

以市场化促进蜜蜂授粉产业发展： 美国经验与中国路径

陈永朋^{1,3} 赵芝俊² 毛显强^{1,3}

(1 北京师范大学环境学院, 北京 100875; 2 中国农业科学院农业经济与发展研究所, 北京 100081;

3 北京师范大学全球环境政策研究中心, 北京 100875)

摘要: 促进蜜蜂授粉产业化发展, 是农业生态化发展的重要环节, 有助于促进养蜂业与种植业协同发展, 而市场化是蜜蜂授粉产业化发展的必要途径。借鉴发达国家蜜蜂授粉市场化、产业化发展模式与经验, 推进中国形成蜜蜂授粉服务市场, 实现产业化发展具有重要的经济和生态意义。本文从蜜蜂授粉的生态经济特征出发, 认为市场化是蜜蜂授粉产业化发展的必经之路, 通过回溯美国蜜蜂授粉市场发展沿革, 借鉴美国蜜蜂授粉产业化发展经验, 从健全蜜蜂授粉市场机制和施行产业扶持政策两个方面提出促进中国蜜蜂授粉产业发展的建议措施。蜜蜂授粉的产业化发展, 可望成为中国农业生态化发展的助推器。

关键词: 蜜蜂授粉; 产业化发展; 美国经验; 中国路径

Promoting the Development of Bee Pollination Industry through Marketization: American Experience and Chinese Path

Chen Yongpeng^{1,3}, Zhao Zhijun², Mao Xianqiang^{1,3}

(1 School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2 Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 3 Center for Global Environmental Policy, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Promoting the industrialization of bee pollination is an important component of the ecological development of agriculture, which is conducive to the coordinated development of beekeeping and plantation, and marketization is the necessary pathway to the industrialization of bee pollination. It is of great economic and ecological significance to learn from the experience of bee pollination marketization and industrialization development in developed countries, to promote the formation of bee pollination service market and realize its industrialization development in China. This paper starts with the ecological and economic characteristics of bee pollination, reviews the history of the bee pollination market development in the United States, draws on its experience of bee pollination industrialization incentivization, and puts forward policy and countermeasure suggestions for promoting the development of China's bee pollination industry from two aspects, i.e., improving the bee pollination market mechanism and implementing industrial support policies. The industrialization development of bee pollination is expected to become a booster of China's ecological agricultural development.

Key words: bee pollination; industrialization development; American experience; Chinese path

1 引言

蜜蜂授粉是借助动物和植物的互利共生关系, 维持生态环境健康、农产品提质增效的重要环节, 是保障粮食安全的关键^[1,2]。全球作物中约有 3/4 都不同程度地依赖蜜蜂授粉进行生产^[3], 据估计, 蜜蜂授粉为全球创造的经济价值达 1530 亿欧元^[4]。然而, 以花粉

和花蜜为食的蜜蜂正遭受着杀虫剂、疾病、寄生虫、污染、栖息地破坏和外来物种的胁迫^[5-7], 野生蜜蜂数量骤减, 全球生态系统网络、粮食安全面临着严重威胁。

改革开放以来, 中国农业持续增产, 但高投入、高消耗、重污染的传统发展模式严重阻碍了中国农业绿色、健康和可持续发展。近年来, 在乡村振兴战略

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系专项资金 (CARS-44-KXJ18); 北京师范大学博一学科交叉基金项目 (BNUXKJC2116)

作者简介: 陈永朋 (1993-), 男, 博士研究生, 主要从事环境经济政策研究, E-mail: chenyp@mail.bnu.edu.cn

通讯作者: 毛显强 (1970-), 男, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事环境经济政策研究, E-mail: maoxq@bnu.edu.cn

的推动下,以农业可持续发展为目标,相关部门高度重视农业与生态环境保护协同发展,为蜜蜂授粉产业发展提供了必要的政策环境。在生态经济化、经济生态化的新发展格局下,蜜蜂授粉作为蜂产业与种植业协同发展的重要方式,理应得到国家政策倾斜与鼓励。将蜜蜂授粉产业化发展纳入到中国农业可持续发展战略之中,对发展生态农业,实现生态经济化、经济生态化具有重要意义。

文献梳理与总结发现,现有研究对国外蜂产业发展现状进行了介绍与经验总结,集中探究了美、德、英、法等国家整体及其个案发展模式的特征^[8,9]。绝大多数学者从养蜂业提质增效的角度,倡导蜂农科学养蜂,提高收入水平^[10-12]。也有学者评估了蜜蜂授粉的经济价值^[13-17]。然而,已有研究在国外蜜蜂授粉产业发展模式、发展机制的比较分析方面存在不足^[18],特别是在借鉴国际经验并结合中国养蜂业发展特征提出符合中国国情的蜜蜂授粉产业化发展路径方面尚属空白。基于此,本文从蜜蜂授粉的生态经济特征出发,认为市场化是蜜蜂授粉产业化发展的必经之路,再通过回顾美国蜜蜂授粉产业化发展历程,借鉴其实践经验,结合中国自然资源和社会经济条件,提出中国蜜蜂授粉产业化发展的逻辑和路径建议。

