

# 全球农作物蜜蜂授粉概况

安建东, 陈文锋

(中国农业科学院蜜蜂研究所, 农业部授粉昆虫生物学重点开放实验室, 北京 100093)

**摘要:** 蜜蜂是自然界最主要的授粉昆虫, 在保持生物多样性和维持生态系统平衡方面发挥着极为重要的作用, 尤其是为农作物授粉, 具有重要的经济价值和社会效应。笔者主要从蜜蜂在生态系统中的作用、蜜蜂授粉在全球农业生产中的地位、发达国家或地区蜜蜂授粉概况、世界农作物属性种植变化趋势和世界蜂群数量动态变化等方面阐述了全球农作物蜜蜂授粉现状, 并分析了中国农作物蜜蜂授粉的现状、存在问题及应对措施。

**关键词:** 蜜蜂; 农作物; 授粉

中图分类号: S891.5

文献标志码: A

论文编号: 2010-1677

## Review of Crop Pollination by Honey Bees World-wide

An Jiandong, Chen Wenfeng

(Key laboratory for Insect-Pollinator Biology of the Ministry of Agriculture,  
Institute of Apiculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100093)

**Abstract:** Honey bees are among the most important pollinators in natural ecosystems world-wide, playing a major role in maintaining biodiversity and ecosystem function. Honey bees are also of major economic importance for crop pollination. In this paper, the author reviewed the role of honey bees in ecosystems, the importance of pollination by honey bees in global agricultural production, pollination by honey bees in developed countries, trends in the cultivation of different crops world-wide, and changes in the number of honey bee colonies world-wide. Finally, the author analyzed the current situation, the problems, and some solutions for crop pollination by honey bees in China.

**Key words:** honey bees; crops; pollination

### 0 引言

蜜蜂是自然界最主要的授粉昆虫, 蜜蜂授粉在植物多样性保护及生态系统平衡维护方面发挥着极为重要的作用。同时, 在全球现代农业系统中, 油料作物、牧草作物、瓜果类、蔬菜类和果树类等主要依赖于蜜蜂授粉, 蜜蜂授粉在农业生产中的经济价值和社会效益十分显著。在农业发达国家蜜蜂授粉已经形成一项独具特色的产业, 实现了商品化和规模化。近10年来中国蜜蜂授粉业也发展迅速。由于环境恶化、人类活动的干扰、植被的破坏以及病虫害爆发等原因<sup>[1-4]</sup>, 包括蜜

蜂在内的多种授粉昆虫受到严重威胁, 尤其是近几年来蜜蜂在北美和欧洲很多国家出现无故消失的现象, 引起了很多国家和部门的高度重视<sup>[5-7]</sup>。中国现有蜂群820万群, 是当今世界第一养蜂大国, 但中国主动应用蜜蜂授粉的意识并不是很强, 养蜂业的发展主要还是以获取蜂产品为目的, 蜜蜂授粉在现代农业生产中的潜能还有待于进一步的开发。为此, 笔者分析了全球主要农作物应用蜜蜂授粉的现状, 旨在提高中国民众的认识水平, 增强主要作物应用蜜蜂授粉的力度, 进一步推进蜜蜂授粉为中国现代农业安全、高效生产服务

**基金项目:** 国家自然科学基金项目“不同蜂传粉对设施桃花粉萌发和花粉管生长的影响”(30901055); 中国农业科学院院长基金项目“不同蜂传粉对设施蔬果受精生理的影响”(09ZN009); 公益性行业(农业)科研专项“不同蜜蜂生产区抗逆增产技术体系研究与示范”(nyhyzx07-041); 国家蜜蜂产业技术体系建设专项经费。

**第一作者简介:** 安建东, 男, 1975年出生, 甘肃天水人, 硕士, 副研究员, 主要从事授粉昆虫生物学与利用的研究。通信地址: 100093 北京市海淀区香山北沟1号, Tel: 010-62596843, E-mail: anjiandong@yahoo.com.cn。

**收稿日期:** 2010-06-02, **修回日期:** 2010-06-17。

的进程。

## 1 蜜蜂在生态系统中的作用

### 1.1 蜜蜂与访花植物之间的协同进化关系

被子植物最早出现在侏罗纪,但其花瓣很小,多为绿色,不太醒目。到白垩纪,被子植物逐渐占据优势地位,出现了各种各样的花,传粉昆虫的作用逐渐显现出来,但主要是甲虫。到新生代早第三纪,出现了专门取食花蜜和花粉的原始蜜蜂类昆虫,它们逐渐成了开花植物的主要传粉者。在长期的自然选择压力下,被子植物为了吸引更多的蜜蜂,花的颜色越来越鲜艳,而且花蜜分泌得更多更香甜;同时蜜蜂为了更好地取食花蜜和花粉,其口器演化得与被访花朵的花冠管长度更加吻合,体毛更密,而且一些蜜蜂种类的足上发展到有花粉框、花粉刷等多种携粉器官,其访花行为也更加复杂多变。为便于蜜蜂对花的采访,花的大小、形态、结构和蜜腺的位置等常常与访问蜜蜂种类的大小、形态、口器类型及结构等相适应。这种高度适应,是生物间长期自然选择和协同进化的结果<sup>[8-9]</sup>。并且,蜜蜂对植物的交叉授粉可以提高植物后代的遗传变异,这些遗传变异使得植物能更好地适应环境,占据更合适的生态位<sup>[10]</sup>。所以,显花植物为蜜蜂提供食物和能量,蜜蜂为显花植物传花授粉,提高植物后代的生活力,从生态学的观点看,两者之间是相互依存、互惠互利的进化关系。

