton rubrum*: A novel approach of bee venom study for possible emerging antifungal agent. *Annals of Dermatology*, 30(2): 202–210. <https://doi.org/10.5021/ad.2018.30.2.202>
- Pauly, A. & Fabre Anguilet, E. 2013. Description de *Liotrigona gabonensis* sp. nov., et quelques corrections à la synonymie des espèces africaines de mélipones (Hymenoptera: Apoidea: Apinae: Meliponini) [Description of *Liotrigona gabonensis* sp. nov. and some corrections to the synonymy of the African species of Melipona (Hymenoptera: Apoidea: Apinae: Meliponini)] (in French). *Belgian Journal of Entomology*, 15: 1–13.
- Pauly, A. & Hora, Z.A. 2013. Apini and Meliponini from Ethiopia (Hymenoptera: Apoidea: Apidae: Apinae). *Belgian Journal of Entomology*, 16: 1–35.
- Pauly, A., Brooks, R.W., Nilsson, L.A., Pesenko, Y.A., Eardley, C.D., Terzo, M., Griswold, T.L., Schwarz, M., Patiny, S., Munzinger, J. et al. 2001. *Hymenoptera Apoidea de Madagascar et des îles voisines [Hymenoptera: Apoidea of Madagascar and neighbouring islands]*. Tervuren, Royal Museum for Central Africa. 406 pp.
- Pavilonis, A., Baranauskas, A., Puidokaite, L., Mazeliene, Z., Savickas, A. & Radzi nas, R. 2008. Antimicrobial activity of soft and purified propolis extracts (in Lithuanian). *Medicina (Kaunas)*2, 44(12): 977–983.
- Pechhacker, H. & Leichtfried, W. 1991. Leistungsprüfung bei der Honigbiene [Honey bee performance test] (in German). *Bienenvater*, 112: 182–184.
- Peixoto, E.C.T.M., Garcia, R.C., Domingues, P.F. & Orsi, R.O. 2009. Utilização da própolis na saúde animal [Use of propolis in animal health] (in Portuguese). *Scientia Agraria Paranaensis*, 8(1–2): 5–24.
- Pence, R.J. 1981. Methods for producing and bio-assaying intact honeybee venom for medical use. *American Bee Journal*, 121(10): 726–731.
- People's Republic of China, Ministry of Health. 2011. GB 14963–2011: National food safety standards – honey. In: *Ministry of Health Bulletin 2011 No. 12* [online]. [Cited 6 May 2021]. [https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GB14963–2011](https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GB14963-2011)
- Pérez–Castro, E. & Pérez–Montes, E. 2015. *Situación y perspectivas de la meliponicultura en Perú (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) [Status and prospects of beekeeping in Peru (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)]* (in Spanish). Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Perugini, M., Tulini, S.M.R., Zezza, D., Fenucci, S., Conte, A. & Amorena, M. 2018. Occurrence of agrochemical residues in beeswax samples collected in Italy during 2013– 2015. *Science of the Total Environment*, 625: 470–476. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.321>
- Peters, C. 1993. Forest resources of the Danau Sentarum Wildlife Reserve: Observations on the ecology, use, and management potential for timber and nontimber products. *Indonesian Agency for the Conservation of Natural Resources (KSDA) and Asian Wetlands Bureau (AWB)*.
- Phiri, B.J. & Rich, C.L. 2019. Honey bee exotic pest and disease surveillance report. *Surveillance*, 46(3): 38–39.
- Pinto, B., Caciagli, F., Riccio, E., Reali, D., Ari , A., Balog, T., Liki , S. & Scarpato, R. 2010. Antiestrogenic and antigenotoxic activity of bee pollen from *Cystus incanus* and *Salix alba* as evaluated by the yeast estrogen screen and the micronucleus assay in human lymphocytes. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 45(9): 4122–4128. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2010.06.001>
- Pirk, C.W.W., Strauss, U., Yusuf, A.A., Démares, F. & Human, H. 2016. Honeybee health in Africa—a review. *Apidologie*, 47: 276–300. [https://doi.org/10.1007/s13592–015–0406–6](https://doi.org/10.1007/s13592-015-0406-6)
- Poinar Jr., G.O. & Danforth, B.N. 2006. A fossil bee from early cretaceous Burmese amber. *Science*, 314(5799): 614. <https://doi.org/10.1126/science.1134103>
- Pokhrel, S., Shrestha, J.B. & Joshi, S.R. 2014. *Suggested National Apiculture Policy, Strategy and Action Plan Nepal*. 35 pp.
- Portman, Z.M., Orr, M.C. & Griswold, T. 2019. A review and updated classification of pollen gathering behavior in bees

- (Hymenoptera, Apoidea). *Journal of Hymenoptera Research*, 71: 171–208. <https://doi.org/10.3897/jhr.71.32671>
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W.E. 2010. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(6): 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Potts, S.G., Vulliamy, B., Roberts, S., O’ Toole, C., Dafni, A., Ne’ eman, G. & Willmer, P. 2005. Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30(1): 78–85. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00662.x>
- Pucca, M.B., Cerni, F.A., Oliveira, I.S., Jenkins, T.P., Argemí, L., Sørensen, C. V., Ahmadi, S., Barbosa, J.E. & Laustsen, A.H. 2019. Bee updated: Current knowledge on bee venom and bee envenoming therapy. *Frontiers in Immunology*, 10: 2090.
- Putra, D.P., Salmah, S. & Swasti, E. 2016. Pollination in chili pepper (*Capsicum annum* L.) by *Trigona laeviceps* and *T. minangkabau* (Hymenoptera, Meliponini). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4): 191–194.
- Qaiser, T., Ali, M., Taj, S. & Akmal, N. 2013. Impact assessment of beekeeping in sustainable rural livelihood. *Journal of Social Sciences (COES&RJ-JSS)*, 2(2): 2013.
- Quezada–Euán, J.J.G. 2018. *Stingless bees of Mexico*. New York, NY, Springer International Publishing, 294 pp.
- Quezada–Euán, J.J.G. & Alves, D.A. 2020. Meliponiculture. In C. Starr, ed. *Encyclopedia of Social Insects*, pp. 1–6. Cham, Springer International Publishing.
- Quezada–Euán, J.J.G., Nates–Parra, G., Maués, M.M., Imperatriz–Fonseca, V.L. & Roubik, D.W. 2018. The economic and cultural values of stingless bees (hymenoptera: Meliponini) among ethnic groups of tropical America. *Sociobiology*, 65(4): 534–557. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3447>
- Quinton, J.N. & Catt, J.A. 2007. Enrichment of heavy metals in sediment resulting from soil erosion on agricultural fields. *Environmental Science and Technology*, 41(10): 3495–3500. <https://doi.org/10.1021/es062147h>
- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L.A., Garratt, M.P.D., Howlett, B.G., Winfree, R., Cunningham, S.A., Mayfield, M.M., Arthur, A.D., Andersson, G.K.S. et al. 2016. Non–bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(1): 146–151. <https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>
- Radloff, S.E., Hepburn, C., Randall Hepburn, H., Fuchs, S., Hadisoesilo, S., Tan, K., Engel, M.S. & Kuznetsov, V. 2010. Population structure and classification of *Apis cerana*. *Apidologie*, 41(6): 589–601. <https://doi.org/10.1051/apido/2010008>
- Ramsey, S.D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J.D., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J.M., Ellis, J.D. et al. 2019. *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(5): 1792–1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
- Rasmussen, C. 2008. Catalog of the Indo–Malayan/Australasian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Zootaxa*, 1935(1): 180. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1935.1.1>
- Rasmussen, C. & Camargo, J.M.F. 2008. A molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona s.s.* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie*, 39(1): 102–118. <https://doi.org/10.1051/apido:2007051>
- Rasmussen, C. & Cameron, S.A. 2007. A molecular phylogeny of the Old World stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) and the non–monophyly of the large genus *Trigona*. *Systematic Entomology*, 32(1): 26–39. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2006.00362.x>
- Rasmussen, C. & Cameron, S.A. 2009. Global stingless bee phylogeny supports ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. *Biological Journal of the Linnean Society*, 99(1): 206–232. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2009.01341.x>
- Rasmussen, C. & Gonzalez, V.H. 2013. Prologue: Stingless bees now and in the future. In P. Vit & D.W. Roubik, eds. *Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots*, p. Mérida, University of Los Andes, Faculty of Pharmacy and Bioanalysis.
- Ratnieks, F.L.W. & Carreck, N.L. 2010. Clarity on honey bee collapse? *Science*, 327(5962): 152–153. <https://doi.org/10.1126/science.1185563>
- Ray, A.M., Lopez, D.L., Iturralde Martinez, J.F., Galbraith, D.A., Rose, R., Van Engelsdorp, D., Rosa, C., Evans, J.D. &



