

# 中国农业蜜蜂授粉的经济价值评估

刘朋飞<sup>1</sup>, 吴杰<sup>1</sup>, 李海燕<sup>1,2</sup>, 林素文<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>中国农业科学院蜜蜂研究所, 北京 100093; <sup>2</sup>福建农林大学经济与管理学院, 福州 350002; <sup>3</sup>福建农林大学作物科学学院, 福州 350002)

**摘要:**【目的】通过研究蜜蜂授粉与农业生产的关系, 评估农业蜜蜂授粉的经济价值, 为明确养蜂业在中国农业生产中的经济地位, 推动养蜂扶持政策的发展提供理论支撑。【方法】采用蜜蜂依存度估价法, 评估 2006—2008 年间中国 36 种主要授粉农作物蜜蜂授粉的经济价值, 并探讨农业生产对蜜蜂授粉的需求。【结果】蜜蜂授粉对中国农业生产具有显著的促进作用, 2006—2008 年间 36 种主要作物蜜蜂授粉的年均价值高达 3 042.20 亿元, 是中国蜂业总产值的 76 倍, 相当于中国农业总产值的 12.30%。农业生产对蜜蜂授粉的需求很大, 2008 年仅蔬菜、果树、棉花等作物需要授粉蜂群的数量就达 6 000—8 795 万群 (15 框蜂)。【结论】养蜂业是现代农业的重要组成部分, 蜜蜂授粉是不可或缺的农业生产投入, 且需求巨大。应该重视养蜂业, 既要提高蜜蜂授粉价值的社会认知度, 同时也要为养蜂业的发展提供强有力的政策支持。

**关键词:** 蜜蜂; 蜜蜂授粉; 经济价值; 授粉依存度

## Economic Values of Bee Pollination to China's Agriculture

LIU Peng-fei<sup>1</sup>, WU Jie<sup>1</sup>, LI Hai-yan<sup>1,2</sup>, LIN Su-wen<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Bee Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100093; <sup>2</sup>College of Economics and Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002; <sup>3</sup>College of Crop Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002)

**Abstract:** 【Objective】 Through studying on the relationship between bee pollination and agricultural production, the economic value of bee pollination to agriculture was estimated for making clear the situation of apiculture in agriculture and providing a theoretical support for development of apicultural support polices in China. 【Method】 A bee pollination dependence valuation method was used to assess the economic value of bee as pollinators of 36 crops during 2006-2008, and the honeybee pollination demand of agricultural production in China was also discussed. 【Result】 There was a significant role in promoting the development of agriculture in China. The average economic value of 2006-2008, contributed by bee pollination, was estimated at ¥304.22 billion, which was equivalent to 76 times the value of apicultural production, 12.30% of the gross output value of agriculture in China. There was a great demand for honeybee pollination in agriculture production, only vegetables, fruits, cotton and other crops required 60-87.95 million colonies(15 frames honeybees colony) pollination in 2008. 【Conclusion】 Beekeeping industry is an important component of modern agriculture, bee pollination is essential for agricultural production and there is also a huge demand. Therefore we should pay attention to beekeeping industry, not only to improve the level of social cognition in the value of bee pollination, but also provide powerful policy measures to support the development of apiculture in China.

**Key words:** bee; bee pollination; economic value; pollination dependence

## 0 引言

【研究意义】中国农业增产大量依靠化肥、农药、

生长素已到无以复加的地步, 寻找新的增产措施势在必行。多年来, 中国养蜂业发展与农业生产基本脱节, 蜜蜂授粉增产措施基本搁置, 养蜂业真正的作用得不

收稿日期: 2011-08-09; 接受日期: 2011-09-15

基金项目: 国家蜂产业技术体系建设专项资金 (nycytx-43)

联系方式: 刘朋飞, E-mail: liupengfei200812@163.com. 通信作者李海燕, Tel: 010-62595931; E-mail: haiyanonly@126.com