2 市场化是蜜蜂授粉产业化发展的必经之路

蜜蜂授粉服务产业化发展是以市场为导向,整合种植户、蜂农以及新型农业经营主体,将蜜蜂授粉服务的诸多环节联结为一个完整的产业系统,实现专业化生产、规模化经营、社会化服务和企业化管理的过程。推进蜜蜂授粉产业化发展需要政府和市场协同发力。过去在中国主要通过乡镇政府向蜂农提供补贴的方式鼓励蜜蜂授粉,发挥其生态经济功能。相比完全依赖政府,市场手段能更有效整合资源,效率更高,动力更足,更具活力。市场化是实现蜜蜂授粉服务产业化发展最高效、最经济的手段。

在准自然条件(无合同约束)下,养蜂业所提供的蜜蜂授粉服务表现为具有正外部性的生态服务功能^[19],被全社会无偿消费,提供产权无法明晰和收益无法确定的公共物品,其促进作物增产和提质的内在经济价值长期得不到充分体现^[20-22]。蜜蜂授粉作为外部性生态服务功能存在,意味着资源配置难以达到帕累托最优状态,不利于养蜂业健康发展,不利于社会总福利的最大化。因此,在明晰权益归属的前提下建立蜜蜂授粉服务市场,是内化其生态服务功能价值,促进蜜蜂授粉产业发展的必经之路。

2.1 通过市场机制实现蜜蜂授粉外部性价值

20世纪50年代,詹姆斯·米德(Mead)描述了一个有趣的例子:养蜂和苹果种植看似并行不悖,苹果花蜜为蜜蜂提供食物,蜜蜂授粉提高苹果产量^[23]。但他认为,养蜂者的蜜蜂飞到隔壁的果园里采蜜而又不付任何费用肯定导致果树数量低于最优数量,而果园主也没有向养蜂者支付蜜蜂传播花粉的服务费用,从社会的角度讲,这两者都是市场失效的表现,所以政府应既补贴养蜂者也补贴果园主,以实现蜜蜂和果树数量的社会最优。相似地,弗朗西斯·巴特尔(Bator)也认为如果果农无法保护其从提供苹果花蜜中应取得的权益,市场并没有赋予苹果花蜜足够的影子价值,那么利润最大化的决策将无法正确地分配边际资源^[24]。

然而,1971年张五常通过华盛顿州蜜蜂授粉服务市场调查数据发现,美国蜜蜂授粉市场运行良好,米德和巴特尔所描述的外部性问题得到了解决^[25]:养蜂者与果园主之间通过订立细致的租赁合同,授粉的外部性通过种植者和蜂农之间的市场交易得以内化。虽然蜂箱和果园的相对位置会对水果和蜂蜜产量产生一定影响,但由于美国的家庭农场土地面积广大,减小了相邻农场“搭便车”的机会,蜜蜂授粉服务的权益(产权)能够得到有效保护,种植者和蜂农之间的市场交易机制得以有效运行,授粉服务交易价格厘定的精确性不亚于市场上其他的物品。蜜蜂授粉市场的建立,完美地解决了蜜蜂授粉服务的外部经济性内化问题,也生动体现了科斯定理的要义:一旦授粉服务权益的产权得到明确界定,便可通过市场交易实现外部经济性内化,蜜蜂授粉的生态服务功能就能得以充分发挥。

与美国相比,养蜂者所提供的“授粉服务”在中国更容易产生外部性^[18]。一方面,中国蜂农养蜂以获取蜂产品为主要收入来源,主观上根据作物的花期“追花”放蜂以获取更多的蜂产品,客观上也为附近的作物无偿提供了“义务授粉”服务。另一方面,受中国农村土地联产承包责任制影响,人均耕地少、土地细碎化程度高,蜜蜂授粉服务容易被其他农户“搭便车”,阻碍了蜜蜂授粉服务的市场化发展。尤其在大田果树这类开敞的生产空间,购买蜜蜂授粉服务的效率低下,蜜蜂授粉服务市场处于失灵状态。因此,必须在解决蜜蜂授粉服务权益归属前提下才能建立起有效的蜜蜂授粉市场,这是发展蜜蜂授粉产业的关键。

2.2 利用市场化机制合理分配蜜蜂授粉权益

基于蜜蜂授粉涉及动物和植物之间的互利共生关系,蜂农和种植户之间需要根据作物为蜜蜂提供花蜜

和花粉来源所产生的蜂产品收益，以及蜜蜂提供授粉服务所产生的作物增收提质收益，通过讨价还价达成交易（图1）。作物泌蜜泌粉情况^[26]以及不同作物对蜜蜂授粉依赖度存在较大差异，使得蜜蜂授粉的成本—效益分配存在复杂性。蜂农和种植户之间的授粉服务供需关系存在以下情形：