### 1.2 蜜蜂是多种农作物的主要授粉昆虫

2007年,Klein等<sup>[11]</sup>报道,根据联合国粮农组织(FAO)的数据分析与食品直接相关的107种主要农作物对蜜蜂等昆虫授粉的依赖程度。结果表明,在这107种农作物中,有91种依赖于蜜蜂等昆虫授粉,占农作物种类总数的85%;其中增产幅度达90%以上的农作物为13种,占12%;增产幅度为40%~90%的为30种,占28%;增产幅度为10%~40%的为27种,占25%;增产幅度10%以下的为21种,占20%;只有7种农作物不依赖授粉;另外,还有9种农作物情况不详<sup>[11]</sup>(图1)。

世界上大部分农作物属虫媒植物,作物通过昆虫授粉可以提高产量,改善果实和种子品质,提高后代的生活力。尽管双翅目的蝇类、鳞翅目的蝶类和鞘翅目的甲虫类等许多昆虫都可为农作物授粉。但是,膜翅目的蜂类具有独特的形态结构和生物学特性,在授粉昆虫中占绝对的主导地位,是农作物最理想的授粉者<sup>[9,12]</sup>。近20年来,全球设施栽培业发展迅猛,温室内缺乏自然授粉昆虫,作物依赖蜜蜂授粉来提高产量和品质的重要性也逐渐被人们所认识<sup>[13-14]</sup>。

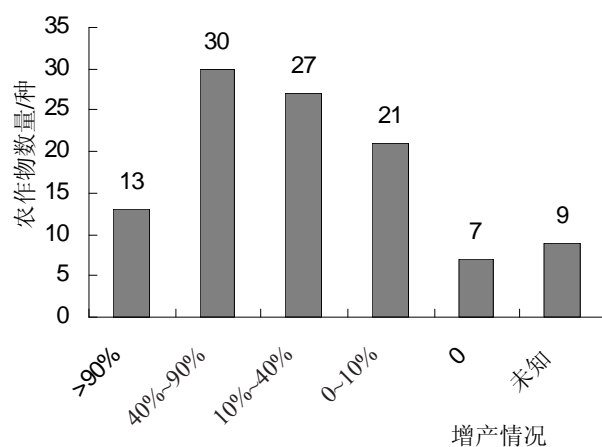


图1 蜜蜂等昆虫为主要农作授粉的增产情况

## 2 世界蜜蜂授粉概况

### 2.1 蜜蜂授粉在全球农业生产中的地位

世界上主要农作物的85%都依赖于蜜蜂等昆虫授粉<sup>[11]</sup>,尤其是油料作物、蔬菜类、水果类和坚果类等蜜蜂授粉的效果尤为显著,这几类作物在全球分布非常广泛,所以蜜蜂授粉在农业生产中占据十分重要的地位。

2009年,Gallai等<sup>[15]</sup>根据联合国粮农组织(FAO)对世界农作物种植区系的划分,分析了蜜蜂等昆虫授粉在全球农业生产中的地位。结果表明,世界各个地区的农作物生产都依赖于蜜蜂等昆虫授粉。其中,中东亚地区农作物依赖授粉的程度最高,蜜蜂等昆虫授粉的贡献占农业总产值的15%;中亚地区次之,蜜蜂等昆虫授粉的贡献占农产品总产值的14%;北非、西非、东亚、欧洲和北美等地区的蜜蜂授粉贡献值占农产品总产值的10%~12%;中非、南非、大洋洲、南亚、东南亚、南美和中美等地区的蜜蜂授粉贡献值占农产品总产值的6%~7%;东非地区农作物依赖蜜蜂等昆虫授粉的程度最低,蜜蜂等昆虫授粉的贡献仅占农产品总产值的5%<sup>[15]</sup>(表1)。

作物种类属性不同,对蜜蜂授粉的依赖程度也不要一样,其中,刺激类作物(咖啡、可可豆、可乐树和茶等)依赖蜜蜂等昆虫授粉的程度为36.8%;坚果类作物蜜蜂等昆虫授粉的贡献为31%;水果类、蔬菜类和油料作物等在全球农产品总产值中占有较大的比重,这几类作物蜜蜂等昆虫授粉的贡献在12.2%~23.1%之间;豆类作物昆虫授粉的贡献仅占4.3%;香料作物占2.7%;而谷类作物、糖料作物和薯类作物不依赖蜜蜂授粉。但总体而言,蜜蜂等昆虫为全球农作物授粉的增产价值达1530亿欧元(折合2008年9月15日的汇率约为2170亿美元),占全球食用农产品总产值的

表1 全球不同地区蜜蜂等昆虫授粉在农业生产中的贡献

地区	地理分布	农产品总产值/ $\times 10^9$ 欧元	授粉产生的价值/ $\times 10^9$ 欧元	授粉的贡献/%
非洲	中非	10.1	0.7	7
	东非	19.6	0.9	5
	北非	39.7	4.2	11
	南非	19.2	1.1	6
	西非	48.9	5.0	10
亚洲	中亚	11.8	1.7	14
	东亚	418.4	51.5	12
	中东亚	63.5	9.3	15
	大洋洲	18.8	1.3	7
	南亚	219.4	14.0	6
	东南亚	167.9	11.6	7
欧洲	欧盟(25国)	148.9	14.2	10
	非欧盟	67.8	7.8	12
北美	百慕大、加拿大、美国	125.7	14.4	11
南美和中美	中美洲和加勒比	51.1	3.5	7
	南美洲	187.7	11.6	6

表2 不同农作物蜜蜂等昆虫授粉的贡献

作物分类	平均价格/(欧元/1000 kg)	农产品总产值/ $\times 10^9$ 欧元	授粉产生的价值/ $\times 10^9$ 欧元	授粉的贡献/%
刺激类作物	1225	19	7.0	36.8
坚果类	1269	13	4.2	31.0
水果类	452	219	50.6	23.1
油料类	385	240	39.0	16.3
蔬菜类	468	418	50.9	12.2
豆类	515	24	1.0	4.3
香料类	1003	7	0.2	2.7
谷类	139	312	0.0	0.0
糖料类	177	268	0.0	0.0
薯类	137	98	0.0	0.0
总和		1618	152.9	9.5