到发挥, 整个行业趋于农业生产边缘化<sup>[1]</sup>。因此, 科学准确地评估蜜蜂授粉的经济价值, 提高全社会对蜜蜂授粉的认知度就显得尤为重要。【前人研究进展】近几十年来, 国外对蜜蜂授粉经济价值的研究十分丰富。Levin<sup>[2]</sup>研究发现蜂类每年为美国农作物授粉的价值达 189.6 亿美元, 为蜂产品价值的 143 倍。Robinson 等<sup>[3]</sup>评估蜜蜂授粉为美国农业每年贡献的价值为 93 亿美元, 而这些作物的总产值为 300 亿美元, 受惠于蜜蜂授粉的价值高达 30% 以上。Gill<sup>[4]</sup>选取 25 种依靠蜜蜂授粉的作物为研究对象, 结果发现蜜蜂授粉服务每年为澳大利亚农业带来 6—12 亿澳元的收益。Costanza 等<sup>[5]</sup>对全球包括授粉在内的生态服务系统价值进行了评估, 结果发现全球每年授粉服务的价值高达 1 170 亿美元。Gallai 等<sup>[6]</sup>则对全球 100 种人类直接食用作物的授粉服务经济价值进行了评估, 发现蜜蜂等昆虫为全球农作物授粉的增产价值达 1 530 亿欧元, 相当于 2005 年全球人类食用农产品价值(约为 16 180 亿欧元)的 9.5%。目前, 国外评估蜜蜂授粉经济价值的方法主要有四种: (1) 产值估价法。通过计算授粉作物的总价值简单地评估蜜蜂授粉经济价值的方法。(2) 蜜蜂依存度估价法。通过计算各种作物的产值与该作物蜜蜂授粉的依存度乘积之和来评估蜜蜂授粉价值的方法。(3) 条件价值法。调查受访者在假设性市场里的经济行为, 以得到其支付意愿来对商品或服务的价值进行计量的方法。(4) 替代成本法。研究人工授粉与蜜蜂授粉之间的成本变化, 从而评估出蜜蜂授粉价值的方法。【本研究切入点】与国外丰富的研究相比, 国内相关研究较少, 且至今没有一个比较系统的结论。笔者借鉴国外相关研究, 采用改进的蜜蜂依存度估价法来评估中国农业蜜蜂授粉的经济价值, 并对蔬菜、果树、棉花等作物对蜜蜂授粉需求情况进行分析。【拟解决的关键问题】科学地评估出农业蜜蜂授粉的经济价值, 从而明确养蜂业在中国农业生产中的经济地位, 为政府制定养蜂支持政策提供科学理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 数据来源

1.1.1 作物类别选择及数据来源 中国作物的种类非常多, 全国栽培的主要作物种类有 600 多种。其中, 粮食作物 30 多种, 经济作物约 70 种, 果树作物约 140 种, 蔬菜作物 110 多种, 牧草约 50 种, 花卉 130 余种, 绿肥约 20 种, 药用植物 50 余种<sup>[7]</sup>。这些作物中, 除

小麦外, 与我们衣食有关的粮、棉、油、茄果类菜蔬、显花牧草, 都可得到蜜蜂的造访<sup>[8]</sup>, 都应该属于本研究的范畴。考虑尽量多涵盖这些授粉需求的作物, 同时又保证研究作物数据的可获得性和可靠性, 本文选取了棉花、油菜、苹果、柑橘等 36 种数据资料完整且有代表性的主要作物进行研究。其中, 作物产值数据以 FAOSTAT 为主要数据源, 部分缺失数据从国内相关统计年鉴和文献中补充, 作物蜜蜂授粉依存度数据来自于整理的国内外公开发表的相关研究资料<sup>[9-35]</sup>。

1.1.2 作物播种面积及蜂群配置数量数据来源 以《中国农业年鉴》、《蜜蜂授粉技术规程(试行)》<sup>[36]</sup>等为数据来源。其中, 作物播种面积为 2008 年数据, 来自于 2009 年《中国农业年鉴》; 蜂群配置数据参考《蜜蜂授粉技术规程(试行)》等。

### 1.2 研究方法

目前, 中国蜜蜂授粉价值的量化研究尚处于起步阶段, 没有系统完整的研究成果。借鉴国外发达国家蜜蜂授粉价值研究的经验, 本文拟采用改进的蜜蜂依存度估价法, 评估中国农业蜜蜂授粉的经济价值。