- Grozinger, C.M. 2020. Distribution of recently identified bee-infecting viruses in managed honey bee (*Apis mellifera*) populations in the USA. *Apidologie*, 51(5): 736–745. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00757-2>
- Reetz, J.E., Schulz, W., Seitz, W., Spitteller, M., Zühlke, S., Armbruster, W. & Wallner, K. 2016. Uptake of neonicotinoid insecticides by water-foraging honey bees (Hymenoptera: Apidae) through guttation fluid of winter oilseed rape. *Journal of Economic Entomology*, 109(1): 31–40. <https://doi.org/10.1093/jee/tov287>
- Reid, M. 2012. *Pacific Horticultural and Agricultural Market Access Program (PHAMA) – Technical report 35: Disease survey of honey bees in Samoa*. Adelaide, URS Australia Pty Ltd. 32 pp.
- Requier, F., Garcia, N., Andersson, G., Oddi, F. & Garibaldi, L.A. 2017. La pérdida global de colonias de la abeja melífera: un mundo de encuestas donde las fronteras persisten [Global honeybee colony loss: a world of surveys where barriers remain] (in Spanish). *Apicultura sin Fronteras*, 92: 13–18.
- Reybroeck, W. & Gupta, R.K. 2014. Quality and regulation of honey and bee products. In R.K. Gupta, W. Reybroeck, J. van Veen & A. Gupta, eds. *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security. Vol. 1: Technological aspects of beekeeping*, p. 665. Dordrecht, Springer Nature.
- Ricketts, T.H. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology*, 18(5): 1262–1271. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00227.x>
- Ricketts, T.H., Regetz, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Bogdanski, A., Gemmill-Herren, B., Greenleaf, S.S., Klein, A.M., Mayfield, M.M. et al. 2008. Landscape effects on crop pollination services: Are there general patterns? *Ecology Letters*, 11(5): 499–515. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01157.x>
- Rinderer, T.E., Harris, J.W., Hunt, G.J. & De Guzman, L.I. 2010. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. *Apidologie*, 41(3): 409–424. <https://doi.org/10.1051/apido/2010015>
- Ritter, W., ed. 2014. *Bee health and veterinarians*. Paris, World Organisation for Animal Health (OIE).
- Rivera-Gomis, J., D'Ascenzi, C., Mortarino, M., Barca, L., Brajon, G., Cerrone, A., Marino, A. & Formato, G. 2018. The Scientific Veterinary Medical Association for Apiculture (SVETAP). pp. 238–239. Paper presented at the EurBee8 8th Congress of Apidology, 18–20 September 2018, Ghent.
- Rivera-Gomis, J., Bubnic, J., Ribarits, A., Moosbeckhofer, R., Alber, O., Kozmus, P., Jannoni-Sebastianini, R., Haefeker, W., Köglberger, H., Smodis Skerl, M.I. et al. 2019. Good farming practices in apiculture. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 38(3): 879–890. <https://doi.org/10.20506/rst.38.3.3032>
- Rivero-Oramas, R. 1973. *Abejas criollas sin aguijón [Native stingless bees]* (in Spanish). Caracas, Monte Ávila Editores. 110 pp.
- Roberts, J.M.K., Anderson, D.L. & Tay, W.T. 2015. Multiple host shifts by the emerging honeybee parasite, *Varroa jacobsoni*. *Molecular Ecology*, 24(10): 2379–2391. <https://doi.org/10.1111/mec.13185>
- Roberts, J.M.K., Schouten, C.N., Sengere, R.W., Jave, J. & Lloyd, D. 2020. Effectiveness of control strategies for *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps mercedesae* in Papua New Guinea. *Experimental and Applied Acarology*, 80(3): 399–407. <https://doi.org/10.1007/s10493-020-00473-7>
- Roberts, R.D. & Johnson, M.S. 1978. Dispersal of heavy metals from abandoned mine workings and their transference through terrestrial food chains. *Environmental Pollution (1970)*, 16(4): 293–310. [https://doi.org/10.1016/0013-9327\(78\)90080-0](https://doi.org/10.1016/0013-9327(78)90080-0)
- Robinson, W.S. 2012. Migrating giant honey bees (*Apis dorsata*) congregate annually at stopover site in Thailand. *PLoS ONE*, 7(9): e44976. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044976>
- Rodríguez-Malaver, A.J., Rasmussen, C., Gutiérrez, M.G., Gil, F., Nieves, B. & Vit, P. 2009. Properties of honey from ten species of Peruvian stingless bees. *Natural Product Communications*, 4(9): 1221–1226. <https://doi.org/10.1177/1934578X0900400913>
- Roffet-Salque, M., Regert, M., Evershed, R.P., Outram, A.K., Cramp, L.J.E., Decavallas, O., Dunne, J., Gerbault, P., Mileto, S., Mirabaud, S. et al. 2015. Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. *Nature*, 527(7577): 226–230. <https://doi.org/10.1038/nature15757>