9.5%。如果授粉昆虫消失,全球消费者剩余每年将减少1900~3100亿欧元<sup>[15]</sup>(表2)。

在现代化农业生产中,尤其是在设施生产中,蜜蜂授粉可代替繁重的人工授粉,降低社会成本。在设施瓜果类和水果类等生产过程中,蜜蜂授粉还可以取代2,4-D等植物生长调节剂的使用,不仅可以促进座果,提高产量,更为重要的是蜜蜂授粉改善了果实品质,避免了激素污染,有利于消费者的身心健康。利用蜜蜂授粉还可以进行农作物病虫害的生物防治,减少化学农药的使用<sup>[16]</sup>。所以,农作物利用蜜蜂授粉,不仅经济效益显著,而且社会效益和生态效益深远。

## 2.2 主要国家或地区蜜蜂授粉概况

近几十年来,由于现代化、集约化农业的发展,大量使用杀虫剂和除草剂,致使野生授粉昆虫锐减,因此,家养蜜蜂的授粉作用尤显突出。世界上许多经济发达国家都十分重视利用蜜蜂为农作物授粉,以改善农田的生态环境,保证粮食、油料、水果、蔬菜、牧草等农作物的优质高产。

2.2.1 美国 美国是全球农业最发达的国家之一,十分注重蜜蜂授粉的应用。美国养蜂业的主要目的是提供蜂群为农作物授粉,蜂农的收入90%依靠出租蜜蜂授粉获得,蜂产品的收入仅占10%。2000年,Morse<sup>[17]</sup>的

研究表明,美国绝大多数作物对蜜蜂授粉的依赖程度很大,其中,杏100%依赖蜜蜂授粉,苹果、洋葱、花椰菜、胡萝卜和向日葵等依赖蜜蜂授粉的程度均在90%以上,甜瓜的依赖程度在70%以上,苜蓿的依赖程度在60%以上,其他水果类、坚果类、瓜果蔬菜类等对蜜蜂授粉也有一定程度的依赖性;美国现有蜂群240多万群,其中约200万群是用来出租授粉的;据估算,美国蜜蜂对主要农作物授粉的年增产价值达到146亿美元。

美国依赖蜜蜂授粉程度最强,蜜蜂授粉在其农业生产中占据着十分重要的地位。加利福尼亚州仅杏树

一种果树每年需要约150万群蜂为其授粉。2007年,北卡罗来纳州立大学昆虫系<sup>[18]</sup>分析了北卡罗来纳州主要水果和蔬菜利用蜜蜂授粉的情况,结果表明,2000年至2006年连续7年,蜜蜂为这几种主要水果和蔬菜授粉的价值均占总产值的60%以上。由于种种原因,近几十年来美国蜂群数量逐年下降,而依赖蜜蜂授粉的作物种植面积在不断增加,导致美国农场主租蜂的价格逐年上涨,例如,每群蜂的出租价格从1997年的20多美元增长到2009年的170多美元,价格增长了近8倍;尤其是近3~4年来,欧美等国蜜蜂无故消失的现象严重,蜜蜂出租价格急剧上升<sup>[19]</sup>(图2)。

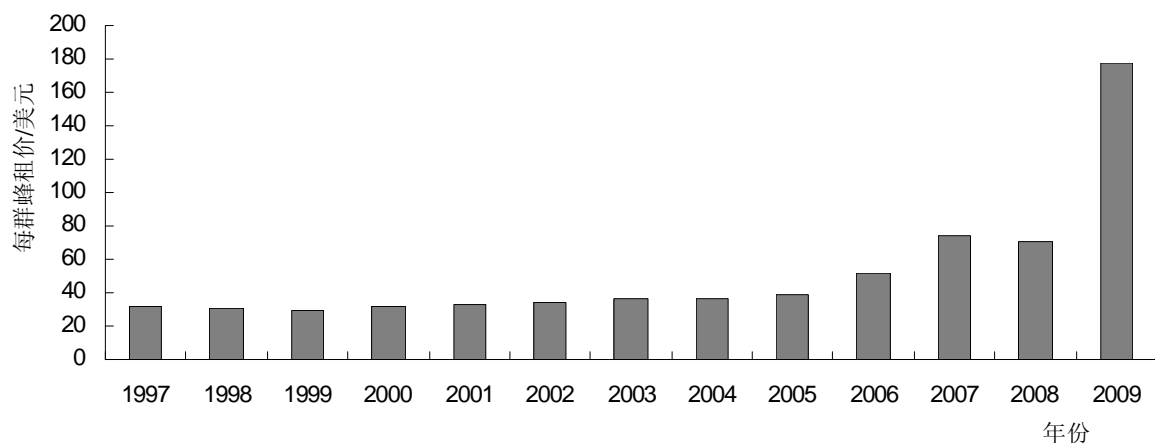


图2 美国蜜蜂租赁授粉的价格变化

2.2.2 欧洲 1994年,Williams<sup>[20]</sup>报道,在欧洲超过150种农作物直接依赖蜜蜂等昆虫授粉,这150种作物占欧洲作物种类总数的84%。2008年,Tauts<sup>[21]</sup>在《蜜蜂的神奇世界》一书中表明蜜蜂是欧洲第三大最有价值的家养动物,在畜牧业中,其经济地位仅次于牛和猪。2009年,Gallai<sup>[15]</sup>的分析结果表明,在欧洲蜜蜂为农作物授粉的年增产价值为142亿欧元,其中欧盟成员国蜜蜂等昆虫授粉的价值占农产品总产值的10%,欧盟非成员国蜜蜂授粉的价值更高,占农产品总产值的12%,均超过9.5%的世界平均值。英国蜜蜂授粉的年经济价值达10亿英镑,油菜、草莓、苹果、山莓和梨是其主要授粉对象;其中,油菜所占的比例最大,蜜蜂为油菜授粉的年增产效益达4亿英镑,占全国农作物蜜蜂授粉增产总值的40%<sup>[22]</sup>。