Robinson 等<sup>[3]</sup>为准确评估蜜蜂授粉对农作物的效益, 构建如下模型:

$$V_{hb} = \sum_{i=1}^{i=n} (V_i \times D_i \times P_i) \quad (1)$$

$$D_i = (Y_{i0} - Y_{ic}) / Y_{i0} \quad (2)$$

式中,  $V_{hb}$  为每年蜜蜂为农作物授粉产生的经济价值,  $V_i$  为农作物的年产值,  $D_i$  为农作物昆虫授粉依存度,  $P_i$  为农作物有效授粉昆虫中蜜蜂所占的比例,  $Y_{i0}$  为开放授粉区农作物产量或罩网有蜂区农作物产量,  $Y_{ic}$  为无昆虫区作物的产量。则农作物蜜蜂授粉的经济价值为:

$$V_{hb} = \sum_{i=1}^{i=n} [V_i \times P_i \times (Y_{i0} - Y_{ic}) / Y_{i0}] \quad (3)$$

可见, 农作物蜜蜂授粉依存度(即作物昆虫授粉依存度与授粉昆虫中蜜蜂的比重之积)是本研究的关键所在。然而, 只注重蜜蜂授粉对农作物增产的作用, 而忽视蜜蜂授粉还具有提高作物品质的效果, 可能导致农作物蜜蜂授粉依存度计算不够准确。对此, 本文进行如下改进:

$$D'_i = d_i + Q_i \quad (4)$$

式中,  $D'_i$  为考虑质量改变的农作物蜜蜂授粉依存度,  $d_i$  为只考虑增产的农作物蜜蜂授粉依存度,  $Q_i$  为质量相关系数, 表示由于蜜蜂授粉改善作物质量带来的附

加价值。

$$d_i = \frac{y'_{i0} - y'_{ic}}{y'_{i0}} \quad (5)$$

式中,  $y'_{i0}$  为开放蜜蜂授粉区农作物产量或罩网有蜂区农作物产量,  $y'_{ic}$  为无蜂区作物的产量。对模型 (5) 进行处理, 方程式右边分子分母同除以  $y'_{ic}$ , 得到:

$$d_i = \frac{(y'_{i0} - y'_{ic}) / y'_{ic}}{y'_{i0} / y'_{ic}} = \frac{\Delta p_i}{1 + \Delta p_i} \quad (6)$$

式中,  $\Delta p_i$  为有蜂区农作物产量相比无蜂区增加的比重, 即蜜蜂授粉对农作物增产效果。

所以, 农作物蜜蜂授粉的经济价值可表示为:

$$V_{hb} = \sum_{i=1}^{i=n} \left( V_i \times \left( \frac{\Delta p_i}{1 + \Delta p_i} + Q_i \right) \right) \quad (7)$$

目前, 中国对油菜、苹果、水稻、柑橘、棉花等作物授粉试验研究相对丰富,  $d_i$  值可以从这些研究中获得。对于部分国内研究数据缺失的作物, 文章借鉴国外相关研究成果进行补充。由于任何一个给定的作物品种间都有很大的差异, 无法精确计算作物不同品种的  $d_i$  值, 只能依据现有主要研究并适当修正。本研究遵照的原则是: 以国内研究基础为准, 国外研究成果为辅; 以大样本研究成果为准, 其它为辅; 根据现有资料, 对作物数据不祥的可参照类似作物数据估计, 选择出最佳因素。关于质量变量  $Q_i$ , 如果蜜蜂授粉能够促进农作物产品品质提高, 则  $Q_i=0.10$ , 否则  $Q_i=0.00$ 。只要符合以下两项中任意一项就认为蜜蜂授粉改善了产品品质: (1) 研究证明蜜蜂授粉能够改善和提高产品的营养, 如微量元素增加; (2) 蜜蜂授粉能够提高作物商品率, 如水果的一级果率提高, 畸形果减少等。

## 2 结果

### 2.1 主要农作物蜜蜂授粉的经济价值

蜜蜂授粉是农业增产不可或缺的技术措施<sup>[1]</sup>, 是现代农业的重要组成部分。对本文选取的 36 种主要农作物产值数据及各种作物蜜蜂授粉依存度进行统计分析, 结果发现: 2006—2008 年, 中国 36 种主要依靠蜜蜂授粉农作物的平均总产值为 8 883.51 亿元。其中, 水果坚果类占 36.41%; 蔬菜类占 9.42%; 粮棉油类占 54.17%。蜜蜂授粉对中国农业生产的经济价值为 3 042.20 亿元, 占 36 种作物总产值的 36.25%, 相当于全国农业总产值的 12.30%, 是养蜂业总产值的 76 倍 (2008 年中国养蜂业总产值为 40 亿元)。这一结果与 Gallai 等<sup>[6]</sup>的研究一致, Gallai 等研究显示全球