- Roig-Alsina, A., Vossler, F.G. & Gennari, G.P. 2013. Stingless bees in Argentina. In P. Vit, S. Pedro & D. Roubik, eds. *Pot-honey: A Legacy of stingless bees*, pp. 125–134. New York, NY, Springer.
- Rollin, O. & Garibaldi, L.A. 2019. Impacts of honeybee density on crop yield: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 56(5): 1152–1163. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13355>
- Roper, T. & González, M. 2013. *Pacific Horticultural and Agricultural Market Access Program (PHAMA) – Technical report 49: Disease survey of honey bees in Fiji (FIJI15)*. Adelaide, URS Australia Pty Ltd. 39 pp.
- Rortais, A., Arnold, G., Halm, M.-P. & Touffet-Briens, F. 2005. Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees. *Apidologie*, 36(1): 71–83. <https://doi.org/10.1051/apido:2004071>
- Rosenkranz, P., Aumeier, P. & Ziegelmann, B. 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(SUPPL. 1): S96–S119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>
- Rossi, R. 2017. At a glance: The EU' s beekeeping sector. In: *European Parliamentary Research Service* [online]. [Cited 6 May 2021]. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2017/608786/EPRS_ATA\(2017\)608786_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2017/608786/EPRS_ATA(2017)608786_EN.pdf)
- Roubik, D.W. 1979. Africanized honey bees, stingless bees, and the structure of tropical plant–pollinator communities. In D. Caron, ed. *IVth International Symposium on Pollination, Maryland Agricultural Experiment Station 1*, pp. 403–417. College Park, MD.
- Roubik, D.W., ed. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. 514 pp.
- Roubik, D.W. 1990. Niche preemption in tropical bee communities: A comparison of neotropical and Malesian faunas. In S.F. Sakagami, R.-I. Ohgushi & D.W. Roubik, eds. *Natural history of social wasps and bees in equatorial Sumatra*, pp. 245–257. Sapporo, Hokkaido University Press.
- Roubik, D.W. 1992. Stingless bees: a guide to Panamanian and Mesoamerican species and their nests (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). In D. Quintero & A. Aiello, eds. *Insects of Panama and Mesoamerica. Selected Studies*, pp. 495–524. Oxford, Oxford University Press.
- Roubik, D.W. 1996. Order and chaos in tropical bee communities. In C.A. Garófalo, ed. *2nd encontro abelhas de Ribeirao Preto [2nd meeting on bees in Ribeirao Preto]*, pp. 122–132. São Paulo.
- Roubik, D.W. 1999. The foraging and potential outcrossing pollination ranges of African honey bees (Apiformes: Apidae; Apini) in Congo Forest. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 72(4): 394–401. <https://doi.org/10.2307/25085927>
- Roubik, D.W. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37(2): 124–143. <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>
- Roubik, D.W., ed. 2014. *Pollinator safety in agriculture*. Balboa, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 138 pp. (also available at www.fao.org/3/i3800e/i3800e.pdf).
- Roubik, D.W. 2018. 100 species of meliponines (Apidae: Meliponini) in a parcel of western Amazonian forest at Yasuni Biosphere Reserve, Ecuador. In P. Vit, S. Pedro & D. Roubik, eds. *Pot-pollen in stingless bee mellittology*, pp. 189–206. Cham, Springer.
- Roubik, D.W. & De Camargo, J.M.F. 2012. The Panama microplate, island studies and relictual species of *Melipona (Melikerria)* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Systematic Entomology*, 37(1): 189–199. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2011.00587.x>
- Roubik, D.W. & Gemmill-Herren, B. 2016. Developing pollination management plans across agricultural landscapes: Quo vadis, sustainable crop pollination? In B. Gemmill-Herren & B.F. De Souza Dias, eds. *Pollination services to agriculture: Sustaining and enhancing a key ecosystem service*. London, United Kingdom, Earthscan. 283 pp.
- Roubik, D.W., Heard, T.A. & Kwapong, P. 2018. Stingless bee colonies and pollination. In D.W. Roubik, ed. *The pollination of cultivated plants: A compendium for practitioners, vol. 2*. Balboa, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 266 pp.



- Ruoff, K. & Bogdanov, S. 2004. Authenticity of honey and other bee products. *APIACTA*, 38: 317–327.
- Russo, L. 2016. Positive and negative impacts of non-native bee species around the world. *Insects*, 7(4): 69. <https://doi.org/10.3390/insects7040069>
- Ruttner, F. 1972a. Controlled mating and selection of the honey bee. Paper presented at the International Apicultural Symposium, 31 July–5 August 1972, Lunz am See.
- Ruttner, F. 1972b. Technical recommendations for methods of evaluating performance of bee colonies. In F. Ruttner, ed. *Controlled mating and selection of the honey bee*. pp. 87–92. Paper presented at the International Apicultural Symposium, 31 July–5 August 1972, Lunz am See.
- Ruttner, F. & Maul, V. 1983a. Experimental analysis of reproductive interspecies isolation of *Apis mellifera* L. and *Apis cerana* Fabr. *Apidologie*, 14(4): 309–327.
- Ruttner, F. 1983b. Maintaining queens during the mating period. *Queen rearing. Biological basis and technical instructions*, pp. 235–277. Bucharest, Apimondia Publishing House.
- Ruttner, F. 1988. *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Berlin, Springer, Berlin, Heidelberg. 284 pp.
- Ruttner, F. 2013. *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Berlin, Springer Science & Business Media. 284 pp.
- Sacco, S.J., Jones, A.M. & Sacco, R.L. 2014. Incorporating global sustainability in the business language curriculum. *Global Business Languages*, 19(3).
- Sakagami, S.F. 1982. Stingless bees. In H.R. Hermann, ed. *Social insects*. Third edition, pp. 361–423. New York, NY, Academic Press.
- Salles, J., Cardinault, N., Patrac, V., Berry, A., Giraudet, C., Collin, M.L., Chanet, A., Tagliaferri, C., Denis, P., Pouyet, C. et al. 2014. Bee pollen improves muscle protein and energy metabolism in malnourished old rats through interfering with the Mtor signaling pathway and mitochondrial activity. *Nutrients*, 6(12): 5500–5516. <https://doi.org/10.3390/nu6125500>
- Santos, J. 2008. A history of futures trading in the United States. In: *EH.Net Encyclopedia* [online]. [Cited 29 June 2020]. <https://eh.net/encyclopedia/a-history-of-futures-trading-in-the-united-states/>
- Saville, N.M. & Acharya, N.P. 2001. *Beekeeping in Humla district West Nepal: A field study* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://www.apiservices.biz/documents/articles-en/beekeeping_in_Humla_district_west_nepal.pdf
- Sawicka, D., Car, H., Borawska, M.H. & Nikli ski, J. 2012. The anticancer activity of propolis. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, 50(1): 25–37. <https://doi.org/10.5603/FHC.2012.0004>
- Schatz, F. & Wallner, K. 2009. *Pflanzenschutzmittelapplikation in blühenden raps (Brassica napus) und deren auswirkungen auf die rückstandssituation in honig, nektar und pollen der honigbiene (Apis mellifera L.)*. [Pesticide application in flowering rape (Brassica napus) and its effect on the residue levels in honey, nectar and pollen from the honey bee (Apis mellifera L.)]. University of Hohenheim. (Diploma thesis)
- Schmidt, J.O. & Buchmann, S.L. 1999. Other products of the hive. In J.M. Graham, ed. *The hive and the honeybee*, pp. 928–977. Hamilton, IL, Dadant & Sons Inc.
- Schouten, C. 2019. *The five pillars for agricultural development: A case study of beekeeping in Papua New Guinea*. Southern Cross University. (PhD thesis)
- Schouten, C.N. & Lloyd, D.J. 2019. Considerations and factors influencing the success of beekeeping programs in developing countries. *Bee World*, 96(3): 75–80. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2019.1607805>
- Schouten, C., Lloyd, D. & Lloyd, H. 2019. Beekeeping with the Asian honey bee (*Apis cerana javana* Fabr) in the Indonesian Islands of Java, Bali, Nusa Penida, and Sumbawa. *Bee World*, 96(2): 45–49. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2018.1564497>
- Schouten, C.N., Lloyd, D.J., Alexanderson, M.S. & Gonapa, M. 2020. History of beekeeping in Papua New Guinea. *Bee World*, 97(3): 84–89. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2020.1760070>
- Schouten, C., Lloyd, D., Ansharyani, I., Salminah, M., Somerville, D. & Stimpson, K. 2020. The role of honey hunting in supporting subsistence livelihoods in Sumbawa, Indonesia. *Geographical Research*, 58(1): 64–76. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2020.1760070>

