中国蜜蜂产业生产发展分析*

曾 蜜[1**] 周伟良[2] 颜伟玉[3,4] 曾志将[3,4***]

（1. 江西农业大学经济管理学院，南昌 330045；2. 江西省养蜂研究所，南昌 330052；
3. 江西省蜜蜂生物学与饲养重点实验室，南昌 330045；4. 江西农业大学蜜蜂研究所，南昌 330045）

摘 要 **【目的】** 本研究旨在系统分析并评价我国蜜蜂产业生产发展的情况。**【方法】** 基于 1981-2020 年我国蜜蜂产业的时间序列数据，选取蜂群饲养量、蜂蜜年产量、蜂群蜂蜜单产量、蜂蜜生产者价格、蜂蜜生产价格指数等作为衡量蜜蜂产业生产发展的指标。**【结果】** 2016-2020 年中国蜂群饲养量占比世界蜂群饲养量的 10.43%，且中国蜂群饲养量稳居世界第二；2006 年后，中国蜂蜜年产量占比世界蜂蜜年产量的 25.11%-26.76%，成为世界蜂蜜年产量第一大国；中国蜂群蜂蜜单产量水平虽然一直高于世界平均水平，但与加拿大和澳大利亚等发达国家相比，还存在一定差距；蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量三者间相关系数都大于 0.98；建立二次非线性模型，能较好地反映蜂蜜产量与蜂群数量、蜂蜜单产量之间的非线性关系；中国蜂蜜生产者价格一直低于世界以及五大洲平均水平，且中国蜂蜜生产价格指数不够稳定。**【结论】** 40 年（1981-2020 年）以来，中国蜜蜂产业生产得到了快速发展，但仍然存在差距和问题，蜜蜂产业生产存在一定风险，政府应加强对蜜蜂产业宏观调控与引导，以促进我国蜜蜂产业健康发展。

关键词 蜜蜂；产业发展；蜂蜜；中国

Developmental analysis of apicultural industry in China

ZENG Mi[1**] ZHOU Wei-Liang[2] YAN Wei-Yu[3,4] ZENG Zhi-Jiang[3,4***]

(1.College of Economics and Management, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. Jiangxi Province Apiculture Research Institute, Nanchang 330052, China; 3. Jiangxi Province Key Laboratory of Honeybee Biology and Beekeeping, Nanchang 330045, China; 4. Honeybee Research Institute, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract **[Objectives]** The objective is to systematically evaluate the development of apicultural industry in within the country. **[Methods]** Based on the time series data from 1981 to 2020, the number of honeybee colonies, overall annual honey yield, honey yield per colony, honey producer price, honey production price index, etc. were selected as the indicators to infer the development of apicultural industry. **[Results]** The results showed that from 2016 to 2020, the number of bee colonies in China accounted for 10.43% of the global honeybee colonies, ranking the second in the world. After 2006, our annual honey production accounted for 25.11%-26.76% of the world's annual output, becoming the largest country in terms of annual honey output. Although the production per colony has been higher than the world average, there is still a certain gap compared with Canada, Australia and other developed countries. The correlation coefficient among the annual honey yield, the number of honeybee colonies and the production per colony was higher than 0.98. The secondary nonlinear model was established, which can better characterize the nonlinear relationship between honey yield, the number of honeybee colonies and honey yield per colony. Chinese honey producer prices have been lower than the average of five continent, and the Chinese honey production price index was not stable enough. **[Conclusion]** In the past 40 years (1981-2020), our apicultural industry has developed rapidly, but there are still gaps and problems, as well as. The governmental macro-control and guidance could strength the healthy development of our apicultural industry.

Key words honeybee; development of industry; honey; China

---

*资助项目 Supported projects：国家/江西省蜂产业技术体系（CARS-44-KXJ15/JXARS-14）；国家自然科学基金（32172790）

**第一作者 First author，E-mail：zengmi1223@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：bees1965@sina.com

收稿日期 Received：2022-08-08；接受日期 Accepted：2022-09-02

蜜蜂是一种重要经济昆虫，是人类饲养时间最早以及最广泛的昆虫之一。蜜蜂是一种资源共享、分工精细、信息交流高的社会群体性昆虫（曾志将，2020）。蜜蜂产业既不与种植产业争土地和肥料，也不与养殖产业争饲料。蜜蜂产业在满足人民美好生活需要、促进农业绿色发展、保护生态环境、助力乡村产业振兴等方面都有重要作用（曾志将，2017；李震等，2020）。通过蜜蜂授粉来提高农作物产量与品质，已成为绿色农业食品生产和实现农业现代化一项重要配套措施（吴杰和刁青云，2021）。