不同地区蜜蜂等昆虫授粉在农业生产中的贡献从 5%—15% 不等。其中, 东亚地区的蜜蜂授粉贡献值占农产品总产值的 12.31%。在蜜蜂授粉的价值中, 水果坚果类占 58.48%, 蔬菜类占 13.76%, 粮棉油类占 27.76%。其中, 苹果蜜蜂授粉的经济价值最高, 为 631.08 亿元, 占 36 种作物蜜蜂授粉总价值的 20.74%, 其次是棉花、梨和西瓜, 其蜜蜂授粉价值分别为 458.36 亿元 (15.07%)、361.12 亿元 (11.87%) 和 223.12 亿元 (7.33%)。此外, 西红柿、油菜、柑橘类、水稻、桃等作物蜜蜂授粉的价值也很大 (表 1)。

### 2.2 主要作物蜜蜂授粉的需求情况

随着现代农业的高速发展, 在作物栽培、植物保护上大量使用农药化肥, 田间、果园里的天然授粉昆虫大量被杀死, 人工组织饲养蜜蜂为农作物、果树授粉, 以提高其产量和质量, 显得越来越重要<sup>[37]</sup>。一般而言, 不同作物单位面积配置蜂群的数量不同。根据《蜜蜂授粉技术规程 (试行)》, 1 个 15 框蜂的蜜蜂强群可承担连片分布的授粉作物面积为: 油菜 0.20—0.40  $\text{hm}^2$ 、棉花 0.67—1.00  $\text{hm}^2$ 、瓜果蔬菜类 0.47—0.67  $\text{hm}^2$ 、果树类 0.33—0.40  $\text{hm}^2$ <sup>[36]</sup>。据此统计分析发现, 2008 年中国仅蔬菜、果树、棉花、油菜、西瓜、甜瓜、草莓等作物需要授粉蜂群数量达 6 000—8 800 万群 (表 2), 远远超过全国饲养蜜蜂总量 (820 万群)。虽然理论上, 由于作物花期不同, 蜂群可以多次授粉, 满足上述作物授粉需求的实际蜂群数要小于估计值。但当前生产蜂产品是养蜂业的主业, 给农作物授粉则是副业, 商品化、专业化的授粉蜂群很少。此外, 早春时, 因蜂群正处于繁殖阶段, 群势相对较弱, 每群蜂所能承担授粉的面积相对较小, 不能充分有效满足此期作物实际需求。应适当增加授粉蜂群数量, 则上述作物实际需要授粉蜂群数量将大大增加。可见, 当前中国养蜂业发展无法有效满足农业生产需要, 蜜蜂授粉事业亟待发展。

## 3 讨论

本研究的主要目的是为了证实蜜蜂授粉对农业生产的积极影响, 评估出农业蜜蜂授粉的经济价值, 明确养蜂业在中国农业生产中的经济地位。其中, 在评估中国农业蜜蜂授粉的经济价值时, 采用了蜜蜂依存度估价法, 这是一种在评估授粉价值时常用的方法。当然, 这种研究方法有一定的局限性。首先, 作物蜜蜂授粉依存度的可获得性和可靠性比较差。关于作物蜜蜂授粉依存度, 中国尚无比较精确的数据, 因此需

表 1 2006—2008 年中国 36 种主要授粉农作物蜜蜂授粉的经济价值

Table 1 The average economic value of bee as pollinators of 36 crops during 2006-2008 in China