对于粉、蜜均多的油菜等作物或者蜜多粉少的荔枝、龙眼等果树而言，蜜蜂授粉可以有效提高产品产量和品质，而蜜蜂通过采蜜、采粉所产生的蜂产品价值可视作种植户对蜂农的“实物支付”，供需双方得到了互相补偿。而对于粉多蜜少或少蜜少粉的蒲公英、沙梨等作物和果树而言，种植户因蜜蜂授粉获得增产、提质、增收，但提供授粉服务的转地蜂所获得的蜂产品收益有限，还不足以支付其发生的生产成本与运输成本，且面临着较大的机会成本。此时蜂农必然要求种植户支付一定的授粉服务费用来弥补其成本。

还有一些作物（如牧草、薄荷）其自身泌蜜量大，蜂农可以通过牧蜂获取丰富的蜂产品，但这类作物本身却不需要蜜蜂授粉服务便可达到预期的产量，种植户的收益并不会因蜜蜂授粉而提高。此时，蜂农应向种植户支付费用以获得在其土地上“牧蜂”的权利。

一个较为完善的蜜蜂授粉市场，应能厘清并解决以上不同情形的成本—收益分配问题。其前提是信息的透明——即市场能提供不同作物的泌蜜泌粉情况以及被授粉作物因蜜蜂授粉而增产、提质、增收情况，

以及“牧蜂”所产生的财务成本、机会成本与获利情况。在这个市场上，种植户与养蜂者通过权衡各自的成本收益进行讨价还价，最终形成均衡市场价格，即可有效破解蜜蜂授粉权益分配的难题。当自发的授粉市场效率低下时，政府应积极作为，纠正信息不对称等缺陷，完善市场机制，降低交易成本，避免市场失灵。

3 美国蜜蜂授粉服务市场化产业化发展经验

美国蜜蜂授粉产业发展走过了一条市场主导与政府调控相结合的道路，其经验值得我们总结与借鉴。

3.1 美国蜜蜂授粉市场化产业化发展历程

美国是世界上利用蜜蜂授粉最普遍的国家，其蜜蜂授粉市场发展历程如图2所示。

早在19世纪末，美国政府就开始重视利用蜜蜂为农作物授粉，以确保粮食、蔬菜、水果、牧草、油料等农作物优质高产^[27]。美国最早记录的蜜蜂授粉服务交易可以追溯到20世纪初，蜂农与种植户之间通常以蜂蜜及其他蜂产品，如蜂胶、蜂蜡、蜂花粉、蜂王浆等进行实物交易。20世纪20年代，美国水果和坚果作物种植面积逐渐扩大，为满足作物授粉需求，蜂群租赁开始在加利福尼亚州盛行^[25, 28]。与三叶草、苜蓿以及柑橘蜜不同的是，坚果、核果和柚子蜂蜜口感不好、产量极低，对于这类少蜜少粉的作物提供的授粉服务，蜂农开始要求种植户以现金支付其授粉费用。尽管这些收入占养蜂总收入的比例较小，但标志着蜜蜂授粉市场的诞生。

机动车的发展和道路系统的完善使得迁徙养蜂更加便利，极大地促进了蜜蜂授粉市场发展。蜂农可以根据作物花期时频繁地将蜂群从一个农场转移到另一个农场，为作物提供授粉服务和取得收入^[29]。圣华金河谷北部和萨克拉门托河谷南部是当地巴旦木、樱桃、李子、苹果、梨等经济作物的主要生产地，这些作物都高度依赖蜜蜂授粉。1930年时，有偿租赁蜂群授粉在当地已经十分普遍。迁徙的蜂农根据作物开花时间顺序，通常先将蜂群出租给山谷中开花较早的作物（如巴旦木、樱桃、李子）农场，随后再将其蜂群转移到山区开花较晚的作物（如苹果、梨）农场，在获取蜂产品收益的同时赚取额外的授粉收益。