- org/10.1111/1745-5871.12380
- Schumacher, M.J., Schmidt, J.O. & Egen, N.B. 1989. Lethality of ‘killer’ bee stings. *Nature*, 337(6206): 413. <https://doi.org/10.1038/337413a0>
- Schwartz, S.H. 2004. Mapping and interpreting cultural differences around the world. In H. Vinken, J. Soeters & P. Ester, eds. *Comparing cultures: Dimensions of culture in a comparative perspective*, pp. 43–73. Leiden, MA, Brill.
- Schwartz, S.H. 2008. *Cultural value orientations: Nature and implications of national differences* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://blogs.helsinki.fi/valuesandmorality/files/2009/09/Schwartz-Monograph-Cultural-Value-Orientations.pdf>
- Secretaria de Estado de Santa Catarina da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural. 2020. Portaria SAR nº 37/2020, de 04/11/2020. Decreto Estadual nº 39.
- Secretaría de Regulación y Gestión Sanitaria y Secretaría de Alimentos y Bioeconomía. 2019 Miel de *Tetragonisca fiebrigi* (yateí). Resolución Conjunta 17/2019 RESFC- 2019-17-APN-SRYGS#MSYDS 02/05/2019 N° 29258/19 v. 02/05/2019 <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/206764/20190502>
- Seeley, T.D. 1983. Division of labor between scouts and recruits in honeybee foraging. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 12(3): 253–259. <https://doi.org/10.1007/BF00290778>
- Shalizar Jalali, A., Najafi, G., Hosseinchi, M. & Sedighnia, A. 2015. Royal jelly alleviates sperm toxicity and improves in vitro fertilization outcome in stanozolol-treated mice. *Iranian Journal of Reproductive Medicine*, 13(1): 15–22.
- Sharma, R.S. 2015. Role of universities in development of civil society and social transformation. *Proceedings of International Academic Conferences*, 2604181.
- Sheppard, W.S. & Meixner, M.D. 2003. *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from Central Asia. *Apidologie*, 34(4): 367–375. <https://doi.org/10.1051/apido:2003037>
- Sheppard, W.S., Arias, M.C., Grech, A. & Meixner, M.D. 1997. *Apis mellifera ruttneri*, a new honey bee subspecies from Malta. *Apidologie*, 28(5): 287–293. <https://doi.org/10.1051/apido:19970505>
- Shimanuki, H., Knox, D.A. & De Jong, D. 1991. Bee diseases, parasites, and pests. In M. Spivak, D.J.C. Fletcher & M.D. Breed, eds. *The ‘African’ honey bee*, pp. 283–296. Boulder, CO, Westview Press.
- Shin, S.-H., Kim, Y.-H., Kim, J.-K. & Park, K.-K. 2014. Anti-allergic effect of bee venom in an allergic rhinitis mouse model. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 37(8): 1295–1300. <https://doi.org/10.1248/bpb.b14-00102>
- Simone-Finstrom, M., Li-Byarlay, H., Huang, M.H., Strand, M.K., Rueppell, O. & Tarpy, D.R. 2016. Migratory management and environmental conditions affect lifespan and oxidative stress in honey bees. *Scientific Reports*, 6: 32023. <https://doi.org/10.1038/srep32023>
- Slavov, A., Trifonov, A., Peychev, L., Dimitrova, S., Peycheva, S., Gotcheva, V. & Angelov, A. 2013. Biologically active compounds with antitumor activity in propolis extracts from different geographic regions. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 27(4): 4010–4013. <https://doi.org/10.5504/BBEQ.2013.0034>
- Slow Food International. 2019. *Wild honey of the Wichi people: A treasure to be discovered* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.slowfood.com/wild-honey-of-the-wichi-people-a-treasure-to-be-discovered/>
- Smajgl, A., House, A.P.N. & Butler, J.R.A. 2011. Implications of ecological data constraints for integrated policy and livelihoods modelling: An example from East Kalimantan, Indonesia. *Ecological Modelling*, 222(3): 888–896. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.11.015>
- Smeeckens, C. 1996. *Het telen van hommels [Rearing bumblebees]* (in Dutch). First edition. Hilvarenbeek, Stichting landelijk proefbedrijf voor insectenbestuiving en bijenhouderij Ambrosiushoeve. 34 pp.
- Smith, J.P., Heard, T.A., Beekman, M. & Gloag, R. 2016. Flight range of the Australian stingless bee *Tetragonula carbonaria* (Hymenoptera: Apidae). *Austral Entomology*, 56(1): 50–53. <https://doi.org/10.1111/aen.12206>
- Snelling, R.R. 2003. Bees of the Hawaiian Islands, exclusive of Hylaeus (Nesoprosopis) (Hymenoptera: Apoidea). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 76(2): 342–356. <https://doi.org/10.2307/25086121>