类别 Category	农作物名称 Crop name	2006—2008 年农作物年均产值 Average annual production value of crop during 2006—2008 (¥100 millions)	农作物蜜蜂授粉依存度 Dependence of crop bee pollination	蜜蜂授粉的经济价值 Bee pollination economic value (¥100 millions)
水果和坚果 Fruit and nut	苹果 Apple	830.37	0.76	631.08
	杏 Apricot	1.88	0.42	0.79
	梨 Pear	368.49	0.98	361.12
	葡萄 Grape	305.71	0.05	15.29
	柑橘 Tangerine	185.34	0.34	63.02
	柠檬 Lemon	105.57	0.34	35.89
	橙 Orange	40.61	0.34	13.81
	柚 Grapefruit	11.41	0.34	3.88
	其它柑橘类 Other citrus fruits	72.20	0.34	24.55
	桃 Peach	200.63	0.49	98.31
	荔枝 Litchi*	80.00	0.97	77.60
	龙眼 Longan*	100.00	0.81	81.00
	柿子 Persimmon	97.25	0.26	25.29
	李 Plum	87.96	0.30	26.39
	樱桃 Cherry	5.17	0.75	3.88
	猕猴桃 Kiwi fruit*	20.00	0.34	6.80
	草莓 Strawberry	60.00	0.33	19.80
	西瓜 Watermelon	455.34	0.49	223.12
	甜瓜类 Other melons	89.84	0.49	44.02
	蔬菜 Vegetable	板栗 Chestnut	77.32	0.20
核桃 Walnut		39.50	0.20	7.90
黄瓜 Cucumber		192.86	0.35	67.50
茄子 Eggplant		157.49	0.40	63.00
辣椒 Chilly		106.18	0.70	74.33
西红柿 Tomato		270.51	0.66	178.54
南瓜 Pumpkin		42.59	0.67	28.54
豆角类 Bean		29.69	0.10	2.97
豌豆类 Pea		37.43	0.10	3.74
粮、油、棉 Cereal, oil and cotton		水稻 Rice	3074.57	0.04
	荞麦 Buckwheat	4.13	0.41	1.69
	大豆 Soybean	325.75	0.10	32.58
	油菜 Rape	216.87	0.76	164.82
	向日葵 Sunflower	21.56	0.39	8.41
	芝麻 Sesame	22.08	0.39	8.61
	油茶 Oil camellia**	81.25	0.58	47.13
	棉花 Cotton	1065.96	0.43	458.37
合计 Total	8883.51	—	3042.21	

\* 为估计值; \*\* 为 2009 年产值

\* Data are estimated values; \*\* Data are production values in 2009

表 2 2008 年中国蔬菜、果树、棉花等作物对授粉蜂群的需求情况

Table 2 The demand for honeybee pollination of China's vegetables, fruit trees, cotton, etc., in 2008

作物 Crop	播种面积 Sown area ( $\times 1000 \text{ hm}^2$ )	单位面积授粉蜜蜂需求量 Demand of honeybee pollination per unit (colony/hm <sup>2</sup> )	授粉蜂群需求 总数 Total demand ( $\times 1000$ colony)
蔬菜* Vegetables	17876	1.5—2.2	8044.2—11798.2
果树** Fruit trees	10734	2.5—3.0	24151.5—28981.8
棉花 Cotton	5754	1.0—1.5	5754.0—8631.0
油菜 Rape	6594	2.5—5.0	16485.0—32970.0
西瓜 Watermelon	1733.3	2.5	4333.3
甜瓜 Muskmelon	361.7	2.5	904.3
草莓 Strawberry	83.3	4.0***	333.2
合计 Total	43136.3	---	60005.5—87951.8

\*瓜菜类、茄果类和豆类的种植面积和产量占蔬菜总种植面积和总产量的比重均超过 30%，本文估计 30% 的蔬菜依靠蜜蜂授粉；\*\* 90% 的果树需要蜜蜂授粉；\*\*\* 667 m<sup>2</sup> 大棚草莓一般需 1 群 4 框的蜜蜂授粉

\* Based on the planting area and the output of gourd vegetables, egg plants and legumes account for more than 30% of vegetables' growing area and total output respectively, the paper estimates 30 percent of vegetables depend on honeybee pollination; \*\* 90 percent of fruit trees depend on honeybee pollination; \*\*\* 667 m<sup>2</sup> greenhouse strawberry usually need one honeybee colony of 4 frames size pollinating

要根据现有数据进行转化评估。即使是同种作物不同品种之间，可能对蜜蜂授粉都存在不同的依赖性。其次，研究隐含一个无限需求弹性的假定（授粉缺失前后产品价格不变），并将由于蜜蜂授粉缺失造成的产量减少而导致生产成本的降低算作授粉服务价值内（实际此项不应被包含）。因此，会夸大蜜蜂授粉对作物的价值评估结果。