我国是传统养蜂大国，有良好的养蜂群众基础。1949 年全国蜂群饲养量 50 万群，蜂蜜产量 0.8 万吨（马德风，1993）。中国蜜蜂产业发展之路，已有学者从不同角度进行了总结（陈耀春，1993；吴杰，2012；李瑞珍和方兵兵，2020；吴杰和刁青云，2021），这些研究主要关注是蜂群数量和蜂群产量等指标，而没有涉及生产者价格和生产价格指数。以常规的蜂群数量和蜂群产量等指标不能全面评价我国蜜蜂产业生产状况，引入蜂蜜生产者价格、蜂蜜生产价格指数有助于深入了解我国蜜蜂产业生产的经济效益情况。

生产者价格是指生产者出售产品的价格，包括生产成本和利润。在中国，农业生产者价格主要指农产品收购价格，此外还包括农民直接向非农业居民出售农产品价格（钟甫宁，2011）。农产品的生产价格指数是指在一定时期内，农产品生产者出售农产品价格水平变动趋势和变化程度指数。农产品的生产价格指数可以客观反映全国农产品生产价格水平和结构变动情况（陈佳珊和张丹，2019）。

本论文重点关注改革开放以来我国蜜蜂产业生产发展，选取了蜂群饲养量、蜂蜜年产量、蜂群蜂蜜单产量、蜂蜜生产者价格、蜂蜜生产价格指数等作为衡量蜜蜂产业发展指标，我们对相关数据进行系统分析，以期为我国蜜蜂产业健康稳定发展提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验数据来源

试验数据来源于联合国粮农组织（Food and Agricultural Organization of the United Nations，FAO）相关统计数据（http://www.fao.org/faostat/en/#home），数据包括蜂群饲养数量、蜂蜜年产量、蜂蜜生产者价格和蜂蜜生产价格指数。

蜂群蜂蜜单产量 = 蜂蜜年产量/蜂群饲养数量

变化率（%）=

$$\frac{\text{某一时间段数据} - \text{上一时间段数据}}{\text{上一段时间数据}} \times 100。$$

1.2 数据处理方法

联合国粮农组织计算农业生产价格指数方法是利用报告期和基期各种农产品产量，扣除种子、饲料用量后，以价格为权重加权平均计算出来。FAO 为了减少基准年农业生产波动影响，采用连续 3 年为基期。计算各个国家和地区，以及全球生产价格指数都是采用拉氏公式来计算。

$$I = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}$$

其中：I 代表农业生产价格指数；p_0 是某种农产品的基期平均价格；p_1 是某种农产品的报告期平均价格；q_0 是某种农产品的基期产量。

采用 Excel 软件对蜂群饲养数量、蜂蜜年产量、蜂群蜂蜜单产量、蜂蜜生产者价格和蜂蜜生产价格指数数据进行分析。采用 EViews10 软件对蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量三者进行描述性统计分析、相关性检验分析和作残差图。采用多元二项式回归建立蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量三者的纯二次非线性模型。

2 结果与分析

2.1 蜂群饲养数量

1981-2020 年期间，世界蜂群饲养量总体呈上升趋势（表 1，表 2）。与 1981-1985 年相比，2016-2020 年蜂群饲养量增加了 42.93%；40 年（1981-2020 年）以来，亚洲蜂群饲养量总体呈上升趋势，而欧洲和美洲则总体呈下降趋势；印度蜂群饲养量始终居世界第一，1991 年以后中

表 1　中国和五大洲蜂群数量及占世界蜂群数量比例

Table 1　The number of honeybee colonies in China, five continents and proportion of honeybee colonies

年份 Years	世界 World	中国 China		亚洲 Asia		欧洲 Europe		美洲 America		非洲 Africa		大洋洲 Oceania	
		数量（万群/年）Quantity (10 000 colonies/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（万群/年）Quantity (10 000 colonies/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（万群/年）Quantity (10 000 colonies/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（万群/年）Quantity (10 000 colonies/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（万群/年）Quantity (10 000 colonies/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（万群/年）Quantity (10 000 colonies/year)	占比（%）Proportion (%)
1981-1985	6 481.17	632.28	9.76	2 066.69	31.89	2 220.51	34.26	1 087.87	16.79	1 024.13	15.80	81.97	1.26
1986-1990	6 826.43	719.24	10.54	2 243.21	32.86	2 285.49	33.48	998.28	14.62	1 222.87	17.91	76.58	1.12
1991-1995	6 728.13	698.84	10.39	2 497.90	37.13	1 787.01	26.56	976.46	14.51	1 393.64	20.71	73.13	1.09
1996-2000	6 697.95	691.00	10.32	2 647.72	39.53	1 535.53	22.93	980.48	14.64	1 459.13	21.78	75.10	1.12
2001-2005	7 229.45	783.00	10.83	2 849.38	39.41	1 547.76	21.41	1 054.96	14.59	1 706.13	23.60	71.23	0.99
2006-2010	7 667.40	863.00	11.26	3 300.45	43.05	1 582.29	20.64	1 072.81	13.99	1 637.29	21.35	74.57	0.97
2011-2015	8 499.06	891.38	10.49	3 913.24	46.04	1 729.72	20.35	1 112.07	13.08	1 653.95	19.46	90.08	1.06
2016-2020	9 263.65	914.52	9.87	4 290.69	46.32	1 910.40	20.62	1 144.65	12.36	1 778.73	19.20	139.18	1.50