2.2.3 澳大利亚 2009年,据Gordon和Davis<sup>[23]</sup>的报道,蜜蜂为澳大利农作物授粉的年增产效益达14亿美元。2010年,Ware<sup>[24]</sup>报道澳大利亚的授粉昆虫有1400多种。但是在农作物授粉贡献中,西方蜜蜂占80%~90%,其他授粉昆虫的贡献量仅占10%~15%,说明蜜蜂在农作物授粉中占绝对优势。澳大利亚现有蜂群

46~50万群,其中有30万群用于出租授粉,蜜蜂授粉经济价值较高的农作物主要有水果类、蔬菜类、坚果类、牧草类和向日葵等油料作物。

2.2.4 韩国 2008年,Jung<sup>[25]</sup>分析了韩国主要水果和蔬菜应用蜜蜂授粉的经济价值,他的研究表明,韩国主要水果和蔬菜的年产值为120亿美元,其中58亿美元来源于蜜蜂授粉的贡献;韩国现有蜂群200万群,其蜂产品的年产值仅为3.5亿美元;即在韩国,蜜蜂授粉所产生的经济价值是蜂产品产值的18倍。

### 2.3 世界农作物属性种植变化

农作物依赖蜜蜂授粉的程度主要与作物种类属性有关,非虫媒作物如粮食作物依赖蜜蜂授粉的程度很低,尤其是谷类和薯类等粮食作物不依赖蜜蜂授粉,而水果类、蔬菜类、坚果类和油料作物等虫媒作物依赖蜜蜂授粉的程度很高。2008年,Aizen<sup>[26]</sup>分析了全球农作物自1961年以来的种植变化情况,发现近半个世纪以来,全球农作物在种植属性上发生了明显的变化,即全球虫媒作物不论是在种植面积上还是在产量上均呈现明显上升的趋势,这一现象在发展中国家尤为显著;非虫媒作物在发展中国家也略有上升,但在发达国家则

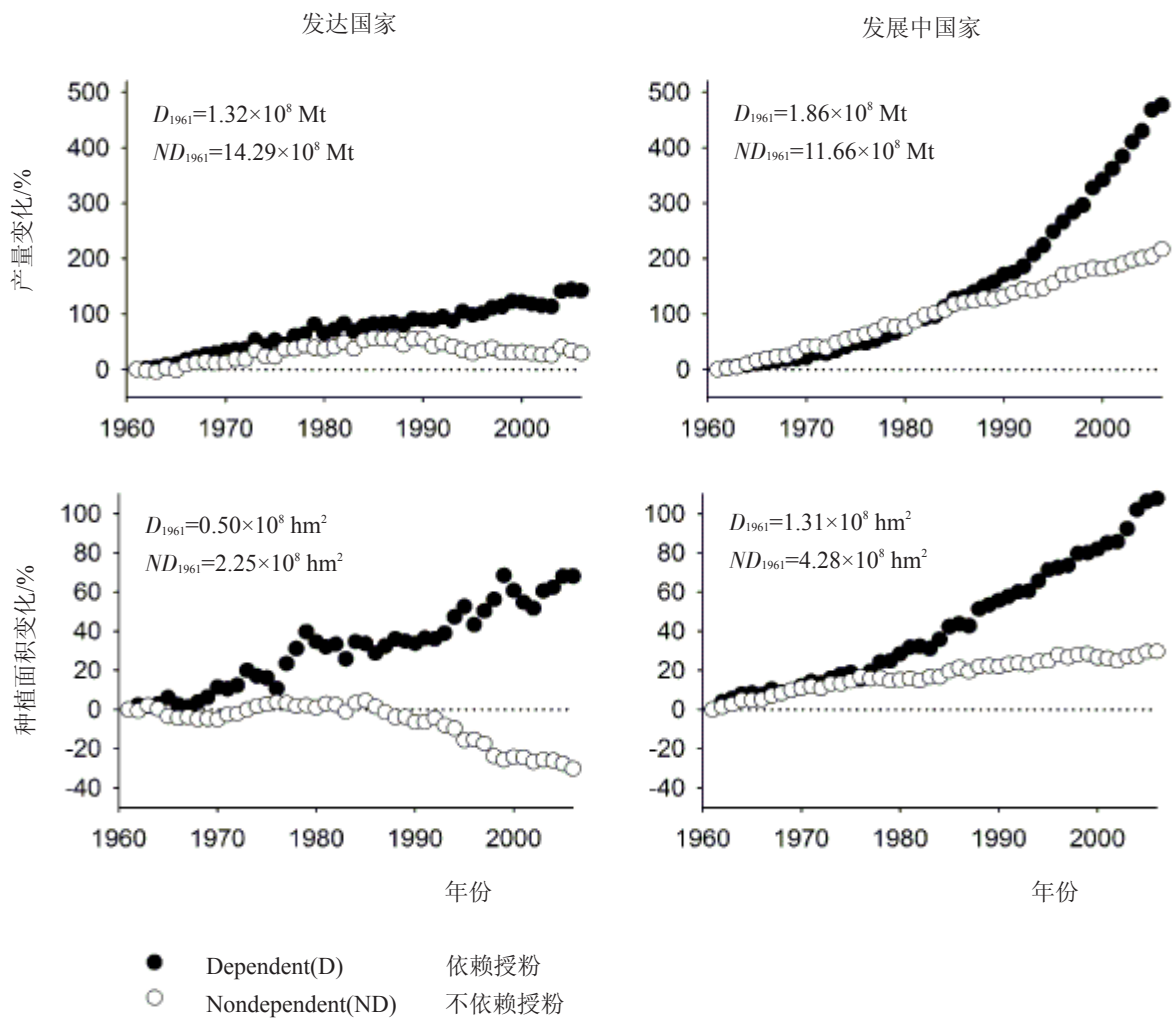


图3 全球农作物授粉属性的种植变化

呈现下降的趋势(图3)<sup>[26]</sup>。1961年农产品总产值的3.6%依赖蜜蜂授粉,而到2006年这个比例变成6.1%,增长速度超过69%<sup>[27]</sup>。总体而言,从种植结构上看,不管是发展中国家还是发达国家,依赖授粉的作物越来越多,农业生产依赖于蜜蜂等昆虫授粉的程度越来越高<sup>[26,28]</sup>。