20世纪40年代，专业化授粉服务在美国开始出现，至关重要的原因是人们对蜜蜂授粉的益处有了更科学的认知并高度重视。

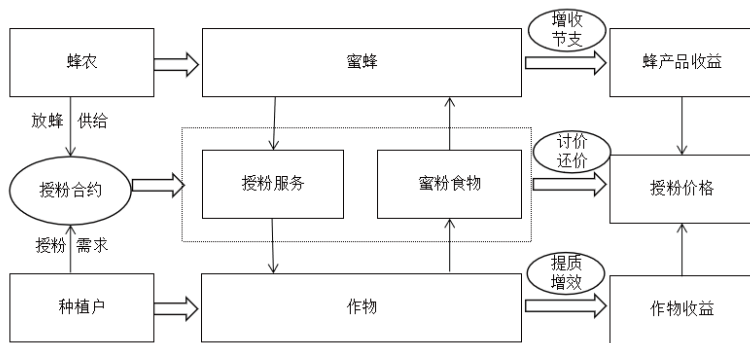


图1 蜜蜂授粉市场机制示意图

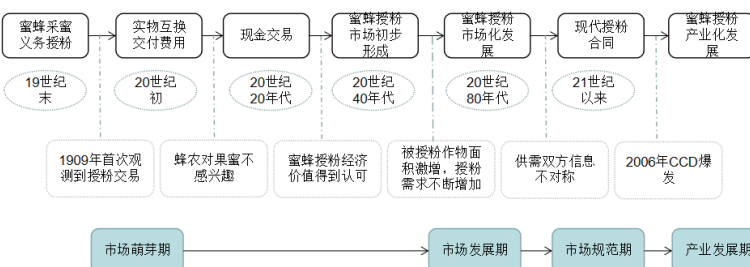


图2 美国蜜蜂授粉产业化发展历程

美国的一项示范实验项目表明：蜜蜂授粉会大幅提高苜蓿种子产量，进而促进了蜜蜂授粉服务租赁市场进一步扩展到苜蓿种植业^[30]。之后，通过一系列关于蜜蜂授粉对水果、蔬菜、粮食、牧草等50多种作物产量、品质影响的实验研究，其经济价值逐步被更多人所熟知与认可。

20世纪80年代，美国虫媒作物种植面积增长三倍，使得蜜粉授粉需求量激增^[31]，一些商业化授粉服务蜂农组织逐渐兴起，商业化授粉市场逐步形成。但当时美国的养蜂业仍以蜂蜜生产为主，蜜蜂授粉服务的生态经济价值尚未得到充分发挥。据统计，1988年授粉收入只占蜂农收入的10.9%，包括蜂蜡、卖蜂收入及政府资助在内的其他收入占36.4%，蜂蜜收入占52.7%^[32]。

进入21世纪以来，美国蜜蜂授粉产业化进入高速增长阶段。一方面，加州巴旦木种植面积迅速增长^[29]，截至2020年种植面积已突破50万hm²，较2001年增长136%。由于巴旦木100%依赖蜜蜂授粉，而授粉蜂群供给有限，蜜蜂授粉服务严重供不应求，造成授粉价格大幅上涨^[29]。特别在2月至3月初的授粉高峰期，加州巴旦木平均授粉价格已经从2004年的54美元/群飙升至2017年的272美元/群，激发了邻近各州的蜂农迁徙到加州开展授粉的积极性。另一方面，蜂群疾病和寄生虫、杀虫剂、人类活动以及气候变化等不利因素^[33]导致美国野生蜂群数量骤减，自然授粉的可得性和质量的变化也刺激了人工养蜂授粉的产业化发展。

目前，美国拥有世界上最广泛、最活跃的蜜蜂授粉市场^[29]。据相关资料表明，美国400多万群蜜蜂中每年就有200万群被用于商业化授粉服务，蜜蜂授粉每年可以为美国农业系统创造150~200亿美元的价值，其间接贡献是蜂产品直接产值的143倍^[34]。据2016年美国农业部统计，蜜蜂授粉收入占蜂农总收入的比例首次超过蜂产品收入，尤其提供商业化授粉服务的蜂农收入有90%来源于蜜蜂授粉，蜂蜜生产反而成了副产品^[27]。从主要生产蜂蜜转向提供授粉服务，意味着美国蜂产业经历了重大的转型。

3.2 美国蜜蜂授粉市场化产业化发展举措

通过蜜蜂授粉服务的市场化发展，美国逐渐成为全球蜜蜂授粉产业最发达的国家。美国蜜蜂授粉市场化、产业化发展经验对中国蜜蜂授粉市场化、产业化发展和蜂产业转型有一定的借鉴意义。

3.2.1 完善市场机制

蜜蜂授粉市场发展初期，美国政府并未因其市场效率低下而采取直接干涉手段^[35]，而是从规范市场管理、搭建信息平台等多方面入手，为充分发挥市场机制作用创造条件。

3.2.1.1 培育第三方市场服务机构

蜂农与种植户之间存在显著的信息不对称问题，一定程度上限制了授粉合约的达成。为保障授粉服务供需主体各方权益，美国政府通过培育第三方蜂群检查机构、蜜蜂授粉经纪人以及中间商等来解决信息不对称问题。第三方蜂群检查机构的主要任务是本着独立公正的原则，负责检测蜂群群势，以保障商业化授粉服务质量；授粉经纪人和中间商帮助种植户联系蜂农、商讨租赁价格，协助解决蜂农和种植户在授粉服务期间发生的各种纠纷^[36]。随着政府培育的第三方市场化服务机构的不断完善，美国蜜蜂授粉产业进入快速和成熟发展阶段。

3.2.1.2 规范蜜蜂授粉服务合同

为减少种植户私自喷洒杀虫剂、压低服务费价格，造成蜂农收益受损等问题，美国政府倡导蜂农与种植户之间签订标准化的授粉合同来解决道德风险问题，并制定和颁布了保障授粉供需双方责任、权利、义务对等、内容完整、符合交易习惯的标准化合同范本。授粉合同范本中明确了交易主体、蜂群数量和群势、租金标准和支付方法、入园时间、租赁费用等内容。一份标准化的授粉合同能有效保障授粉供需双方的合法权益，有助于减少不必要的冲突并降低交易成本^[37]，有利于蜜蜂授粉产业健康发展。