蜂群数量数据来源联合国粮农组织。

The data of honeybee colonies are from Food and Agricultural Organization of the United Nations.

表 2　蜂群数量列世界前 5 位的国家（万群/年）

Table 2　Top 5 countries in the world in number of honeybee (10 000 colonies/year)

年份 Years	第 1 位 Number one	第 2 位 Number two	第 3 位 Number three	第 4 位 Number four	第 5 位 Number five
1981-1985	940.00 (印度 India)	801.24 (苏联 USSR)	632.28 (中国 China)	427.26 (美国 America)	346.46 (埃塞俄比亚 Ethiopia)
1986-1990	954.00 (印度 India)	882.58 (苏联 USSR)	719.24 (中国 China)	375.00 (埃塞俄比亚 Ethiopia)	325.34 (美国 America)
1991-1995	968.00 (印度 India)	698.84 (中国 China)	542.82 (俄罗斯 Russia)	367.00 (埃塞俄比亚 Ethiopia)	365.72 (土耳其 Turkey)
1996-2000	974.00 (印度 India)	691.00 (中国 China)	415.10 (土耳其 Turkey)	367.29 (俄罗斯 Russia)	332.42 (埃塞俄比亚 Ethiopia)
2001-2005	980.00 (印度 India)	783.00 (中国 China)	431.00 (土耳其 Turkey)	409.88 (埃塞俄比亚 Ethiopia)	396.00 (肯尼亚 Kenya)
2006-2010	1 046.00 (印度 India)	863.00 (中国 China)	510.16 (土耳其 Turkey)	488.96 (埃塞俄比亚 Ethiopia)	401.76 (伊朗 Iran)
2011-2015	1 167.57 (印度 India)	891.38 (中国 China)	676.63 (土耳其 Turkey)	636.39 (伊朗 Iran)	542.53 (埃塞俄比亚 Ethiopia)
2016-2020	1 217.36 (印度 India)	914.52 (中国 China)	806.15 (土耳其 Turkey)	711.47 (伊朗 Iran)	674.65 (埃塞俄比亚 Ethiopia)

蜂群数量数据来源联合国粮农组织。表中数据为 5 年蜂群平均数量排名。

The data of honeybee colonies are from Food and Agricultural Organization of the United Nation, the rank in the table is based on the average number of bees in five years.

国蜂群饲养量稳居世界第二；与 1981-1985 年相比，2016-2020 年中国蜂群饲养量增加了 44.64%；1981-2020 年中国蜂群饲养量的世界占比为 9.76%-11.26%（平均 10.43%）。

2.2 蜂蜜年产量和蜂群蜂蜜单产量

从表 3 至表 5 可知：1981-2020 年期间，世界蜂蜜年产量总体呈上升趋势，与 1981-1985 年相比，2016-2020 年蜂蜜年产量增加了 83.69%；40 年（1981-2020 年）以来，亚洲蜂蜜年产量与占比世界蜂蜜年产量占比总体呈上升趋势，而欧洲和美洲则总体呈下降趋势；2006 年以来亚洲蜂蜜年产量占比世界蜂蜜年产量 42.75%-47.20%，显然亚洲是世界蜂蜜主产区；2006 年后，中国蜂蜜年产量占比世界蜂蜜年产量 25.11%-26.76%，中国已成为世界蜂蜜年产量第一大国；中国蜂群蜂蜜单产量水平总体趋势是持续增加，虽然一直高于世界、亚洲、欧洲和非洲平均水平，但与加拿大、澳大利亚等国家相比，还存在一定差距。

