

农业科技强国评价指标体系与中国实现度分析

高旺盛^{1,2} 王小龙³ 杨富裕² 雷薪玉¹ 陈源泉^{1,2*}

(1. 中国农业大学 农学院,北京 100193;

2. 中国农业大学 国家农业科技战略研究院,北京 100193;

3. 华南农业大学 农学院,广州 510642)

摘要 为量化评价我国农业科技水平与世界发达国家的整体差距,本研究基于对农业科技强国的理论认识,经过多学科、多群体、多轮次研讨,首次提出和设计了包括科技支撑能力、农业技术水平、农业科技效率、农业科技条件和农业科技产出等5个1级指标及19个2级指标的农业科技强国评价指标体系,并据此收集整理中国与世界发达国家相关数据,通过层次分析法对中国农业科技强国实现度进行初步评估。结果表明:目前中国农业科技强国实现度为62%,与世界农业科技强国仍有不小差距,在迈向世界农业科技强国的道路上,中国刚刚走完2/3的路程,正处于“爬坡过坎”的阶段。因此,中国亟需在农业科技投入强度、农业科技人力资源、企业研发投入等方面加强力量、加快步伐、加大投入,大幅提升农业劳动生产率、农产品加工增值、土地产出率,优先补齐的农业农村科技创新短板,以确保2050年建成世界农业科技强国。

关键词 农业科技; 科技强国; 指标体系; 评价; 农业科技现代化

中图分类号 S1

文章编号 1007-4333(2021)12-0001-10

文献标志码 A

Evaluation index system and realization degree analysis of China agricultural science and technology power

GAO Wangsheng^{1,2}, WANG Xiaolong³, YANG Fuyu², LEI Xinyu¹, CHEN Yuanquan^{1,2*}

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. National Institute for Agriculture S&T Development Strategy, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

3. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract In order to quantitatively evaluate the overall gap on agricultural science and technology (S&T) level between China and the developed countries, based on the consideration on theory of agricultural S&T power, an evaluation index system was designed through multidisciplinary, multiple-groups, multiple-rounds discussions in this study. The index system mainly consisted of five primary indices, including the S&T supporting ability, agricultural technology level, S&T efficiency, S&T condition and S&T output, and 19 secondary indices. The relevant data on agricultural sector in China and other developed countries were collected based on the designed index system. A preliminary evaluation was then conducted for the realization degree of agricultural S&T power in China based on an analytic hierarchy process. The results showed that the degree of the implementation of China's agricultural S&T power was 62% presently. There was still a big gap of agricultural S&T power between China and other developed countries. China has just walked over two-thirds of the way to become a country with strong agricultural S&T power, and is in the “climbing camp” phase. It is necessary for China to make more efforts in increasing agricultural S&T input intensity, agricultural S&T human resources and enterprise R&D strength, and improving agricultural labor productivity, agricultural products processing value-added and land productivity. These measures would ensure that

收稿日期: 2021-03-05

基金项目: 科技部科技创新战略研究专项(ZLY202056)

第一作者: 高旺盛,教授,主要从事农业科技创新战略与规划研究,E-mail: gaows@cau.edu.cn

通讯作者: 陈源泉,教授,主要从事农业生态和宏观农业研究,E-mail: chenyzq@cau.edu.cn

China would become into a country with great power in agricultural S&T of the world by 2050.

Keywords agricultural science and technology; powerful country of science and technology; index system; evaluation; modernization of agricultural science and technology

党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央把科技创新摆在更加重要的位置,提出大力实施创新驱动发展战略,开启了建设世界科技强国的新征程。目前,全球进入创新驱动时代,我国正逐步进入创新型国家行列。科技已成为世界农业发展的核心动力,农业竞争的实质是科技竞争,世界新一轮农业科技革命正孕育兴起,掌握全球农业科技竞争先机愈加关键。发达国家长期高度重视农业科技创新,并且在政策导向、组织体系、管理体制等方面表现出了共性特征^[1-2]。习近平总书记指出:“中国现代化离不开农业农村现代化。农业现代化关键是农业科技现代化,要牢牢掌握我国农业科技发展主动权,为我国由农业大国走向农业强国提供坚实科技支撑”,总书记的重要论述为农业科技自立自强指明了方向,是农业科技发展的根本遵循。科学技术部王志刚部长提出,判断一个国家是否成为科技强国有3个重要标志:具有引领世界的科技创新能力、建成高水平的创新型经济、建成富有活力的创新型社会^[3]。关于如何认识和量化评价农业科技强国,尽管学术界已有一些相关研究,但目前还没有公认的评价指标体系,亟需进一步深入研究。