3.2.1.3 搭建现代化信息化平台

为实现种植户与蜂农供需精准对接，美国利用GPS全球定位技术，搭建高效的蜜蜂授粉信息化平台^[38]，把有授粉需求的种植户与蜂农有效联系起来^[39]。依托授粉信息化平台，种植户可以共享作物授粉需求信息，蜂农可以获取授粉需求地的经度、纬度、海拔高度及工作地点和行车路线等信息。信息化平台的搭建，解决了授粉作业中信息碎片化问题，有效促进了授粉服务市场主体供需精准对接。

3.2.2 支持产业发展

美国政府还从立法保护授粉蜂群、加大授粉科研投入等方面出发，制定了一系列政策措施支持授粉产业发展。

3.2.2.1 强化蜂群保护

20世纪70年代，美国国会专门通过“养蜂补偿

计划”，规定因施用化学农药造成授粉蜂群中毒死亡的施药者须以 20 美元 / 群的标准进行赔偿^[40]，有效保护了蜂农放蜂的合法权益。2014 年，时任美国总统奥巴马签署了《制定保护蜜蜂及其他传粉者的联邦战略》总统备忘录，采取激励措施促进蜜蜂栖息地保护与建设，旨在抑制蜂群受损减少趋势、保护濒危传粉种群^[41]。基于这份备忘录，美国政府进一步起草了《关于保护蜜蜂及其他传粉者的国家发展战略》白皮书。该战略要求提供数百万英亩的土地用来发展蜜源植物种植，以期将包括蜜蜂在内的授粉媒介种群恢复到可持续的水平^[42]。同时，政府号召城市中养蜂，向人们传授如何在家中或企业中保护授粉虫媒的相关做法^[43]，最大程度为蜜蜂提供良好的生存空间。

3.2.2.2 加大科研投入

美国政府意识到蜜蜂授粉产业化发展是生态保护与农业协同发展的重要环节，进而在全球范围内率先成立了蜜蜂授粉科研服务机构。1947 年美国农业部在犹他州建立了“蜜蜂生物学及分类学实验室”，集中科研力量开展人工饲养蜜蜂和野蜂为农作物授粉的研究^[44]。1994 年，美国农业部的农业研究中心决定在 2 个国家重点实验室专门研究蜜蜂授粉以及杀虫剂对蜜蜂的影响，专门解决温室作物授粉应用、野生授粉蜂种的人工饲养和周年繁殖技术以及授粉蜂种的运输技术等问题^[45]。在 2008~2014 年期间，美国农业部下属的国家粮食与农业研究所 (NIFA) 投入了大约 4200 万美元用于蜜蜂健康、授粉推广等研究。2022 年 4 月，美国农业部成立国家传粉昆虫专门委员会 (Pollinator Subcommittee)，其职能是提出与授粉媒介健康相关的建议，进一步强化了授粉媒介研究工作^[46]。

4 中国蜜蜂授粉市场化产业化发展的逻辑和路径

本文借鉴美国蜜蜂授粉市场化、产业化发展经验，结合中国农业生态化发展的现实需求和授粉产业发展的可行条件，从中国实际出发探讨蜜蜂授粉市场化、产业化发展逻辑和路径 (图 3)。

4.1 发展蜜蜂授粉产业的必要性

目前中国的农作物授粉方式以人工授粉为主，这种授粉方式不但劳动力耗费量大，其授粉效果也存在各种不确定性，如因长途运输导致的花粉活性降低问题，授粉不均匀导致的畸形果问题，特别是人工授粉不能解决受冻害影响下的果树授粉问题等。随着城市化进程的不断推进，中国农村劳动力外流严重，授粉季节难以找到合适的授粉工人，导致实施人工授粉的成本激增^[15]，这些都使得回归自然的蜜蜂授粉方式重新受到重视。

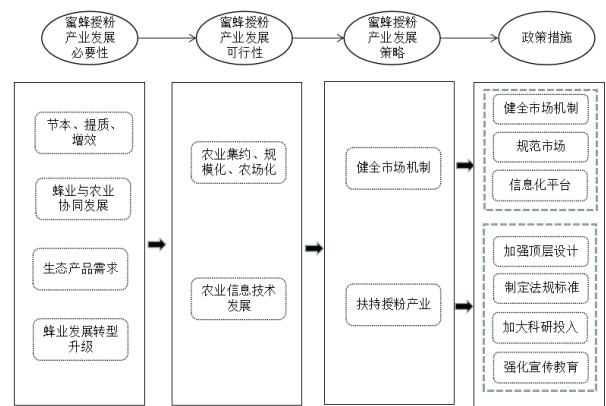


图3 中国蜜蜂授粉市场化、产业化发展逻辑与路径

实践证明，利用蜜蜂授粉可使水稻增产 5%，棉花增产 12%，油菜增产 18%，部分果蔬作物产量成倍增长，同时还能有效减少化学坐果激素的使用，提高农产品品质^[47]。鉴于人工授粉存在的高成本问题以及人们对绿色无公害农产品的消费需求不断增长，在药肥“双减”新要求下发展蜜蜂授粉服务的需求日益凸显。