为了进一步分析中国蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量三者关系，先计算三者之间相关系数（表 6）。从表 6 可知：三者之间有密切相关性，相关系数都在 0.98 以上，其中蜂蜜年产量和蜂蜜单产量相关系数高达 1.00，蜂蜜年产量和蜂群饲养量的相关系数为 0.98，显然蜂蜜年产量高低取决于蜂群饲养量和蜂蜜单产量高低。利用 $\ln X_t$-$\ln X_{t-1}$ 对数差分求出中国蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量变化率（表 7），3 个变量变化率的总体变化趋势较为相似，变化率呈现先降后增再降的趋势。

以蜂蜜产量为因变量（y），蜂群数量（x_1）、蜂群数量平方（x_1^2）、蜂蜜单产量（x_2）、蜂蜜单产量平方（x_2^2）为自变量，采用多元二项式回归：纯二次非线性模型，即方程式（1）。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 \quad (1)$$

运用逐步回归法得到多元二项式回归结果（表 8），确定二项式回归方程式（2）：

$$y = 400\,467.3 - 1\,414.97 x_1 + 7\,315.86 x_2 + 1.18 x_1^2 \quad (2)$$

回归结果显示拟合优度为 0.999 8，F 统计量为 7 511.64，P 值为 0.00，表明蜂蜜产量、蜂群数量、蜂蜜单产量以及蜂群数量平方之间的拟合度很高，说明方程式（2）能较好地表达四者之间关系；宾-沃森检验值为 2.15，表明模型中不存在自相关性；从残差图（图 1）可见，二次非线性模型拟合效果较好，实际值和拟合值几乎吻合，残差序列也呈现不规则趋势，表明方程式（2）能较好地刻画了蜂蜜产量与蜂群数量及蜂蜜单产量之间非线性关系。

2.3 蜂蜜生产者价格和蜂蜜生产价格指数

从表 9 和表 10 可知：1991 年以来，中国蜂蜜生产者价格一直低于世界以及五大洲平均水平，在许多年份，处于世界或亚洲最低水平。主要原因是养蜂者劳动力成本偏低造成的，随着我国收入水平提高和劳动力成本增加，2001 年以后中国蜂蜜生产者价格得到了大幅度提高，但仍然明显低于世界以及五大洲平均水平。从表 11 可见：中国蜂蜜生产者价格变化率最高点在 2006-2010 年，达到了 229.29%，变化率最低点在 2001-2005 年，为 - 13.62%。除美洲外，2006-2010 年世界、亚洲、欧洲和非洲的蜂蜜生产者价格变化率都达到最高。

从表 12 和表 13 可见：中国蜂蜜生产价格指数总体趋势是逐步增长，世界与五大洲蜂蜜生产价格指数则是持续增加；2016-2020 年中国及世界各大洲蜂蜜生产价格指数都大于 100，说明蜂蜜价格水平变化幅度比较大；2006-2010 年中国蜂蜜生产价格指数变化率最高，达 114.88%，同时 2001-2005 年中国蜂蜜生产价格指数变化率最低，即 - 1.21%，说明中国蜂蜜价格不够稳定，给蜜蜂产业生产带来一定风险，政府应加强对蜜蜂产业宏观调控与引导，以促进我国蜜蜂产业健康发展。

3 结论与讨论

3.1 研究结论与建议

与 1981-1985 年相比，2016-2020 年中国蜂群饲养量增加了 44.64%，中国蜂群饲养量在世界占比 10.43%，蜂群饲养量稳居世界第二；2006

表 3　中国和五大洲蜂蜜产量以及与占世界蜂蜜产量比例

Table 3　China, five continents honey output and the proportion of honey output in the world

年份 Years	世界 World（吨/年）Quantity (ton/year)	中国 China		亚洲 Asia		欧洲 Europe		美洲 America		非洲 Africa		大洋洲 Oceania	
		数量（吨/年）Quantity (ton/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（吨/年）Quantity (ton/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（吨/年）Quantity (ton/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（吨/年）Quantity (ton/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（吨/年）Quantity (ton/year)	占比（%）Proportion (%)	数量（吨/年）Quantity (ton/year)	占比（%）Proportion (%)
1981-1985	995 332.0	139 300.0	14.00	252 612.6	25.38	357 625.0	35.93	259 897.2	26.11	93 742.4	9.42	31 454.8	3.16
1986-1990	1 150 630.0	190 600.0	16.56	319 617.4	27.78	405 043.2	35.20	285 366.4	24.80	107 830.6	9.37	32 772.4	2.85
1991-1995	1 166 570.6	183 138.0	15.70	371 427.6	31.84	324 384.8	27.81	299 343.8	25.66	140 586.2	12.05	30 828.2	2.64
1996-2000	1 193 532.6	215 600.0	18.06	415 130.8	34.78	286 159.4	23.98	316 614.0	26.53	143 178.8	12.00	32 449.6	2.72
2001-2005	1 329 515.4	278 237.2	20.93	504 474.4	37.94	318 967.6	23.99	328 374.8	24.70	150 466.8	11.32	27 231.8	2.05
2006-2010	1 505 307.6	377 920.0	25.11	643 594.0	42.75	349 745.0	23.23	321 530.0	21.36	161 243.6	10.71	29 195.0	1.94
2011-2015	1 710 363.2	452 865.6	26.48	788 446.6	46.10	382 545.8	22.37	331 238.4	19.37	180 047.8	10.53	28 084.6	1.64
2016-2020	1 828 341.6	489 315.4	26.76	862 995.4	47.20	400 728.2	21.92	349 306.6	19.11	180 557.4	9.88	34 754.0	1.90