#### 2.4 世界蜂群数量动态变化

1961年,全球蜂群数量约4500万群,发展至2007年,全球蜂群数量约7400万群。1961—2006年,全球蜂群数量呈现基本上升的趋势,但在不同地区之间发展并不平衡,非洲、亚洲和南美洲的蜂群数量在逐渐上升,欧洲和北美的蜂群数量则呈现下降的趋势<sup>[29]</sup>(图4)。就主要国家而言,美国、俄罗斯和德国等国的蜂群数量下降超过了50%,而一些主要依靠蜂产品出口的国家如中国和阿根廷的蜂群数量则呈现上升趋势<sup>[27]</sup>。

近半个世纪以来,全球蜜蜂数量的增长速度不到50%,但是全球虫媒作物种植的增加量超过了300%,

即全球农作物授粉需求量的增长速度远远大于全球蜂群数量的增长速度<sup>[27]</sup>。例如,美国加利福尼亚州的杏树栽培面积越来越大,而加州杏的生产100%依赖于蜜蜂授粉,2009年仅杏树授粉就需要蜂群150万群,其需求量占全美蜂群总数的50%以上。据估计,到2012年杏树授粉需蜂量将超过200万群,而美国蜂群总数也就240万群,也就是说,美国现有蜂群数量根本无法满足作物授粉的需求量。

尤其是自2007年以来,欧美许多地方发生了蜜蜂无故消失的现象,导致很多国家蜂群数量急剧下降<sup>[29]</sup>(图5)。蜜蜂无故消失的现象在美国最为严重,2007年美国蜂群数量下降了32%,2008年下降了35%,2009年下降了29%<sup>[30]</sup>。为此,美国政府高度重视蜜蜂消失的情况,多次召开会议商议对策,同时加大对蜜蜂消失原因研究的投入<sup>[5]</sup>。蜜蜂的消失也引起英国政府的重视,2009年4月27日,英国政府宣布将在5年时间内投入近1000万英镑,寻找蜜蜂、蝴蝶和蛾类等传粉