另一方面，中国养蜂业发展遭遇瓶颈，产业转型势在必行。尽管中国蜜源作物种植种类多、面积大，蜂群数量和蜂蜜产量、出口量均居世界首位，但中国蜂产品面临高价进口、低价出口的尴尬局面，蜂农年际间收入波动较大^[12]，依靠现有技术继续扩大养蜂规模实现蜂农增收潜力有限。国际经验表明，世界上蜂业发达国家普遍以授粉为主，产蜜为辅，蜜蜂授粉业规模是养蜂业发展程度的重要标志。然而，中国作为全球范围内蜜源资源最为丰富的国家，现阶段用于大田作物租赁授粉的蜂群占比不到蜂群总数的 5%^[48]，这同农业发达国家 50% 以上的蜂群用于专业授粉相比差距很大，蜜蜂授粉产业亟待发展。

4.2 发展蜜蜂授粉产业的可行性

4.2.1 农业规模化发展有利于明晰授粉权益产权

产权明晰是建立市场内化授粉外部经济性的关键一步。结合中国农业发展现状，为最大限度上内化蜜蜂授粉外部经济性，一方面可以通过大棚等有效的物理隔离措施，实现“谁买单，谁受益”。另一方面，对于大田作物授粉，物理隔离不再现实，特别是土地承包责任制下农户承包土地细碎化一直是制约蜜蜂授粉服务权益产权明晰和市场化发展的重要障碍。随着农业集约化、规模化发展，种植大户通过土地流转进行地块调整形成大面积的农场土地，有利于减少蜜蜂授粉的外部性，提供了发展规模化、市场化授粉服务的有利条件。

4.2.2 农业信息化技术发展有助于授粉市场建设

农业信息化技术可以有效解决一系列信息不对称问题。“十四五”以来，各地政府部门、数字企业等为信息化乡村建设投入了各类资源要素，空前活跃的现代信息技术发展^[49]无疑为蜜蜂授粉信息化、智慧化、数字化发展奠定了坚实基础。运用现有的大数据、云计算、人工智能等技术手段，有助于打造一套行之有效的蜜蜂授粉实时供需对接系统，为建成全国“蜜蜂授粉供需一张网”创造了有利的条件。

4.3 中国蜜蜂授粉产业发展的政策建议

中国应立足基本国情农情，围绕蜜蜂授粉产业发展的必要性与可行性，充分发挥政府调控作用，逐步健全蜜蜂授粉市场机制，建立激励充分、竞争有序、优胜劣汰的市场体系，促进授粉产业发展。

4.3.1 健全市场机制

4.3.1.1 规范市场制度

为解决现实中种植户与蜂农间信息不对称、法律素养不一、话语权不对等问题，亟需制定相应的法律法规、行业标准，完善蜜蜂授粉市场监管机制，维护蜜蜂授粉市场秩序。市场监管部门可在充分考虑授粉市场供需双方主体利益的前提下，制定标准化的授粉合同文本，最大限度减少合同纠纷。农业部门应积极引导成立蜜蜂授粉第三方中介机构，依照《蜜蜂授粉技术规程（试行）》要求筛选蜂场和提供授粉服务，促使授粉市场交易更加公平规范。各级地方政府可细化出台相应地方标准，提高蜜蜂授粉服务的规范化、标准化水平。

4.3.1.2 搭建信息平台

农业部门可充分利用大数据、区块链等技术，打造“授粉供需对接”APP平台，实现全国及区域性授粉服务供需动态监测、显示和查询功能，及时传递蜜蜂授粉服务市场供需服务信息。蜂农、专业授粉机构可根据信息化平台所显示的种植户授粉面积、作物类型、喷洒农药等基本情况及授粉需求，提供定制化、标准化服务，逐步实现蜜蜂授粉服务数字化、精准化对接，保障供需主体效益双赢。

4.3.2 扶持授粉产业

4.3.2.1 加强顶层设计

农业部门应研究制定保护蜜蜂和其他授粉昆虫的战略文件；进一步完善蜜蜂遗传资源保护体系，逐步形成以公益性保护为主，多元参与的蜜蜂遗传资源保护格局，促进蜜蜂资源有效保护与可持续利用；按照生态优先、绿色发展要求，以产业发展、乡村振兴为