蜂蜜产量数据来源 FAO（http://www.fao.org/faostat/en/#home）。

The data of honey output are from FAO (http://www.fao.org/faostat/en/#home).

表 4 中国和五大洲蜂群的蜂蜜平均单产量（kg/群/年）

Table 4 The average honey output per colony in China and five continents (kg/colony/year)

年份 Years	中国 China	世界 World	亚洲 Asia	欧洲 Europe	美洲 America	非洲 Africa	大洋洲 Oceania
1981-1985	22.03	15.36	12.22	16.11	23.89	9.15	38.37
1986-1990	26.50	16.86	14.25	17.72	28.59	8.82	42.79
1991-1995	26.21	17.34	14.87	18.15	30.66	10.09	42.16
1996-2000	31.20	17.82	15.68	18.64	32.29	9.81	43.21
2001-2005	35.53	18.39	17.70	20.61	31.13	8.82	38.23
2006-2010	43.79	19.63	19.50	22.10	29.97	9.85	39.15
2011-2015	50.80	20.12	20.15	22.12	29.79	10.89	31.18
2016-2020	53.51	19.74	20.11	20.98	30.52	10.15	24.97

表 5 蜂群的蜂蜜平均单产量列世界前 5 位的国家（kg/群/年）

Table 5 Top 5 countries in the world of the average honey output (kg/colony/year)

年份 Years	第 1 位 Number one	第 2 位 Number two	第 3 位 Number three	第 4 位 Number four	第 5 位 Number five
1981-1985	89.70（库克群岛 Cook Islands）	54.43（加拿大 Canada）	50.07（比利时 Belgium）	49.35（古巴 Cuba）	44.31（澳大利亚 Australia）
1986-1990	72.67（库克群岛 Cook Islands）	57.73（澳大利亚 Australia）	55.30（加拿大 Canada）	46.03（古巴 Cuba）	37.69（比利时 Belgium）
1991-1995	62.29（加拿大 Canada）	52.44（澳大利亚 Australia）	40.51（古巴 Cuba）	39.74（芬兰 Finland）	39.47（萨摩亚 Samoa）
1996-2000	62.06（加拿大 Canada）	54.49（澳大利亚 Australia）	51.43（图瓦卢 Tuvalu）	45.14（比利时 Belgium）	39.28（古巴 Cuba）
2001-2005	64.14（越南 Vietnam）	60.88（加拿大 Canada）	50.00（澳大利亚 Australia）	44.29（古巴 Cuba）	40.91（芬兰 Finland）
2006-2010	78.72（图瓦卢 Tuvalu）	60.24（加拿大 Canada）	55.13（越南 Vietnam）	47.95（澳大利亚 Australia）	43.79（中国 China）
2011-2015	58.21（加拿大 Canada）	53.10（越南 Vietnam）	50.80（中国 China）	49.25（缅甸 Myanmar）	46.93（澳大利亚 Australia）
2016-2020	102.56（图瓦卢 Tuvalu）	78.31（越南 Vietnam）	65.92（法属波利尼西亚 French Polynesia）	63.71（危地马拉 Guatemala）	58.18（加拿大 Canada）

表 6 中国蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量的相关分析

Table 6 Correlation analysis among annual honey output, honeybee colonies and honey output per colony in China

指标 Index	蜂蜜年产量 Annual output of honey	蜂群饲养量 Number of colony	蜂群蜂蜜单产量 Single output of honey of colony
蜂蜜年产量 Annual output of honey	1.00	0.98	1.00
蜂群饲养量 Number of colony	0.98	1.00	0.98
蜂群蜂蜜单产量 Single output of honey of colony	1.00	0.98	1.00

表 7　中国蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量的变化率（%）

Table 7　Change rate among annual honey output, bee colonies and honey output per colony in China (%)