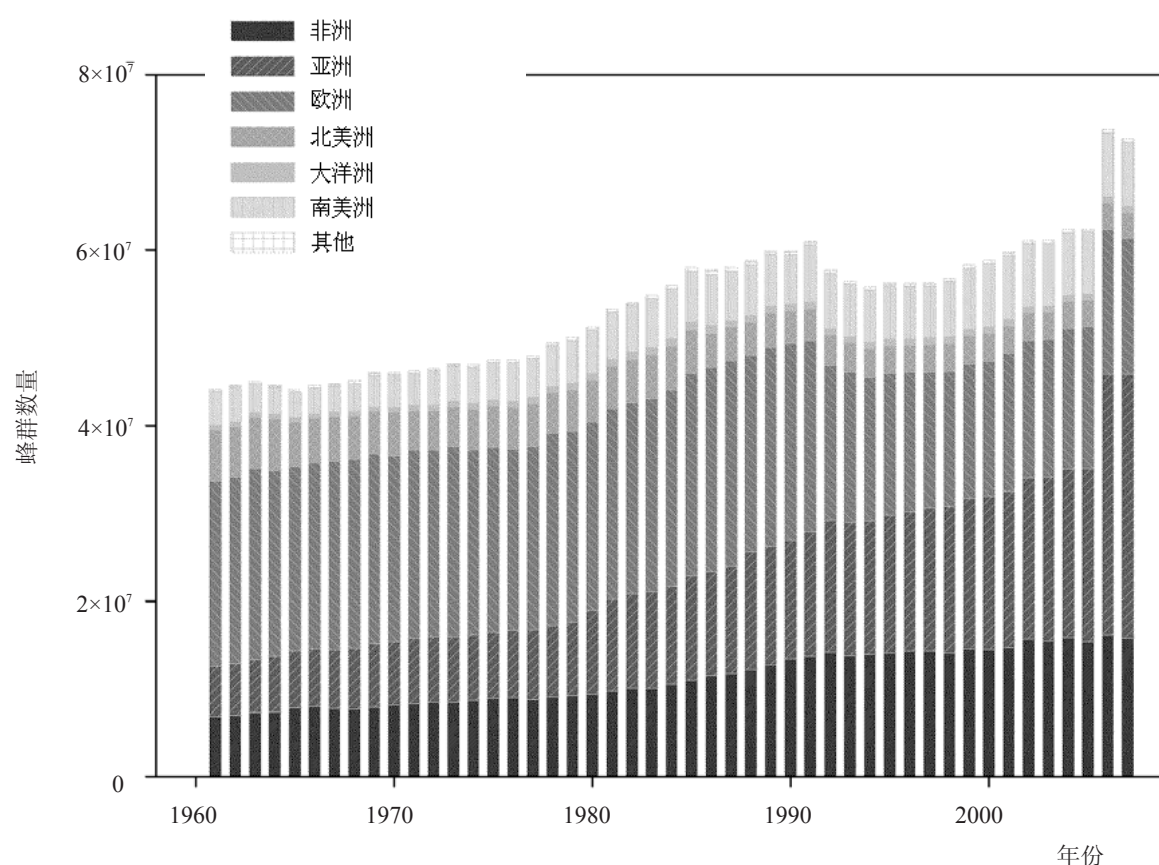


图4 1961—2007年全球不同地区蜜蜂蜂群数量变化

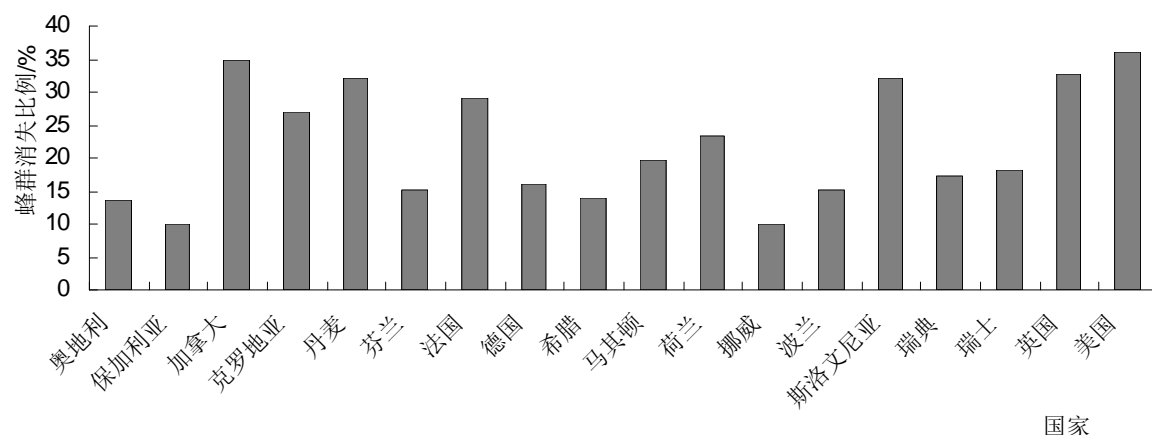


图5 2007—2008年一些国家蜂群消失的比例

昆虫不断消失的原因,据英国环境、食品与乡村事务部(DEFRA)估计,过去2年时间,英国蜜蜂数量下降了15%~30%<sup>[31]</sup>。欧盟第7框架也要求加大对蜜蜂消失原因的研究<sup>[32]</sup>。

### 3 中国蜜蜂授粉的现状、存在问题及应对措施

#### 3.1 中国蜜蜂授粉现状

根据农业部的调查,2008年全国蜂群数量达820万群、蜂蜜产量超过40万t,养蜂业总产值达40多亿元<sup>[33]</sup>。从数量上来说,中国是目前全球当之无愧的第

一养蜂大国,但养蜂业的发展还是以获取蜂产品为主要目的,出租授粉占养蜂收入的比例很低。

尽管中国大田作物租赁蜜蜂授粉的比例非常低,但大田作物蜜蜂授粉的经济价值依然存在,而且十分巨大。据农业部估计,每年蜜蜂授粉促进农作物增产的产值超过660亿元<sup>[33]</sup>。中国养蜂业以生产蜂产品为主,为了获取更多的产品,约500万群蜜蜂蜂群为流动蜂群,即养蜂场跟着大宗蜜源植物的花期而在全各地流动,这样,在生产大量蜂产品的同时,也可为大宗

农作物授粉。例如,蜜蜂为荞麦等粮食作物,为油菜、向日葵和油茶等油料作物,为苹果、梨、柑橘、荔枝、龙眼和枇杷等果树,为紫苜蓿、紫云英、苕子和草木樨等牧草授粉的经济效益十分显著<sup>[34]</sup>。另外,中国还有约300万群蜜蜂为固定蜂场,这些固定蜂场在生产蜂产品的同时,也同样为当地的多种作物、水果和蔬菜授粉。近10年来,中国设施农业发展迅猛,设施作物应用蜜蜂授粉的重要性也渐被人们所认识,尤其是在温室草莓、桃和杏等水果的生产过程中,租赁蜜蜂授粉的比例已经达到了80%以上,其他瓜果蔬菜的应用程度也在逐步提高。如果将各种作物、果树、蔬菜、牧草和各种野生蜜源植物计算在内,中国蜜蜂授粉的经济价值将是十分惊人的。

此外,蜜蜂授粉能够产生巨大的生态效益。受经济发展和自然环境变化的影响,自然界中野生授粉昆虫的数量大量减少,家养蜜蜂对生态环境的作用更加突出。因为蜜蜂授粉能够帮助野生植物顺利繁衍,修复植被,改善生态环境,其实,蜜蜂在植物多样性保护和维持生态系统平衡方面做出的生态贡献远远大于为农作物授粉所产生的经济价值。

### 3.2 中国蜜蜂授粉存在的问题

尽管中国是世界第一养蜂大国,蜜蜂授粉也产生了较大的经济价值,但同农业发达国家相比,中国蜂业发展一直在以蜂产品生产为重心,对蜜蜂授粉服务于大农业生产的认识不足,主要表现在如下几个方面:

一是中国主动授粉(出租授粉)的蜂群很少。中国大田作物租赁蜜蜂授粉的蜂群占不到蜂群总数的5%,这同美国、英国、法国、德国、澳大利亚和韩国等农业发达国家50%以上的蜂群用于专业授粉相比还有很大的差距。尽管中国蜜蜂在生产大宗蜂产品的同时,也为大宗农作物起到了较好的授粉作用,但其他零星分布的果树、瓜果蔬菜、牧草和粮油等大多数作物都没有充分利用蜜蜂授粉,严重影响了农作物的产量。