核心，以保护生态、养蜂富民为抓手，系统科学谋划蜜蜂授粉产业规划布局，明确蜜蜂授粉产业发展的重点方向、重点领域、战略任务、发展路径和政策举措。

4.3.2.2 制定行业标准

农业部门还应积极推动以制定行业标准的形式促进蜜蜂授粉产业发展，例如：考虑设施作物、大田作物的差异性，制定适应不同授粉环境的蜂群培育质量标准，做到科学、合理、安全、经济、有效；为确保授粉蜂群安全，科学制定“农作物花期农药使用规范和标准”，严格管控蜜蜂授粉期间杀虫剂、农药等施用力度，为授粉蜂群营造良好的生存环境。

4.3.2.3 加大科研投入

农业部门应加大蜜蜂授粉生态效应研究力度，深入挖掘蜜蜂授粉对经济作物的增产潜力；支持开展设施农业授粉昆虫繁育技术、授粉蜂群饲养管理技术、重大病虫害防治及防御技术等研发和创新^[47]；加强与科研院所、高校的合作，鼓励蜜蜂授粉基础研究，运用现代生物学、分子生物学、遗传学等高新技术打好“卡脖子”技术攻坚战，为蜜蜂授粉产业化发展奠定坚实的科技基础。

4.3.2.4 强化宣传教育

相关部门应充分发挥网络媒体、电视报道、报纸等媒体宣传作用，宣传蜜蜂授粉增产增收效果以及授粉服务市场化发展的必要性，营造蜜蜂授粉产业化发展的良好舆论环境；通过科普宣教强调蜜蜂对人类健康、粮食安全以及整个生态系统和生物多样性的重要作用，提高人们对蜜蜂等授粉昆虫重要性的认知；另外，还应着力培育蜜蜂授粉农产品生产和消费理念，推动绿色、生态产品进机关、进企业、进学校、进乡村，加快形成全民绿色价值观、消费观、发展观。

5 结语

农业生态经济化、经济生态化发展离不开蜜蜂授粉，而缺少蜜蜂授粉的蜂产业也是一个不完整、狭隘的蜂业。中国的蜜蜂授粉产业，应在借鉴国外蜜蜂授粉服务市场化、产业化发展经验的基础上，结合中国农业生态化、有机化发展的现实需求，从健全市场机制和扶持产业发展两个方面，制定符合中国国情的政策措施，力争走出一条生态优先、效益显著的蜜蜂授粉市场化、产业化发展路径。

参考文献

- [1] Dainese M, Martin E A, Aizen M A, et al. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production [J]. *Science Advances*, 2019, 5(10):121.
- [2] Rockström J, Williams J, Daily G, et al. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability [J]. *Ambio*, 2017,

46(1):4-17.

[3] Klein A, Vaissière B E, Cane J H, et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops [J]. *Proceedings, Biological Sciences*, 2007, 274(1608):301-313.

[4] Nicola G, Jean-Michel S, Josef S, et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline [J]. *Ecological Economics*, 2008, 68(3):413-431.

[5] Khalifa S A M, Elshafiey E H, Shetaia A A, et al. Overview of bee pollination and its economic value for crop production [J]. *Insects*, 2021, 12(8):3.

[6] Powney G D, Carvell C, Edwards M, et al. Widespread losses of pollinating insects in Britain [J]. *Nature Communications*, 2019, 10(1):1018.

[7] Zattara E E, Aizen M A. Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness [J]. *One Earth*, 2021, 4(1):114-123.

[8] Amon D. Interaction between pollinators and crop plants: The Israeli experience [J]. *Israel Journal of Plant Sciences*, 2013, 57(3):231-242.

[9] 方柯钰, 孙战利, 张社梅. 美、德、中三国蜜蜂授粉实施状况比较与启示 [J]. *中国蜂业*, 2021, 72(03): 48-53.

[10] Rebolledo-Leiva R, Angulo-Meza L, González-Araya M C, et al. A new method for eco-efficiency assessment using carbon footprint and network data envelopment analysis applied to a beekeeping case study [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 329:129585.

[11] 刘剑, 赵芝俊. 我国蜂产业发展现状及政策性建议 [J]. *蜜蜂杂志*, 2022, 42(01): 9-11.

[12] 夏振宇, 郝悦. 国外先进经验对中国蜂业经济发展的启示 [Z]. 中国广西梧州; 20214.

[13] Ashley S B, John C B, Susana F, et al. An economic valuation of biotic pollination services in Georgia [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2015, 108(2):388-398.

[14] Layek U, Das A, Karmakar P. Supplemental stingless bee pollination in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.): An assessment of impacts on native pollinators and crop yield [J]. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2022, 6(1).

[15] 陈永朋. 典型作物蜜蜂授粉服务定价研究 [D]. 中国农业科学院, 2021.

[16] 李瑞珍, 严定春. 蜜蜂授粉在油菜生产中的作用研究 [J]. *中国农学通报*, 2022, 38(07):129-134.

[17] 刘朋飞, 吴杰, 李海燕, 等. 中国农业蜜蜂授粉的经济价值评估 [Z]. 20191.