- Soares, A.E.E. 1985. Cardboard bait hives: A practicable alternative to capturing swarms. *International Bee Research Association Newsletter for Beekeeping in Tropical and Subtropical Countries*, 6(3).
- Somerville, D. 2005. *Fat bees skinny bees: A manual on honey bee nutrition for beekeepers*. Kingston, Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). 150 pp. (also available at <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/05-054.pdf>).
- Solignac, M., Vautrin, D., Baudry, E., Mougél, F., Loiseau, A. & Cornuet, J.-M. 2004. A microsatellite-based linkage map of the honeybee, *Apis mellifera* L. *Genetics*, 167(1): 253–262. <https://doi.org/10.1534/genetics.167.1.253>
- Souza, B., Roubik, D., Barth, O., Heard, T., Enríquez, E., Carvalho, C., Villas-Bôas, J., Marchini, L., Locatelli, J., Persano-Oddo, L. et al. 2006. Composition of stingless bee honey: Setting quality standards. *Interciencia*, 31(12): 867–875.
- Spanish Association for Standardization (UNE). 2008. UNE-EN ISO 22005:2008. Traceability in the feed and food chain – General principles and basic requirements for system design and implementation. In: *UNE Normalización Española* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0041810>
- Spottiswoode, C.N., Begg, K.S. & Begg, C.M. 2016. Reciprocal signaling in honeyguide–human mutualism. *Science*, 353(6297): 387–389. <https://doi.org/10.1126/science.aaf4885>
- Srinivasan, M. V. 2010. Honey bees as a model for vision, perception, and cognition. *Annual Review of Entomology*, 55(1): 267–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.010908.164537>
- Statista. 2017. *Global organic honey market value* [online]. [Cited 15 November 2019]. <https://www.statista.com/statistics/933490/global-organic-honey-market-value/>
- Stratton-Porter, G. 1925. *The keeper of the bees*. First edition. New York, NY, Page & Company. pp. 77; 152.
- Sumpter, D.J.T. & Martin, S.J. 2004. The dynamics of virus epidemics in *Varroa*-infested honey bee colonies. *Journal of Animal Ecology*, 73(1): 51–63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2004.00776.x>
- Sutter, L., Jeanneret, P., Bartual, A.M., Bocci, G. & Albrecht, M. 2017. Enhancing plant diversity in agricultural landscapes promotes both rare bees and dominant crop-pollinating bees through complementary increase in key floral resources. *Journal of Applied Ecology*, 54(6): 1856–1864. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12907>
- Svensson, B. 2002. *Income from beekeeping: Examples of expectations and experience*. N. Bradbear, E. Fisher & H. Jackson, eds. Monmouth, United Kingdom, Bees for Development. 41–45 pp.
- Sylvester, G. 2019. *E-Agriculture in action: Blockchain for agriculture - Opportunities and Challenges*. Bangkok, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Telecommunication Union (ITU). 72 pp. (also available at <http://handle.itu.int/11.1002/pub/8129545a-en>).
- Tan, K., Qu, Y., Wang, Z., Liu, Z. & Engel, M.S. 2016. Haplotype diversity and genetic similarity among populations of the Eastern honey bee from Himalaya–Southwest China and Nepal (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 47(2): 197–205. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0390-x>
- Tan, N.Q. & Ha, D.T. 2002. Socio-economic factors in traditional rafter beekeeping with *Apis dorsata* in Vietnam. *Bee World*, 83(4): 165–170. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2002.11099559>
- Tautz, J. 1989. *The buzz about bees: Biology of a superorganism*. Berlin, Springer Nature. 284 pp.
- Taylor, B. & Roper, T. 2013. *Pacific Horticultural and Agricultural Market Access Program (PHAMA) – Technical report 34: Disease survey of honey bees in Vanuatu (VAN10)*. Adelaide, URS Australia Pty Ltd. 43 pp.
- Ter, P. 1999. Ueber eine merkwürdige beziehung des bienenstiches zum rheumatismus [A peculiar connection between bee stings and rheumatism] (in German). *Urban & Schwarzenberg*, 29(35): 1261–1263.
- Theisen-Jones, H. & Bienefeld, K. 2016. The Asian honey bee (*Apis cerana*) is significantly in decline. *Bee World*, 93(4): 90–97. <https://doi.org/10.1080/0005772x.2017.1284973>
- Thrasivoulou, A., Tananaki, C., Goras, G., Karazafiris, E., Dimou, M., Liolios, V., Kanelis, D. & Gounari, S. 2018. Legislation of honey criteria and standards. *Journal of Apicultural Research*, 57(1): 88–96. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1411181>

- Tiesler, F.–K., Bienefeld, K. & Büchler, R. 2016. *Selektion bei der Honigbiene [Selection in honeybees]* (in German). Herten, Buchhausen Verlag, 318 pp.
- Tlak Gajger, I. 2017. *Prepoznavanje bolesti medonosne pčele [Recognizing honeybee diseases]* (in Croatian). Zagreb, Hrvatski pčelarski savez, 20 pp.
- Tlak Gajger, I. 2019a. How Vets4Bees work benefits wider society? pp. 40–41. Paper presented at the 32nd General Assembly of European Association of Establishments for Veterinary Education, 30–31 May 2019, Zagreb.
- Tlak Gajger, I. 2019b. Implementing of veterinary profession in beekeeping. p. 48. Paper presented at the 7th Slovenian Veterinary Congress, 3–6 April 2019, Portorož.
- Tlak Gajger, I., Saka, M. & Gregorc, A. 2017. Impact of thiamethoxam on honey bee queen (*Apis mellifera carnica*) reproductive morphology and physiology. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 99(3): 297–302. <https://doi.org/10.1007/s00128-017-2144-0>
- Tlak Gajger, I., Kosanovi, M., Orešani, V., Kos, S. & Bilandžić, N. 2019. Mineral content in honeybee wax combs as a measurement of the impact of environmental factors. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 103: 697–703. <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02713-y>
- Tomljanovi, Z., Tlak Gajger, I. & Santra, V. 2012. *Dobra veterinarska praksa u pčelinjaku [Good veterinary practice in apiaries]* (in Croatian). Zagreb, Bayer Animal Health.
- Torniyie, F. & Kwapong, P.K. 2015. Nesting ecology of stingless bees and potential threats to their survival within selected landscapes in the northern Volta region of Ghana. *African Journal of Ecology*, 53(4): 398–405. <https://doi.org/10.1111/aje.12208>
- Tripoli, M. & Schmidhuber, J. 2018. *Emerging opportunities for the application of blockchain in the agri-food industry*. Rome and Geneva, 40 pp.
- Trumbeckaitė, S., Dauksienė, J., Bernatoniene, J. & Janulis, V. 2015. Knowledge, attitudes, and usage of apitherapy for disease prevention and treatment among undergraduate pharmacy students in Lithuania. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2015: 172502.
- Tsvetkov, N., Samson–Robert, O., Sood, K., Patel, H.S., Malena, D.A., Gajiwala, P.H., Maciukiewicz, P., Fournier, V. & Zayed, A. 2017. Chronic exposure to neonicotinoids reduces honey bee health near corn crops. *Science*, 356(6345): 1395–1397. <https://doi.org/10.1126/science.aam7470>
- Tu, X. & Chen, W. 2020. Overview of analytical methods for the determination of neonicotinoid pesticides in honeybee products and honeybee. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. <https://doi.org/10.1080/10408347.2020.1728516>
- Tulini, S.M.R., Perugini, M. & Amorena, M. 2019. Trend of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/PCDFs) in beehive matrices: a pilot study to evaluate possible application of “honey bees monitoring stations” as a preventive alert system. p. 100. Paper presented at the Honey Bee Health Symposium 2019: New Approaches to Honey Bee Health, 13–15 February 2019, Rome. (also available at <https://www.izslt.it/bpractices/wp-content/uploads/sites/11/2019/08/2019-Apimondia-Rome-proceedings.pdf>).
- Tumanov, A.A. & Osipova, N.I. 1963. Biological determination of traces of substances. pp. 238–246. Paper presented at Mat. All-Union Conf., 1963, Gorky.
- Turnbull, P. 2015. Science, voyages, and encounters in Oceania, 1511–1850. *Journal of Pacific History*, 50(3): 377–379. <https://doi.org/10.1080/00223344.2015.1074328>
- Ulrich, R.S. 1993. Biophilia, biophobia, and natural landscapes. *The Biophilia Hypothesis*, 7: 73–137.
- Uzunov, A., Büchler, R. & Bienefeld, K. 2015. Performance testing protocol: A guide for European honey bee breeders. In: *Sustainable Management of Resilient Bee Populations* [online]. [Cited 6 May 2021]. https://www.smartbees-fp7.eu/resources/Publications/2016/ENG_SMARTBEES-Protocol-for-performance-testing_2015_ISBN.pdf
- Uzunov, A., Brascamp, E.W. & Büchler, R. 2017. The basic concept of honey bee breeding programs. *Bee World*, 94(3): 84–87.