年份 Years	蜂蜜年产量 Annual output of honey	蜂群饲养量 Number of colony	蜂群蜂蜜单产量 Single output of honey of colony
1986-1990	36.83	13.75	20.29
1991-1995	- 3.92	- 2.84	- 1.09
1996-2000	17.73	- 1.12	19.04
2001-2005	29.05	13.31	13.88
2006-2010	35.83	10.22	23.25
2011-2015	19.83	3.29	16.01
2016-2020	8.05	2.60	5.33

表 8　多元二项式回归结果

Table 8　Multiple binomial regression results

变量 Variable	系数 Coefficient	标准误 Std. error	*T*-统计量 *T*-statistic	*P* 值 *P*-value
蜂群数量 Number of colony	- 1 414.97	209.75	- 6.75	0.002 5
蜂蜜单产量 Single output of honey of colony	7 315.86	410.78	17.81	0.000 1
蜂群数量平方 Number of colony square	1.18	0.15	7.94	0.001 4
C	400 467.30	79 629.90	5.03	0.007 3

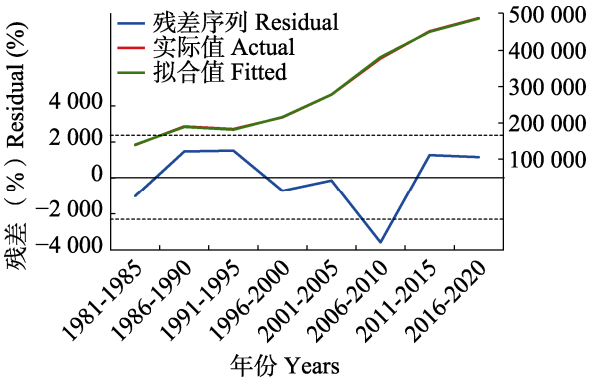

图 1　中国蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量残差图

Fig. 1　Residual of annual honey output, number of colonies and single output of honey of colony in China

年后，中国蜂蜜年产量占比世界蜂蜜年产量 25.11%-26.76%，成为世界蜂蜜年产量第一大国；中国蜂群蜂蜜单产量水平总体趋势是持续增加，虽然一直高于世界平均水平，但与加拿大和澳大利亚等国家相比，还存在一定差距；蜂蜜年产量、蜂群饲养量和蜂群蜂蜜单产量三者间相关系数都大于 0.98；采用多元二项式回归方法，建立了蜂蜜产量与蜂群数量、蜂蜜单产量之间的纯二次非线性模型，能较好地刻画了三者之间非线性关系；中国蜂蜜生产者价格一直低于世界以及五大洲平均水平，在许多年份，处于世界或亚洲最低水平；中国蜂蜜生产价格指数不够稳定，给蜜蜂产业生产带来一定风险，政府应加强对蜜蜂产业宏观调控与引导，以促进我国蜜蜂产业健康发展。

针对以上研究结论，提出以下研究建议。

（1）通过适度饲养规模化，进一步提高我国蜂群饲养数量：改革开放以来，我国蜂群饲养数量得到了大幅度增加，从 1981-1985 年期间的年均 632.28 万群至 2016-2020 年期间的年均 914.52 万群，增长了 44.64%。随着退耕还林、耕田保护及绿化美化等政策深度推进，我国生态环境得到了很大改善，为养蜂生产提供物质基础。据测算：我国现有蜜粉源载蜂量至少为 1 500 万群（吴杰和刁青云，2021），显然我国蜂群饲养数量还有很大潜力。但由于我国劳动力成本不断提高，只有通过推行蜂场饲养蜂群适度规模化和机械化（曾蜜和曾志将，2020），来达到进一步提高我国蜂群饲养数量目标。

表 9 中国与世界各大洲蜂蜜生产者价格比较（美元/吨）

Table 9 Comparison of honey producer price between China and other continents in the world（USD/ ton）

年份 Years	中国 China	世界 World	亚洲 Asia	欧洲 Europe	美洲 America	非洲 Africa	大洋洲 Oceania
1991-1995	610.74	3 289.56	4 966.39	3 640.78	2 260.54	2 100.67	1 952.85
1996-2000	660.86	3 428.47	4 820.76	3 286.98	2 932.26	2 179.27	3 227.95
2001-2005	570.85	3 925.46	5 362.76	3 712.03	3 021.14	2 247.82	4 897.21
2006-2010	1 879.77	6 087.03	8 672.31	5 501.53	3 556.51	3 798.94	7 716.88
2011-2013	2 021.37	7 627.96	10 909.86	6 852.88	6 214.29	2 861.07	6 637.67

联合国粮食及农业组织网中蜂蜜生产者价格数据，中国只有 1991-2013 年。

Honey producer price of China has only data from 1991 to 2013 in FAO.