但是，无论采用什么方法，评价结果不是过高就是过低，很难做到精确量化<sup>[38-40]</sup>。这是因为蜜蜂授粉价值的评估是一项十分复杂的任务。首先，蜜蜂授粉作为一项农业投入，具有公共物品的特性，容易被认为是免费的而被忽视，难以定价；其次，作为一种必要的投入，和其它投入一起为农产品生产做出贡献，各个投入之间是相互关联，相互制约的，一定程度上增加了评价的难度。

## 4 结论

蜜蜂授粉具有极大的经济价值。蜜蜂授粉每年给中国农业生产贡献 3 042.20 亿元，相当于全国农业总产值的 12.30%，全国农林牧渔总产值的 6.18%。而这还仅仅是 36 种作物的评估结果，还有很多直接或间接依靠蜜蜂授粉作物（如苜蓿）和行业（如制种业、畜牧业）等未被纳入到评估中来，实际上蜜蜂授粉对农业生产的贡献更大。可见，养蜂业是现代农业的重要组成部分，蜜蜂授粉是不可或缺的农业生产投入，且需求巨大。因此，我们应该重视养蜂业，对发展养蜂业给予大力扶持，同时不断提升社会对蜜蜂授粉价值

的认知度，为养蜂业创造良好的发展环境。

致谢：福建农林大学经济与管理学院刘伟平教授在论文写作过程中给予了指导，中国农业科学院农业经济与发展研究所孙翠清博士提供了部分资料，在此一并表示感谢！

## References

- [1] 王 勇. 蜜蜂授粉是现代农业的重要环节. 农民日报, 2010-09-22. Wang Y. Bee pollination is an important part of modern agriculture. *Farmer Daily*, 2010-09-22. (in Chinese)
- [2] Levin M D. Value of bee pollination to United States agriculture. *American Bee Journal*, 1984, 124: 184-186.
- [3] Robinson W S, Nowogrodzki R, Morse R A. The value of honey bees as pollinators of the United States crops. *American Bee Journal*, 1989, 129: 477-487.
- [4] Gill R A. *An Economic Evaluation of Alternative Management Practices and Enterprise Structures in the Australian Beekeeping Industry*. Armidale: University of New England, 1989.
- [5] Costanza R, D'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, Den Belt M V. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [6] Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière B E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 2009, 68: 810-821.
- [7] 郑殿升. 中国作物遗传资源的多样性. 中国农业科技导报, 2000, 2(2): 45-49.