[18] 高芸, 赵芝俊. 正外部性产业补贴政策模拟方案与效果预测——以养蜂车购置补贴为例 [J]. *农业经济问题*, 2014, 35(03):96-101.

[19] Pigou A C. *The Economics of Welfare* [M]. 4th ed. London: 1932:463-483.

[20] 高芸, 赵芝俊. 我国养蜂业发展的战略定位与对策建议——基于产业内外部效应的视角 [J]. *农业现代化研究*, 2021, 42(03):390-397.

[21] 刘朋飞, 李宋钰. “外部性”作用下的蜂业 路在何方 [J]. *中国蜂业*, 2011, 62(7):26-29.

[22] 席桂萍. 中国养蜂业国内支持政策研究 [D]. 中国农业科学院, 2014.

[23] David B J. Meade, bees, and externalities [J]. *Journal of Law and Economics*, 1973, 16(1):35-52.

[24] Francis M B. The anatomy of market failure [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1958, 72(3):65-92.

[25] Cheung. The fable of the bees: An economic investigation [J]. *The Journal of Law & Economics*, 1973, 16(1):11-33.

[26] 李江红. 影响蜜蜂为农作物授粉效能的因素分析 [J]. *农学学报*, 2015, 5(09):104-109.

[27] 安建东, 陈文锋. 全球农作物蜜蜂授粉概况 [J]. *中国农学通报*, 2011, 27(01):374-382.

[28] Haedo J P, Martínez L C, Graffigna S, et al. Managed and wild bees contribute to alfalfa (*Medicago sativa*) pollination [J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2022, 324:107711.

[29] Rucker. Honey bee pollination markets and the internalization of reciprocal benefits [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2012, 94(4):956-977.

[30] Alan L O, Donald B W. Bee pollination and productivity growth: The case of Alfalfa [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1987, 69(1):56-63.

[31] Marcelo A A, Lucas A G, Saul A C, et al. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency [J]. *Current Biology*, 2008, 18(20):1572-1575.

[32] Usda. USDA national agricultural statistics service. Cost of pollination [Z]. 2017.

[33] Vanengelsdorp D, Meixner M D. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2010, 103(Suppl.1):S80-S95.

[34] Levin M D. Value of bee pollination to U.S. agriculture [J]. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 1983, 29(4):50-51.

[35] 孙翠清, 赵芝俊. 美国蜂业支持政策及其对中国的启示 [J]. *中国农学通报*, 2014, 30(29):60-66.

[36] 陈永朋, 高芸, 赵芝俊. 养蜂业可持续发展在美国的实践及对我国的启示 [J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2021(18):14-18.

[37] Nash C, Sansom T, Still B. Modifying transport prices to internalise externalities: evidence from European case studies [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 2000, 31(4):413-431.

[38] 吴杰, 郭军, 黄家兴. 蜜蜂授粉产业的发展现状 [Z]. 中国重庆: 20162.

[39] Conjeaud J C, Filiol R. A platform for direct contact between seed producers and beekeepers [J]. *Oil-Seeds and Fats Crops and Lipids*, 2017, 24(6).

[40] 韩秀平. 论养蜂业与农业的关系 [J]. *农民致富之友*, 2017(08):108.

[41] 李宗艳, 旷爱萍. 全球蜜蜂种群数量急剧下降 [J]. *生态经济*, 2022, 38(05):5-8.

[42] 贾翔宇, 白彬, 张洁清, 等. IPBES 评估报告对全球生物多样性保护的影响——以美国传粉者保护政策为例 [J]. *生物多样性*, 2018, 26(05):527-534.

[43] 徐明, 巴拉克·奥巴马. 美国总统备忘录: 制定联邦战略提升蜜蜂与其他传粉动物健康 白宫新闻秘书处发布 [J]. *中国蜂业*, 2015, 66(10):64-66.

[44] 李捷, 朱朝东, 王凤鹤, 等. 野生蜜蜂及其传粉作用的研究现状 [J]. *生物多样性*, 2007(06):687-692.

[45] 孙华彬. 美国蜜蜂授粉产业化与技术研究 [J]. *蜜蜂杂志*, 2009, 29(12):29-30.

[46] Usda. <https://nareeeab.ree.usda.gov/committees/pollinator-subcommittee/> [Z]. 2022.

[47] 农业农村部. 农业部关于加快蜜蜂授粉技术推广促进养蜂业持续健康发展的意见 [J]. *中华人民共和国农业部公报*, 2010(03):19-22.

[48] 杨丹丹. 农业部力推蜜蜂授粉, 加强绿色防控 [J]. *蜜蜂杂志*, 2014, 34(05):50.

[49] 农业农村部. “十四五”全国农业农村信息化发展规划 [J]. *中国畜牧业*, 2022(06):18-22.

责任编辑

方兵兵: 13~18页, 23~31页, 35~40页, 51~53页

刘世丽: 9页, 19~22页, 32~34页, 49~50页, 54~55页

李瑞珍: 10~12页, 41~48页, 57~68页