表 10 中国与世界各国蜂蜜生产者价格比较（美元/吨）

Table 10 Comparison of honey producer price between China and other countries in the world (USD/ ton)

年份 Years	世界 World		亚洲 Asia	
	最高价格（国家） Highest price (country)	最低价格（国家） Lowest price (country)	最高价格（国家） Highest price (country)	最低价格（国家） Lowest price（country）
1991-1995	12 011.00（韩国 Korea）	536.40（中国 China）	12 011.00（韩国 Korea）	536.40（中国 China）
1996-2000	14 593.70（黎巴嫩 Lebanon）	565.90（中国 China）	14 593.70（黎巴嫩 Lebano）	565.90（中国 China）
2001-2005	15 665.00（也门 Yemen）	428.80（多米尼加 Dominican Republic）	15 665.00（也门 Yemen）	539.10（中国 China）
2006-210	25 818.80（也门 Yemen）	942.80（阿根廷 Argentina）	25 818.80（也门 Yemen）	1 402.10（吉尔吉斯斯坦 Kyrgyzstan）
2011-2013	34 912.30（也门 Yemen）	1 867.70（阿根廷 Argentina）	34 912.30（也门 Yemen）	1 904.70（中国 China）

最高价格或最低价格是指统计年份内某一年份价格。

The highest price or lowest price refers to the price of a certain year in the statistical year.

表 11 中国与世界各大洲蜂蜜生产者价格变化率（%）

Table 11 Change rate of honey producer price in China and all continents (%)

年份 Years	中国 China	世界 World	亚洲 Asia	欧洲 Europe	美洲 America	非洲 Africa	大洋洲 Oceania
1996-2000	8.21	4.22	- 2.93	- 9.72	29.72	3.74	65.29
2001-2005	- 13.62	14.50	11.24	12.93	3.03	3.15	51.71
2006-2010	229.29	55.07	61.71	48.21	17.72	69.01	57.58
2011-2013	7.53	25.31	25.80	24.56	74.73	- 24.69	- 13.99

（2）通过科技创新，进一步提高我国蜂群生产蜂产品的单产量：科技创新是产业可持续发展的不竭动力与源泉。中国蜂群蜂蜜单产量水平虽然总体趋势是持续增加，但与加拿大及澳大利亚等西方发达国家相比，仍有一定差距，特别是 2001 年后，越南蜂群蜂蜜单产量水平一直高于我国。要进一步提高我国蜂群生产蜂产品的单产量，最有效出路是：通过加大对蜜蜂产业科技投入（曾蜜等，2021），进一步选育适宜我国饲养优良蜂种，研发适合我国国情的蜂群饲养技术。

（3）通过政府引导和政策支持，进一步提高有偿蜜蜂授粉服务覆盖面：在我国，绝大部分民

表 12　中国与世界各大洲蜂蜜生产价格指数比较

Table 12　Comparison of honey producer price index between China and other continents in the world

年份 Years	中国 China	世界 World	亚洲 Asia	欧洲 Europe	美洲 America	非洲 Africa	大洋洲 Oceania
1991-1995	34.43	36.55	32.32	44.32	28.87	37.83	48.68
1996-2000	45.45	46.88	41.73	53.32	41.94	48.61	54.64
2001-2005	44.90	57.39	51.05	62.44	54.27	58.65	74.54
2006-2010	96.48	74.61	73.10	71.39	71.98	84.53	88.33
2011-2015	103.10	95.73	96.42	96.20	94.09	95.17	98.42
2016-2020	109.28	110.09	110.31	104.84	115.74	112.34	111.34

表 13　中国与世界各大洲蜂蜜生产价格指数变化率（%）

Table 13　Change rate of honey producer price index in China and all continents (%)

年份 Years	中国 China	世界 World	亚洲 Asia	欧洲 Europe	美洲 America	非洲 Africa	大洋洲 Oceania
1996-2000	32.01	28.26	29.12	20.31	45.27	28.50	12.24
2001-2005	－1.21	22.42	22.33	17.10	29.40	20.65	36.42
2006-210	114.88	30.01	43.19	14.33	32.63	44.13	18.50
2011-2015	6.86	28.31	31.90	34.75	30.72	12.59	11.42
2016-2020	5.99	15.00	14.41	8.98	23.01	18.04	13.13

众认为养蜂就是为了生产蜂产品，其实国家发展蜜蜂产业更为重要意义是为农作物、果蔬及经济林等植物授粉，以及通过蜜蜂授粉来维持自然生态系统中生物多样性。要加大蜜蜂授粉宣传，提高民众（特别是种植者）对蜜蜂授粉重要性认同度。同时政府要通过引导和政策支持，进一步提高有偿蜜蜂授粉服务覆盖面，让有偿蜜蜂授粉服务成为我国蜂农收入的主要途经。