二是中国对蜜蜂授粉的重要性认识严重不足。尽管已有大量的研究表明,蜜蜂对多种粮食作物、油料作物、果树、蔬菜和牧草等授粉有较好的增产提质的作用。但在生产实践过程中,种植者主要考虑的还是品种和水肥等管理措施。甚至到目前为止还有一部分种植者认为,蜜蜂采走了花朵的精华,或者说蜜蜂咬坏了花朵,还要向蜂农收取所谓的损失费。他们没有意识到蜜蜂采蜜起到了为农作物传花授粉的作用,可以大大提高农作物的产量。在一些地区,行业管理部门不仅没有为流动蜂群提供便利条件,还要强行多次收取所谓的检疫费和进场费等,致使有些蜂农因为生产

成本过高,放弃了放蜂的计划,最终导致当地作物授粉严重不足而减产。

三是中国农作物使用农药的现象比较严重。在过去几十年中,化学农药的使用一直是中国农作物病虫害防治最有效的手段,其严重的副作用也逐渐显现出来。农药的大量使用,在杀死作物害虫的同时,也杀死了大量的授粉昆虫,影响了作物授粉受精,严重破坏了农田生态平衡。化学农药残留在作物体内形成一定的累积,也不利于消费者的身体健康。同样,蜜蜂对化学农药非常敏感,尤其是一些毒性较大的农药或缓释性农药,对蜜蜂的毒害非常大,这种现象在中国设施生产中更为常见。人们经常见到蜜蜂在温室内,宁愿在巢内饿死,也不会飞出蜂箱去采集,这主要是温室内过度用药的缘故。

四是中国设施果菜滥用化学激素。近10年来,随着中国种植结构的不断调整,设施农业迅猛发展,现在各类设施栽培面积达400万 $\text{hm}^2$ ,是当今世界设施生产的第一大国。但中国设施生产的产品品质不高、效益低下,在国际市场上竞争力不强。缺乏昆虫授粉是影响中国设施生产效率低下的主要因素之一。茄果类和瓜果类在中国设施栽培中占有很大的比重,但在生产过程中绝大部分采用喷施化学激素物质来促进座果。激素喷花的生产成本很低,座果也比较理想,但是生产者没有认识到采用2,4-D、吲哚乙酸、赤霉素等激素物质处理的花朵,没有经过正常的授粉受精,只是激素刺激子房发育长大成果实,果实没有种子,品质较差。另外,激素处理会增加番茄等作物灰霉病等发生的概率,又会造成激素污染果实,影响食品的安全。在很多农业发达国家已经禁止使用的激素喷花方法,严重影响了中国设施农产品的质量,阻碍了蜜蜂授粉的进程。

### 3.3 中国蜜蜂授粉产业发展的应对措施

第一,加强对养蜂业的组织领导。最近,国家对蜜蜂授粉高度重视,农业部相继出台了“农业部办公厅关于印发《蜜蜂授粉技术规程(试行)》的通知”和“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”2个指导性文件<sup>[33,35]</sup>。各级农牧部门应把加强蜜蜂授粉促进养蜂业健康发展列入重要的议事日程,加强指导和管理力度。在转地放蜂集中地区,农牧部门还要会同有关部门,妥善解决治安、收费、蜜蜂农药中毒和人蜂安全等问题,切实保护蜂农的合法权益。蜜蜂授粉技术的应用不仅涉及到养殖业,还涉及种植业。各级农业和畜牧兽医等相关部门应密切配合、通力合作,发挥各自的优势和作用,联合相关科研院所、大专院校、行业学会(协会)和企业等方面的力

量,加强组织领导,共同促进养蜂业持续健康发展。

第二,强化蜜蜂授粉的科学研究。蜜蜂授粉是一项系统工程,涉及到一系列配套技术的研究,应加强蜜蜂、熊蜂、壁蜂和切叶蜂等各类蜜蜂资源的开发力度,选育出适合为不同类型作物授粉的蜂种;支持蜜蜂授粉机具、病虫害防控和饲养管理等方面的深入研究;加大蜜蜂授粉的生态效益评价和对农作物增产的机理研究力度;挖掘蜜蜂授粉对农作物增产的潜力。

第三,加大蜜蜂授粉技术的宣传。为了提高民众的认知程度,应大力宣传蜜蜂授粉对农作物增产和促进生态农业发展发展的意义与作用,大力宣传各地推行蜜蜂授粉的成功经验和典型事例。在蜜蜂授粉的关键季节,尽量避免花期喷施农药,改进传统农作物病虫害的防控方式,加大生物防治和生态控制等绿色植保技术的推广力度。使蜜蜂授粉的经济和生态效益为社会所认同,营造推广蜜蜂授粉技术的良好社会氛围。

第四,大力推广普及蜜蜂授粉技术。首先,应选择种植面积较大、蜜蜂授粉增产提质作用明显的农作物品种推广蜜蜂授粉技术。例如在油菜、棉花、向日葵、苹果、柑桔、西瓜和草莓等主产区建立蜜蜂授粉示范基地,进行蜜蜂配套技术的集成与示范推广。在需要授粉的农作物主产区,将蜜蜂授粉技术列入农技推广部门的主推技术,加快普及应用步伐。其次,在经济发达地区,可以探索建立蜜蜂授粉的补偿机制,推动养蜂业健康持续发展。蜜蜂授粉不仅可以提高农作物产量,而且在植被保护、改善生态环境方面做出了巨大的贡献。一些经济较好的地区已经开始实行养蜂补偿计划,例如北京市延庆区政府连续多年实施养蜂补偿办法,使当地的养蜂业、农业生产和生态环境保护等均得到了很好的协调发展。