- <https://doi.org/10.1080/0005772x.2017.1345427>
- Uzunov, A., Costa, C., Panasiuk, B., Meixner, M., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Andonov, S., Bienkowska, M., Le Conte, Y. et al. 2014. Swarming, defensive and hygienic behaviour in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. *Journal of Apicultural Research*, 53(2): 248–260. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.53.2.06>
- Vaissière, B.E., Freitas, B.M. & Gemmill-Herren, B. 2011. *Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: A handbook for its use or its use*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 82 pp.
- Vandame, R. & Palacio, M.A. 2010. Preserved honey bee health in Latin America: A fragile equilibrium due to low-intensity agriculture and beekeeping? *Apidologie*, 41(3): 243–255. <https://doi.org/10.1051/apido/2010025>
- Van der Steen, J.J.M. 2016. *The colony of the honeybee (Apis mellifera L.) as a bio-sampler for pollutants and plant pathogens*. Sub-department of Environmental Technology, Wageningen University. (PhD thesis)
- Van der Steen, J.J.M., Bergsma-Vlami, M. & Wenneker, M. 2017. The perfect match: Simultaneous strawberry pollination and bio-sampling of the plant pathogenic bacterium *Erwinia pyrifoliae* by honey bees *Apis mellifera*. *Sustainable Agriculture Research*, 7(1): 25. <https://doi.org/10.5539/sar.v7n1p25>
- Van Doorn, A. 1989. Factors influencing dominance behaviour in queenless bumblebee workers (*Bombus terrestris*). *Physiological Entomology*, 14(2): 211–221. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1989.tb00954.x>
- van Hateren, J.H., Srinivasan, M.V. & Wait, P.B. 1990. Pattern recognition in bees: Orientation discrimination. *Journal of Comparative Physiology A*, 167(5): 649–654. <https://doi.org/10.1007/BF00192658>
- Van Heemert, C., De Ruijter, A., Van den Eijnde, J. & Van der Steen, J. 1990. Year-round production of bumble bee colonies for crop pollination. *Bee World*, 71(2): 54–56. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1990.11099036>
- Van Nuland, M.E., Haag, E.N., Bryant, J.A.M., Read, Q.D., Klein, R.N., Douglas, M.J., Gorman, C.E., Greenwell, T.D., Busby, M.W., Collins, J. et al. 2013. Fire promotes pollinator visitation: Implications for ameliorating declines of pollination services. *PLoS ONE*, 8(11): e79853. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079853>
- Velthuis, H.H.W. & Van Doorn, A. 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, 37(4): 421–451. <https://doi.org/10.1051/apido:2006019>
- Verma, S. & Attri, P.K. 2008. Indigenous beekeeping for sustainable development in Himachal Himalaya. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 7(2): 221–225.
- Vidal-Naquet, N. 2015. *Honeybee veterinary medicine: Apis mellifera L.* First edition. Sheffield, 5m Publishing. 288 pp.
- Vidal-Naquet, N. & Roy, C. 2014. The veterinary profession: An asset to the bee-keeping sector. *OIE Bulletin*(2014 – 2), 9–12.
- Viel, C. & Doré, J.C. 2003. History and uses of honey, mead and hive products. *Revue d'histoire de la pharmacie*, 51(337): 7–20. <https://doi.org/10.3406/pharm.2003.5474>
- Villanueva-Gutiérrez, R., Roubik, D.W., Colli-Ucán, W. & Tuz-Novelo, M. 2018. The value of plants for the Mayan stingless honey bee *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini): A pollen-based study in the Yucatán Peninsula, Mexico. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D. Roubik, eds. *Pot-pollen in stingless bee melittology*, pp. 67–76. Cham, Springer.
- Visscher, P.K. & Seeley, T.D. 1982. Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology*, 63(6): 1790–1801. <https://doi.org/10.2307/1940121>
- Vit, P. 2008. La miel precolombina de abejas sin aguijón (Meliponini), aún no tiene normas de calidad [Pre-Columbian honey from stingless bees (Meliponini) still lacks quality standards] (in Spanish). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 42(3): 415–423.
- Vit, P. 2013. *Melipona favosa* pot-honey from Venezuela. In P. Vit, S. Pedro & D. Roubik, eds. *Pot-honey: A legacy of stingless bees*, pp. 363–373. New York, NY, Springer.
- Vit, P. & Roubik, D.W., eds. 2013. *Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots*. Mérida, University of Los Andes, Faculty of Pharmacy and Bioanalysis.
- Vit, P., Pedro, S.R.M. & Roubik, D., eds. 2012. *Pot-honey: A legacy of stingless bees*. New York, NY, Springer. 654 pp.

- Von Frisch, K. 1967. *The dance language and orientation of bees*. Cambridge, MA, Belknap Press. 566 pp.
- Waddington, K.D. 1980. Flight patterns of foraging bees relative to density of artificial flowers and distribution of nectar. *Oecologia*, 44(2): 199–204. <https://doi.org/10.1007/BF00572680>
- Wael, L. 1988. *De honingbij als mogelijke vector van Erwinia amylovora (Burr.) [The honeybee as a possible vector of Erwinia amylovora (Burr.)]* (in Dutch). Agricultural University. (PhD dissertation)
- Wainwright, D. 2002. North western bee products: A Zambian success story. In N. Bradbear, E. Fisher & H. Jackson, eds. *Strengthening livelihoods: Exploring the role of beekeeping in development*, pp. 59–63. Monmouth, United Kingdom, Bees for Development.
- Wakhle, D.M. & Pal, N. 2000. Honey and hive products in India—present status. Paper presented at the 7th International Conference on Tropical Bees: Management and Diversity and 5th AAA Conference, 19–25 March 2000, Chiang Mai.
- Walker, I. & Schandl, H. 2019. *Social science and sustainability*. Clayton South, CSIRO Publishing. 217 pp.
- Wallner, K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30(2–3): 235–248. <https://doi.org/10.1051/apido:19990212>
- Walsh, E.M., Sweet, S., Knap, A., Ing, N. & Rangel, J. 2020. Queen honey bee (*Apis mellifera*) pheromone and reproductive behavior are affected by pesticide exposure during development. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(33): 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00265-020-2810-9>
- Walton, A. & Toth, A.L. 2016. Variation in individual worker honey bee behavior shows hallmarks of personality. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70(7): 999–1010.
- Wang, H. 2020. Travel marketing during COVID–19. In: *Skript Research* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://research.skift.com/report/travel-marketing-during-covid-19-crisis/>
- Wang, J., Jin, G.M., Zheng, Y.M., Li, S.H. & Wang, H. 2005. Effect of bee pollen on development of immune organ of animal (in Chinese). *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, 30(19): 1532–1536.
- Wanjiku Gikungu, M. 2006. *Bee diversity and some aspects of their ecological interactions with plants in a successional tropical community*. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Rhenish Friedrich Wilhelm University of Bonn. (PhD dissertation)
- Wegener, J., May, T., Kamp, G. & Bienefeld, K. 2014. A successful new approach to honeybee semen cryopreservation. *Cryobiology*, 69(2): 236–242. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2014.07.011>
- Westerkamp, C. 1991. Honeybees are poor pollinators – why? *Plant Systematics and Evolution*, 177(1–2): 71–75. <https://doi.org/10.1007/BF00937827>
- Westerkamp, C. & Gottsberger, G. 2000. Review and interpretation: Diversity pays in crop pollination. *Crop Science*, 40(5): 1209–1222. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4051209x>
- Wheeler, M.M. & Robinson, G.E. 2014. Diet-dependent gene expression in honey bees: Honey vs. sucrose or high fructose corn syrup. *Scientific Reports*, 4: 5726. <https://doi.org/10.1038/srep05726>
- White, J.W. 1978. Honey. *Advances in Food Research*, 24: 287–374. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60160-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60160-3)
- White, R. & Molan, P. 2007. A summary of published clinical research on honey in wound management. In R.J. White, R.A. Cooper & P. Molan, eds. *Honey: A modern wound management product*, pp. 130–142. Aberdeen, Wounds UK.
- Wilfert, L., Long, G., Leggett, H.C., Schmid-Hempel, P., Butlin, R., Martin, S.J.M. & Boots, M. 2016. Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by *Varroa* mites. *Science*, 351(6273): 594–597. <https://doi.org/10.1126/science.aac9976>
- Wille, A. 1983. Biology of the stingless bees. *Annual Review of Entomology*, 28(1): 41–64. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.000353>
- Wille, A. & Michener, C.D. 1973. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera, Apidae). *Revista de Biología Tropical*, 21(1): 1–274.
- Williams, P. undated. Bombus: Bumblebees of the world. In: *Natural History Museum* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.nhm.ac.uk/explore-nature/animals/invertebrates/bumblebees/>



- nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/bombus/
- Wilson, E.O. 1971. *The insect societies*. Cambridge, MA, Belknap Press. 562 pp.
- Wilson, E.O. 2017. Biophilia and the conservation ethic. In D.J. Penn, I. Mysterud & E.O. Wilson, eds. *Evolutionary perspectives on environmental problems*. First edition, pp. 250–258. New York, NY, Routledge.
- Wilson, J.S., Forister, M.L. & Messinger Carril, O. 2017. Interest exceeds understanding in public support of bee conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(8): 460–466. <https://doi.org/10.1002/fee.1531>
- Winfree, R., Gross, B.J. & Kremen, C. 2011. Valuing pollination services to agriculture. *Ecological Economics*, 71(1): 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.08.001>
- Winfree, R., Reilly, J.R., Bartomeus, I., Cariveau, D.P., Williams, N.M. & Gibbs, J. 2018. Species turnover promotes the importance of bee diversity for crop pollination at regional scales. *Science*, 359(6377): 791–793. <https://doi.org/10.1126/science.aao2117>
- Wongsiri, S. 1989. *Apis cerana* beekeeping problems in developing countries of Southeast Asia (in Japanese). *Honeybee Sci*, 10: 160–164.
- Wood, T.J. & Goulson, D. 2017. The environmental risks of neonicotinoid pesticides: A review of the evidence post 2013. *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 17285–17325. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9240-x>
- World Health Organization Department of Child and Adolescent Health and Development. 2001. *Cough and cold remedies for the treatment of acute respiratory infections in young children*. Geneva. 43 pp.
- World Organisation for Animal Health (OIE). 2013. *General introductory text providing background information for the chapters of the Terrestrial Animal Health Code on diseases of bees* [online]. [Cited 8 June 2020]. <https://www.oie.int/en/our-scientific-expertise/specific-information-and-recommendations/bee-diseases/>
- World Tourism Organization (UNWTO). 2020. The Future is Now! UNWTO Recognizes World’s Best Innovators Facing Up to COVID-19, 7 May 2020. (also available at [https://www.unwto.org/news/the-future-is-now-unwto-recognizes-world’s-best-innovators-facing-up-to-covid-19](https://www.unwto.org/news/the-future-is-now-unwto-recognizes-world-s-best-innovators-facing-up-to-covid-19)).
- World Travel & Tourism Council (WTTC). 2020. Lives Being Devastated and One Million Jobs a Day being Lost Due to Coronavirus Pandemic. *wttc.org*, 20 March 2020. (also available at <https://wttc.org/News-Article/Lives-being-devastated-and-one-million-jobs-a-day-being-lost-due-to-coronavirus-pandemic>).
- World Wildlife Fund (WWF) Indonesia. 2010. Madu Danau Sentarum: produk organik berbasis pengetahuan lokal [Sentarum Lake’s honey: Organic products based on local wisdom] (in Indonesian). In: *WWF Indonesia* [online]. [Cited 6 May 2021].
- Woyke, J. 1966. Wovon hängt die Zahl der Spermien in der Samenblase der auf natürlichem Wege begatteten Königinnen ab? [What does the number of sperm in the seminal vesicle of naturally mated queens depend on?] (in German). *Z Bienenforsch*, 8: 236–247.
- Woyke, J. 1984. Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honeybees in a temperate region. *Journal of Apicultural Research*, 23(3): 148–156. <https://doi.org/10.1080/00218839.1984.11100624>
- Woyke, J., Wilde, J. & Wilde, M. 2012. Swarming and migration of *Apis dorsata* and *Apis laboriosa* honey bees in India, Nepal and Bhutan. *Journal of Apicultural Science*, 56(1): 8191. <https://doi.org/10.2478/v10289-012-0009-7>
- Wray, M.K., Mattila, H.R. & Seeley, T.D. 2011. Collective personalities in honeybee colonies are linked to colony fitness. *Animal Behaviour*, 81(3): 559–568. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.11.027>
- Wright, G.A., Nicolson, S.W. & Shafir, S. 2018. Nutritional physiology and ecology of honey bees. *Annual Review of Entomology*, 63: 327–344. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043423>
- Yamaura, K., Tomono, A., Suwa, E. & Ueno, K. 2013. Topical royal jelly alleviates symptoms of pruritus in a murine model of allergic contact dermatitis. *Pharmacognosy Magazine*, 9(33): 9–13. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.108127>
- Yin, R.K. 2013. *Applications of case study research*. Second edition. Thousand Oaks, CA, Sage Publications. 181 pp.
- Zacepins, A., Brusbardis, V., Meitalovs, J. & Stalidzans, E. 2015. Challenges in the development of precision beekeeping.