3.2　讨论

（1）以往对我国蜜蜂产业生产发展研究，都是以每年生产数据为研究基础数据（吴杰，2012；李瑞珍和方兵兵，2020；吴杰和刁青云，2021），而本论文考虑到蜜蜂产业生产与自然气候条件密切相关，具有一定波动性，因此我们以连续 5 年数据平均值作为研究基础数据，这样在很大程度上能消除蜜蜂产业生产波动性影响，研究结果也更具指导价值。

（2）本论文首次应用蜂蜜生产者价格和蜂蜜生产价格指数作为衡量蜜蜂产业生产发展指标，发现了一些有价值的研究结果，并提出了相应建议。但对蜂蜜生产者价格和蜂蜜生产价格指数更多潜在规律，还有待于进一步研究。

（3）蜂王浆是我国蜜蜂产业生产中主要产品之一，也是西方蜜蜂饲养者主要收入来源，但目前没有全国蜂王浆年产量官方统计数据，只有蜂王浆出口数据。在以后研究中，从蜂王浆生产角度，来系统开展我国蜜蜂产业生产问题，有研究价值。

致谢：在模型建构和数据分析过程中，得到了付莲莲老师支持和帮助，在此表示感谢！

参考文献 (References)

Chen JS, Zhang D, 2019. Short term forecast of agricultural product production price index based on SARIMA combination model. *Times Finance*, 2019(30): 56–57. [陈佳珊, 张丹, 2019. 基于 SARIMA 组合模型的农产品生产价格指数的短期预测. 时代金融, 2019(30): 56–57.]

Chen YC, 1993. Chinese Apiculture. Beijing: Agriculture Press. 8–19. [陈耀春, 1993. 中国蜂业. 北京: 农业出版社. 8–19.]

Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2022. http://www.fao.org/faostat/en/#home.

Li RZ, Fang BB, 2020. World Honeybee Rroduction and Bee Products Rrade. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press. 120–125. [李瑞珍, 方兵兵, 2020. 世界蜂业生产与蜂产品贸易. 北京: 中国农业科学技术出版社. 120–125.]

Li Z, Liu ZY, Zhang Y, Zeng ZJ, 2020. Effect of honeybee pollen on intestinal microbial diversity in rats with hyperlipidemia. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(5): 1076–1082. [李震, 刘志勇, 张永, 曾志将, 2020. 蜂花粉对高脂血症大鼠肠道菌群多样性的影响. 应用昆虫学报, 57(5): 1076–1082.]

Ma DF, 1993. Chinese Agriculture Encyclopedia-Beekeeping. Beijing: Agriculture Press. 313–314. [马德风, 1993. 中国农业百科全书－养蜂卷. 北京: 农业出版社. 313–314.]

Wu J, 2012. Honeybee Science. Beijing: China Agricultural Press 1–3. [吴杰, 2012. 蜜蜂学. 北京: 中国农业出版社. 1–3.]

Wu J, Diao QY, 2021. Research on the development strategy of China's honeybee industry from 2050. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press. 53–54. [吴杰, 刁青云, 2021. 中国至 2050 年蜂业发展战略研究. 北京: 中国农业科学技术出版社. 53–54.]

Zeng M, Zeng ZJ, 2020. Results of a survey of apiaries. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(5): 1139–1142. [曾蜜, 曾志将, 2020. 蜜蜂饲养规模与产值调查分析. 应用昆虫学报, 57(5): 1139–1142.]

Zeng ZJ, 2020. Advances in honeybee biology in China in the past 70 years. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(2): 295–264. [曾志将, 2020. 中国 70 年来蜜蜂生物学研究进展. 应用昆虫学报, 57(2): 295–264.]

Zeng ZJ, 2017. Apiology, 3rd edition. Beijing: China Agriculture Press. 1–3. [曾志将, 2017. 养蜂学(第三版). 北京: 中国农业出版社. 1–3.]

Zeng M, Zhou WL, Yan WY, Zeng ZJ, 2021. An example of the contribution of targeted scientific input to the development of the honeybee industry: The Jiangxi apiculture research system. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 58(4): 995–999. [曾蜜, 周伟良, 颜伟玉, 曾志将, 2021.农业科技投入对蜜蜂产业发展的影响-以江西省蜂产业技术体系为例. 应用昆虫学报, 58(4): 995–999.]

Zhong FN, 2011. Agricultural Economics, 5th edition, Beijing: China Agriculture Press. 113. [钟甫宁, 2011. 农业经济学(第五版). 中国农业出版社. 113.]