### 参考文献

- [1] Cox-Foster D L, Conlan S, Holmes E C, et al. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder[J]. *Science*,2007,318(5848):283-287.
- [2] Oldroyd B P. What' s killing American honey bees[J]. *PLoS Biology*,2007,5(6):e168.
- [3] Chauzat M P, Carpentier P, Martel A C, et al. Influence of pesticides residues on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France[J]. *Environmental Entomology*,2009,38(3): 514-523.
- [4] Naug D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses[J]. *Biological Conservation*,2009,142(10):2369-2372.
- [5] Johnson R. Honey bee colony collapse disorder[EB/OL]. <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL33938.pdf>, 2010-05-07.
- [6] vanEngelsdorp D, Hayes Jr J, Underwood R M, et al. A survey of honey bee colony losses in the U.S., fall 2007 to spring 2008[J]. *PLoS ONE*,2008,3(12):e4071.
- [7] vanEngelsdorp D, Evans J D, Saegerman C, et al. Colony Collapse Disorder: A descriptive study[J]. *PLoS ONE*,2009,4(8):e6481.
- [8] 钦俊德,王琛柱.论昆虫与植物的相互作用和进化的关系[J].*昆虫学报*,2001,44(3):360-365.
- [9] 安建东.植物的开花、传粉与受精.见:董霞编.蜜蜂源植物学[M].北京:中国农业出版社,2010:167-181.
- [10] Shrestha J B. Honeybees: The pollination sustaining crop diversity [J]. *Journal of Agriculture and Environment*,2008,9:90-92.
- [11] Klein A M, Vaissiere B E, Cane J H, et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops[J]. *Proceedings of the Royal Society B*,2007,274(1608):303-313.
- [12] Richards K W. Non-*Apis* bees as crop pollinators[J]. *Revue Suisse Zoologie*,1993,100:807-822.
- [13] Chang D Y, Lee M Y, Mah Y. Pollination on strawberry in the vinyl house by *Apis mellifera* L. and *Apis cerana* Fab[J]. *Acta Horticulturæ*,2001,561:252-262.
- [14] Sabara H A, Winston M L. Managing honey bees (Hymenoptera: Apidae) for greenhouse tomato pollination[J]. *Journal of Economic Entomology*,2003,96(3):547-554.
- [15] Gallai N, Salles J M, Settele J, et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline [J]. *Ecological Economics*,2009,68(3):810-821.
- [16] Kovach J, Petzoldt R, Harman G E. Use of honey bees and bumble bees to disseminate *Trichoderma harzianum* 1295-22 to strawberries for *Botrytis* control[J]. *Biological Control*,2000,18(3): 235-242.
- [17] Morse R A, Calderone N W. The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000[EB/OL]. <http://www.beeeculture.com/content/PollinationReprint07.pdf>,2010-05-07.
- [18] Department of entomology North Carolina State University. The value of honey bees as pollinators in NC[EB/OL]. <http://www.cals.ncsu.edu/entomology/apiculture/PDF%20files/3.14.pdf>,2010-05-07.
- [19] Burgett M, Emeritus. Pacific Northwest honey bee pollination economics survey 2007[EB/OL]. [http://www.apitrack.com/pdf/USA\\_Pacific\\_Northwest\\_Honey\\_Bee\\_Pollination\\_Economics\\_Survey\\_2007\\_02\\_2008.pdf](http://www.apitrack.com/pdf/USA_Pacific_Northwest_Honey_Bee_Pollination_Economics_Survey_2007_02_2008.pdf),2010-05-07.
- [20] Williams I H. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honeybees[J]. *Agricultural Zoology Reviews*, 1994, 6:229-257.
- [21] 陶茨.蜜蜂的神奇世界[M].北京:科学出版社,2008:12-27.
- [22] Holland N. The economic value of honeybees[EB/OL]. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/8015136.stm>,2010-05-07.
- [23] Gordon J, Davis L. Valuing honeybee pollination: a report for the rural industries research and development corporation[EB/OL]. <http://www.rirdc.gov.au/reports/HBE/03-077.pdf>,2010-05-07.
- [24] Ware S. Australian honey industry monthly review[EB/OL]. <http://www.honeybee.org.au/pdf/January%202010.pdf>,2010-05-07.
- [25] Jung C. Economic value of honey bee pollination on major fruit and vegetable crops in Korea[J]. *Korea Journal of Apiculture*, 2008,23



- (2):147-152.
- [26] Aizen M A, Garibaldi L A, Cunningham S A, 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.
- [27] Garibaldi L A, Aizen M A, Cunningham S A, et al. Pollinator shortage and global crop yield[J]. *Communicative & Integrative Biology*, 2009,2(1):37-39.
- [28] Aizen M A, Harder L D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination[J]. *Current Biology*, 2009,19(11):915-918.
- [29] van Engelsdorp 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(Supplement1):S80-S95.
- [30] van Engelsdorp D, Hayes J Jr, Underwood R M, et al. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009[J]. *Journal of Apicultural Research*, 2010,49(1):7-14.
- [31] Vidal J. UK scientists get £8m for research into bee decline [EB/OL]. <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/apr/21/bees-decline-uk-scientist-funding>, 2010-05-07.
- [32] Moritz R F A, de Miranda J, Fries I, et al. Research strategies to improve honeybee health in Europe[J]. *Apidologie*, 2010,41(2):1-16.
- [33] 农业部.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.农牧发[2010]5号:1-8.
- [34] 柳萌,赵世荣.授粉昆虫助推农业可持续发展.见:王勇编.蜂业与生态[M].北京:中国农业科学技术出版社,2009:47-59.
- [35] 农业部办公厅.农业部办公厅关于印发《蜜蜂授粉技术规程(试行)》的通知.农办牧[2010]8号:1-14.

致谢:美国宾夕法尼亚州立大学昆虫系 van Engelsdorp D 博士和法国农科院昆虫授粉生态研究室 Bernard EV 博士馈赠资料,英国自然历史博物馆昆虫系 Williams PH 博士给予热情帮助,在此一并表示感谢!