- Biosystems Engineering*, 130: 60–71. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.001>
- Zamani, Z., Reisi, P., Alaei, H. & Asghar Pilehvarian, A. 2012. Effect of royal jelly on spatial learning and memory in rat model of streptozotocin-induced sporadic Alzheimer's disease. *Advanced Biomedical Research*, 1(1): 26. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.98150>
- Zamudio, F. & Hilgert, N.I. 2012. Descriptive attributes used in the characterization of stingless bees (Apidae: Meliponini) in rural populations of the Atlantic forest (Misiones–Argentina). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(9). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-9>
- Zamudio, F., Kujawska, M. & Hilgert, N.I. 2010. Honey as medicinal and food resource. Comparison between Polish and multiethnic settlements of the Atlantic Forest, Misiones, Argentina. *The Open Complementary Medicine Journal*, 2: 58–73. <https://doi.org/10.2174/1876391X01002020058>
- Zayed, A. & Packer, L. 2005. Complementary sex determination substantially increases extinction proneness of haplodiploid populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(30): 10742–10746. <https://doi.org/10.1073/pnas.0502271102>
- Zeina, B., Ben Ichouch, Z. & Al-Assad, S. 1997. The effects of honey on leishmania parasites: An *in vitro* study. *Tropical Doctor*, 27(1): 36–38. <https://doi.org/10.1177/00494755970270S112>
- Zhang, S.W., Bartsch, K. & Srinivasan, M.V. 1996. Maze learning by honeybees. *Neurobiology of Learning and Memory*, 66(3): 267–282. <https://doi.org/10.1006/nlme.1996.0069>
- Zuluaga-Domínguez, C.M., Díaz-Moreno, A.C., Fuenmayor, C.A. & Quicazán, M.C. 2013. An electronic nose and physicochemical analysis to differentiate Colombian stingless bee pot-honey. *Pot-honey: A legacy of stingless bees*, pp. 417–427. New York, NY, Springer.
- Žvokelj, L., Bakonyi, T., Korošec, T. & Gregorc, A. 2020. Appearance of acute bee paralysis virus, black queen cell virus and deformed wing virus in Carnolian honey bee (*Apis mellifera carnica*) queen rearing. *Journal of Apicultural Research*, 59(1): 53–58. <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1681115>.

WEBSITES

- Bogdanov, S. 2017. Chapter 1. *The bee venom book*, p. 8. Muehlethurnen, the Bee Hexagon. (also available at <https://www.bee-hexagon.net/app/download/11112719173/VenomBook1.pdf?t=1609255034>).
- Chapman, N. 2020. Plan Bee National Honey Bee Genetic Improvement Program. *Professional Beekeepers*, 17 July 2020. (also available at <https://extensionaus.com.au/professionalbeekeepers/plan-bee-national-honey-bee-genetic-improvement-program/>).
- Cohen, P. 2015. Allergy Survival Guide: 10 Tips from a Top Doctor. *CBS News*, 15 April 2015. (also available at <https://www.cbsnews.com/media/allergy-survival-guide-doctors-tips/>).
- Doulton. 2018. How Can Drinking Filtered Water Help Reduce Allergies? 25 April 2018. (also available at <https://doulton.com/drinking-water-allergic-reaction/>).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). undated. *Bees and other pollinators: FAO's Global Action on Pollination Services for Sustainable Agriculture* [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.fao.org/pollination/background/ bees-and-other-pollinators/en/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). undated. *TECA – Technologies and Practices for Small Agricultural Producers* [online]. [Cited 6 May 2021]. <http://www.fao.org/teca/en/>
- Germany, Federal Office for Agriculture and Food. undated. *German gene bank of farm animals* [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.genres.de/en/sector-specific-portals/livestock/conservation-and-sustainable-use/gene-bank/>

粮农组织动物生产及卫生准则

1. 为舌蝇地区害虫综合治理计划收集昆虫学基线数据, 2009 (En)
2. 制定动物遗传资源国家战略和行动计划, 2009 (En, Fr, Es, Ru, Zh)
3. 动物遗传资源可持续管理的育种战略, 2010 (En, Fr, Es, Ru, Ar, Zh)
4. 动物疾病风险管理的价值链方法——实地应用的技术基础及实践框架, 2011 (En, Zh, Fr**)
5. 畜牧业审查编制指南, 2011 (En)
6. 制定动物遗传资源管理的制度框架, 2011 (En, Fr, Es, Ru)
7. 动物遗传资源的调查和监测, 2011 (En, Fr, Es)
8. 乳牛业良好实践指南, 2011 (En, Fr, Es, Ru, Ar, Zh, Pte)
9. 动物遗传资源的分子遗传特性, 2011年 (Zn, Zh**)
10. 设计和实施牲畜价值链研究——控制高致病性疾病和新发疾病 (HPED) 的实用辅助工具, 2012 (En)
11. 动物遗传资源的表型鉴定, 2012 (En, Fre, Zhe)
12. 动物遗传资源的冷冻保存, 2012 (En)
13. 高致病性禽流感和其他跨界传播动物疫病控制和根治监管框架手册——审查和制定必要政策、制度和法律框架的指南, 2013 (En)
14. 动物遗传资源活蜂保护, 2013 (En, Zh**)
15. 饲料分析实验室: 实验室建立和质量控制——建立饲料分析实验室, 实施符合 ISO/IEC 17025: 2005 的质量保证体系, 2013 (En)
16. 发展家禽业的决策工具, 2014 (En)
17. 活禽市场生物安全指南, 2015 (En, Fre, Zhe, Vi))
18. 动物疫病防控的经济学分析, 2016 (En, Zh)
19. 综合性多用途动物记录系统的开发, 2016 (En, Zh)
20. 小型畜牧业生产者的农民田间学校——决策者改善生计的指南, 2018 (En, Fre))
21. 发展小规模牲畜饲养者可可持续的价值链, 2019 (En, Zh**)
22. 西非和中非萨赫勒地区的饲草料平衡分析, 2020 (Fr)
23. 动物尸体管理指南——中小型农场动物尸体和污染物质的有效处置, 2020 (En, Fr, Es, Ru, Zh, Ar, Sq, Sr)
24. 动物健康威胁快速风险评估 (RRA) 技术指南, 2021 (En)
25. 养蜂业可持续发展的良好养蜂实践, 2021 (En)

可用性: 2021年9月

Ar: 阿拉伯文

Multil: 多国语言

En: 英语

*: 已绝版

Es: 西班牙文

** : 正在编制

Fr: 法文

°: 电子出版物

Pt: 葡萄牙文

Ru: 俄文

Sq: 阿尔巴尼亚文

Sr: 塞尔维亚文

Vi: 越南文

Zh: 中文

粮农组织的《动物生产及卫生准则》可通过粮农组织授权的销售代理商获得，或直接向粮农组织的 Sales and Marketing Group（地址：Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy）索要。

蜜蜂提供的授粉服务是维持生态系统的一个关键环节。在维护生物多样性、确保各种植物生存、确保森林再生、可持续发展和适应气候变化以及提高农业生产系统的数量和质量上，蜜蜂发挥着重要作用。

事实上，世界上近 75% 的作物或多或少需要依赖授粉者才得以持续产出，确保产量和质量。

蜜蜂养殖，又称养蜂，是指与群居蜂种实际管理有关的所有活动。本准则旨在为世界各地蜜蜂的可持续管理提供有用信息和建议，然后应用于项目开发和实施。

可持续养蜂
良好做法指南



中国农业出版社
官方微信公众账号



责任编辑 朱 峰
封面设计 孙宝林

农科社官网

<https://castp.caas.cn>

上架建议：农业/养殖技术

ISBN 978-7-5116-6128-9



9 787511 661289 >

定价：200.00元