- Zheng D S. Diversity of crop genetic resources in China. *Review of China Agricultural Science and Technology*, 2000, 2(2): 45-49. (in Chinese)
- [8] 王 勇. 蜂业与生态. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2009.  
Wang Y. *Apiculture and Ecology*. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2009. (in Chinese)
- [9] Gordon J, Davis L. Valuing honeybee pollination: a report for the rural industries research and development corporation. (2003-06) [2010-04-15]. [Http://www.rirdc.gov.au/reports/HBE/03-077.pdf](http://www.rirdc.gov.au/reports/HBE/03-077.pdf).
- [10] Hein L. The economic value of the pollination service, a review across scales. *The Open Ecology Journal*, 2009, 2: 74-82.
- [11] 陈盛禄, 林雪珍, 徐步进, 过全生, 张百寿. 蜜蜂为柑桔授粉试验总结报告. 中国蜂业, 1988, 6: 26-29.  
Chen S L, Lin X Z, Xu B J, Guo Q S, Zhang B S. Study on citrus pollination by honeybee. *Apiculture of China*, 1988, 6: 26-29. (in Chinese)
- [12] 龚一飞. 蜜蜂对油菜授粉的试验. 中国蜂业, 1957(2): 4.  
Gong Y F. Study on oilseed rape pollination by honeybee. *Apiculture of China*, 1957(2): 4. (in Chinese)
- [13] 黄文诚. 蜜蜂对荞麦授粉的试验报告. 中国蜂业, 1958(2): 11.  
Huang W C. Study on buckwheat pollination by honeybee. *Apiculture of China*, 1958(2): 11. (in Chinese)
- [14] 逯彦果, 刘长仲, 缪正瀛, 祁文忠. 蜜蜂为荞麦授粉的效果研究. 中国蜂业, 2008, 59(12): 33-34.  
Lu Y G, Liu C Z, Miao Z Y, Qi W Z. Study on the effects of bee pollination on buckwheat. *Apiculture of China*, 2008, 59(12): 33-34. (in Chinese)
- [15] 霍福山. 利用蜜蜂为棉花授粉增产对比试验. 中国蜂业, 1980(4): 6-9.  
Huo F S. Study on cotton pollination by honeybee. *Apiculture of China*, 1980(4): 6-9. (in Chinese)
- [16] 童越敏, 李继莲, 彭文君, 吴 杰. 熊蜂授粉对温室草莓的影响研究. 中国蜂业, 2005, 56(11): 7-8.  
Tong Y M, Li J L, Peng W J, Wu J. Effect of bumblebee pollination for strawberry in greenhouse. *Apiculture of China*, 2005, 56(11): 7-8. (in Chinese)
- [17] 李建伟, 李光欣, 李 霞. 蜜蜂为日光温室草莓授粉增产显著. 中国蜂业, 1998, 49(6): 18.  
Li J W, Li G X, Li X. Strawberry pollination by honeybee and their output increased remarkably in greenhouses. *Apiculture of China*, 1998, 49(6): 18. (in Chinese)
- [18] 葛凤尘, 时连贵, 张玉田, 崔 军. 蜜蜂为塑料大棚黄瓜授粉试验初报. 中国蜂业, 1987(6): 22-24.  
Ge F C, Shi L G, Zhang Y T, Cui J. Study on cucumbers pollination by honeybee in greenhouse. *Apiculture of China*, 1987(6): 22-24. (in Chinese)
- [19] 孙德勋, 张成东. 推广利用蜜蜂为苹果授粉的效果. 中国蜂业, 1979(4): 8-13.  
Sun D X, Zhang C D. Extending apples pollination by honeybee. *Apiculture of China*, 1979(4): 8-13. (in Chinese)
- [20] 王凤鹤, 姜宝泉, 王淑娟, 钱大新, 李玉海. 凹唇壁蜂为果树授粉效果的研究. 中国蜂业, 1995(5): 3-5.  
Wang F H, Jiang B Q, Wang S J, Qian D X, Li Y H. Effects of fruit trees pollination by the *Osmia excavate* Alfken. *Apiculture of China*, 1995 (5): 3-5. (in Chinese)
- [21] 王永强, 王加林, 陶颂生. 油菜的开花泌蜜习性和蜜蜂授粉增产. 中国蜂业, 1965(2): 58-59.  
Wang Y Q, Wang J L, Tao S S. Flowering habit and regulation of nectar secretion of oilseed rape and yield increase by bee pollination. *Apiculture of China*, 1965(2): 58-59. (in Chinese)
- [22] 吴姜根, 陈莉莉. 蜜蜂为砀山酥梨授粉增产研究初报. 中国蜂业, 1984(6): 7-10.  
Wu J G, Chen L L. Preliminary report of honeybee pollination on Dangshansu pear. *Apiculture of China*, 1984(6): 7-10. (in Chinese)
- [23] 吴 杰, 周冰峰, 彭文君, 安建东, 国占宝, 童越敏, 李继莲. 蜜蜂为龙眼、荔枝授粉增产技术的研究. 中国蜂业, 2004, 55(5): 4-5.  
Wu J, Zhou B F, Peng W J, An J D, Guo Z B, Tong Y M, Li J L. The research on honeybee pollination techniques in increasing output of Lichi (*Lichi chinensis* Sonn.) and Longan (*Dimocarpus Longan Lour.*). *Apiculture of China*, 2004, 55(5): 4-5. (in Chinese)
- [24] 吴燕如. 发展传粉昆虫 增加作物产量. 中国蜂业, 1984(6): 4-6.  
Wu Y R. Developing pollinating insects to increase yields of crops. *Apiculture of China*, 1984(6): 4-6. (in Chinese)
- [25] 张士扬. 蜜蜂在农作物授粉上之重要性. 中华昆虫特刊, 1990(5): 105-110.  
Zhang S Y. Importance of bee in crops pollination. *Chinese Insect Special*, 1990(5): 105-110. (in Chinese)
- [26] 郑 军, 陈盛禄, 林雪珍, 孔祥兴, 褚金福. 蜜蜂为棉花授粉增产试验报告. 中国蜂业, 1981(5): 22-25.  
Zheng J, Chen S L, Lin X Z, Kong X X, Zhu J F. The research on honeybee pollination on cotton. *Apiculture of China*, 1985(5): 22-25. (in Chinese)
- [27] 朱友民, 金云华, 周宗旺, 周利雄, 郭仕贵. 猕猴桃蜜蜂授粉技术研究初报. 中国养蜂, 2003, 54(5): 9-11.  
Zhu Y M, Jin Y H, Zhou Z W, Zhou L X, Guo S G. Studies on bee pollination for *Actinidia Chinensis*. *Apiculture of China*, 2003, 54(5): 9-11.

- 9-11. (in Chinese)
- [28] 和绍禹. 实用高产养蜂新技术. 昆明: 云南科学技术出版社, 2001.  
He S Y. *Practical High-yield Apicultural New Technology*. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2001. (in Chinese)
- [29] 赖友胜, 刘炽松, 梁正之, 廖振华. 利用蜜蜂为水稻辅助授粉. 蜜蜂杂志, 1985(2): 2-4.  
Lai Y S, Liu C S, Liang Z Z, Liao Z H. Employing honeybee for the supplementary pollination of rice. *Journal of Bee*, 1985(2): 2-4. (in Chinese)
- [30] 吴 曙. 油菜蜜蜂授粉增产试验简报. 蜜蜂杂志, 1991(6): 8-9.  
Wu S. Brief report on yield increase of oilseed rape pollination by honeybee. *Journal of Bee*, 1991(6): 8-9. (in Chinese)
- [31] 祁文忠, 田自珍, 缪正瀛, 刘晓敏, 张世文, 安建东. 黄土高原油菜意大利蜜蜂授粉效果初报. 中国蜂业, 2009, 60(10): 12-14.  
Qi W Z, Tian Z Z, Miao Z Y, Liu X M, Zhang S W, An J D. Preliminary report of oilseed rape(*Brassica campestris* L.) pollination by honeybee(*Apis Mellifera* L.) in Loess Plateau. *Apiculture of China*, 2009, 60(10): 12-14. (in Chinese)
- [32] 梁诗魁, 王加聪, 吴 杰, 李乃光. 温室蜜蜂授粉对黄瓜产量效益的研究. 中国蜂业, 1991(4): 9-10.  
Liang S K, Wang J C, Wu J, Li N G. Yield and benefit analysis of cucumber pollination by honeybee in greenhouse. *Apiculture of China*, 1991(4): 9-10. (in Chinese)
- [33] 中国农业百科全书编辑部. 中国农业百科全书: 养蜂卷. 北京: 农业出版社, 1993.  
China Agriculture Encyclopedia Editorial Department. *China Agriculture Encyclopedia : Apiculture Volume*. Beijing: Agricultural Press, 1993. (in Chinese)
- [34] 邵有全. 蜜蜂授粉. 太原: 山西科学技术出版社, 2001.  
Shao Y Q. *Bee Pollination*. Taiyuan: Shanxi Science and Technology Press, 2001. (in Chinese)
- [35] 邵有全, 祁海萍. 果蔬昆虫授粉增产技术. 北京: 金盾出版社, 2010.  
Shao Y Q, Qi H P. *Production Increasing Technology of Fruits and Vegetables Pollination by Insect*. Beijing: Jindun Press, 2010. (in Chinese)
- [36] 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.  
The General Office of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. *Notice of the general office of the ministry of agriculture on issuing the provisional regulations for honeybee pollination*. No.8 [2010]: 1-14. (in Chinese)
- [37] 刘意秋. 农作物、果树的最佳授粉昆虫—蜜蜂. 致富天地, 1999(2): 21.  
Liu Y Q. Honeybee is the best pollinator for crops and fruit trees. *Fortune World*, 1999(2): 21. (in Chinese)
- [38] Losey J E, Vaughan M. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience*, 2006, 56(4): 311-323.
- [39] Burgett M, Rucker R R, Thurman W N. Economics and honey bee pollination markets. *American Bee Journal*, 2004, 144: 269-271.
- [40] Morse R A, Calderone N W. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee Culture*, 2000, 128: 1-14.

(责任编辑 郭燕枝)