1 国内外研究进展

1.1 关于科技强国评价相关指标研究进展

目前,与科技强国有关的评价主要是世界各国(地区)的创新能力和竞争力评价。诸多国际组织、学术机构等已相继开发出相关评价指标体系,并发布了一系列关于国家创新能力或竞争力的评价报告。其中,与“科技研发”密切相关的指标有:研发投入强度、研发人员比例、科技论文数量及其影响力、国际专利申请(PCT)数量、知识产权支付与收入、高技术进口与出口等^[4]。关于竞争力的研究,国内则始于20世纪90年代初。1996年,原国家体改委经济体制改革研究院、中国人民大学和深圳综合开发研究院联合组成中国国际竞争力课题组,对我国国际竞争力进行了研究,并出版了《中国国际竞争力发展报告》。目前,国内关于科技竞争力的评价,最具影响、被大家公认的是科技部《中国科技发展研究报告》(2000年)中提出的科技竞争力评价指标体系,

该体系包括科技投入水平、科技产出水平、科技与经济和社会协调发展程度和科技潜力以及制度因素等4大类共41项指标。国内现有研究大多依据此评价指标体系对省市或地区之间的科技竞争力进行评价。也有部分研究给出了自主设计,如杨大成^[5]对中西部地区科技竞争力发展水平进行了综合评价,马敏娜^[6]对城市的科技竞争力进行了评价分析等。国内关于科技强国评价指标的研究,比较有代表性的研究有中国科学院张志强等^[4]、中国科学技术发展战略研究院玄兆辉等^[7]提出的评价指标。近年来,国际上也有很多研究开始采用数据包络分析方法(DEA法)^[8]、熵权法^[9]、层次分析法^[10]等方法开展科技创新评价。但是,目前关于农业科技强国评价尚没有专门的评价研究,现有相关研究主要是借鉴科技竞争力的指标体系开展了一些关于农业科技竞争力的评价。

1.2 关于农业科技强国评价相关指标研究进展

目前关于农业科技强国评价相关指标研究中,比较有代表性主要有:丁华^[11]从农业科技队伍、科技供给系统与应用系统、科技管理体制、科技投入4个方面对我国县域农业科技竞争力进行了探讨;臧春荣^[12]构建了包括科技投入、科技产出、科技促进社会经济协调发展等3个2级指标,科技人力、科技财力、专利、发表论文、经济增长、生活质量、环境保护等7个3级指标,共28个细化指标的农业科技竞争力评价指标体系;陈丽佳等^[13]将农业科技竞争力划分为核心竞争力、持续竞争力、价值竞争力3大类,以科技投入能力(6个指标)、科技产出能力(5个指标)、科技创新能力(5个指标)、成果推广能力(10个指标)、科技贡献能力(11个指标)、科技发展潜力(7个指标)、科技发展环境(6个指标)7大要素构建了农业科技竞争力的评价指标体系;党玉国^[14]把农业科技竞争力分为科技投入水平、科技产出水平、科技转化水平、科技贡献水平4个层面,并分别设计34个评价指标;刘莹^[15]参考了前人有关研究构建了农业科技竞争力综合评价指标体系;金莹^[16]在评价甘肃省农业科技竞争力时主要从农业科技投入能力、农业科技产出能力、科技成果推广能力、农业科技促进经济社会发展能力四方面建立指标体系。总

体来看,目前国内学术界对农业科技竞争力的研究主要涉及农业科技竞争力的内涵、作用、评价指标等方面。但是,与城市科技竞争力、工业科技竞争力等方面的研究相比,农业科技竞争力方面的研究非常缺乏。因此,在国家农业科技高水平自立自强的战略背景下,本研究拟在对农业科技强国的内涵进行理论梳理的基础上,研究设计一套农业科技强国的评价指标体系,以对中国农业科技水平与世界发达国家的整体差距进行量化评估,以期为国家促进农业科技高水平自立自强的决策提供参考。

2 农业科技强国内涵与评价指标体系设计

2.1 农业科技强国内涵

本研究认为:世界经济强国必然是世界农业强国,世界农业强国必然是世界农业科技强国。要成为世界农业科技强国,需要具备良好的农业科技创新环境与条件,具有能够引领世界科技发展潮流和重大影响力的农业科研成果,在农业重大原创基础理论与核心关键技术方面研发处于世界领先水平,农业科技能够为本国粮食安全与农产品有效供给提供强有力科技支撑,为本国农业产业发展与升级不断提供动力支撑。

本研究认为,农业科技强国的评价,最重要的是要体现“科技”的作用。评价一个国家是不是农业科技强国,需要依据其科技支撑能力、农业技术水平、农业科技效率、农业科技条件以及农业科技产出等5个方面是否处于世界发达国家的前列。其具体内涵如下:

1)科技支撑能力。世界农业科技强国,首先要保障本国的粮食安全以及重要农产品有效供给,其次是不但要保障粮食及重要农产品的数量安全,更要保障食品的质量与安全。这是一个国家的立国之本,是发展农业科技的首要任务。要不断通过提高农业科技贡献率,为保障国家的粮食安全与食品安全提供强有力的科技支撑。

2)农业技术水平。农业技术水平的高低,表现在农业生产实际中就是动物植物生产能力的提升、农业产业链的延伸增值以及农业现代装备水平的提高。最能体现这方面的指标主要是农作物及动物单产水平、食品工业产值与农业产值的比值以及农业机械化程度。

3)农业科技效率。农业科技不仅要能够促进农业总产以及单产水平的提升,更要重视科技对农业

生产效率的提升,而不是单纯追求“不计成本”的“高产”,这也是一国农业产业竞争力的关键体现。我国农业竞争力低,遇到了“天花板”与“地板”的双重挤压,核心问题是“效率”的问题。从经济效率的角度可以通过土地产出率、劳动生产率反映,从动物植物生产效率,主要考虑肥料利用率、水分利用效率以及饲料利用(转化率)。

4)农业科技条件。良好的科技创新环境不仅要为农业科技创新提供“燃油”,也要提供良好的“润滑剂”和“催化剂”。从发达国家的经验来看,一是要建立研发与应用多层次、参与主体多元化的农业科技创新体系,二是产学研合作密切,三是政府的资金投入与法律保障有力起到举足轻重作用。这方面需要重点考虑一个国家的农业科技人力资源、农业投入强度以及企业研发投入3方面。

5)农业科技产出。对于农业科技创新本身来说,论文、专利、品种、产品、标准等是主要的产出。本研究重点考虑便于国际对比的论文和专利。但是农业科技创新活动的主要成果体现不仅是论文和专利,更要促进农业科技成果对农业产业的“精准供给”,提高农业科技成果转化利用率。农业科技强,最重要的是要在“田间地头”、在“产业一线”能够看到科技的存在。因此,农业科技成果转化利用情况需要在评价中给予考虑。

2.2 农业科技强国的评价指标体系

基于目前国内外研究以及中国的实际情况,本研究根据对农业科技强国的内涵认识,以科学性、全面性、可比性、简便性、易操作性为原则,经过多学科、多群体、多轮次的研讨,设计了农业科技强国评价指标体系,从科技支撑能力、农业技术水平、农业科技效率、农业科技条件以及农业科技产出等5个维度,设计了19个指标,并确定了各级指标的评估权重,具体每个指标的内涵及计算选取的方法见表1。

具体的计算思路如下:按照层次分析法,确定权重,然后根据每个2级指标,以世界发达国家先进水平(100分)为参照,根据中国目前的实际数值给予打分,根据2级指标的权重计算得到1级指标的评估值;最后根据5个1级指标的权重,计算得出“中国农业科技强国实现度”。

指标的设计主要以“对标”世界发达国家为主,试图对我国农业科技与国际先进水平的整体差距做出一个粗略的量化评价。因此,每个指标的评价标准都选择该指标世界领先国家的平均值作为标准,

表1 农业科技强国评价指标体系及权重
Table 1 Evaluation index system and weight of agricultural science and technology power

一级指标 First index		二级指标 Secondary index		权重 Weight	指标内涵及说明 Illustration
指标 Index	权重 Weight	指标 Index	权重 Weight		
1. 科技支撑能力 S&T Support capability	0.2	1.1 粮食安全指数 Grain security index	0.40	反映国家总体粮食安全情况	
		1.2 食品安全指数 Food security index	0.30	反映食品安全情况	
		1.3 农业科技贡献率, % Contribution rate of agricultural S&T	0.30	评价农业科技进步对农业总产值增长率的贡献份额	
2. 农业技术水平 Agricultural technique level	0.2	2.1 粮食单产, (kg/hm ²) Yield per unit area	0.25	重点对比谷物单产	
		2.2 畜产品单产, (kg/头) Per unit weight of livestock products	0.25	选取我国最有代表性的生猪, 根据每头猪平均出栏胴体重来对比	
		2.3 农产品增值强度 Value-added intensity of agricultural products	0.25	根据各国政府公布的食品工业产值与农业产值之比来评价	
3. 农业科技效率 Agricultural S&T Efficiency	0.2	2.4 农业机械化率, % Rate of agricultural mechanization	0.25	采用农作物综合机械化率	
		3.1 劳动生产率, (美元/人) Labor productivity	0.20	采用每个农业劳动力创造的农业增加值来评价	
		3.2 土地产出率, (美元/hm ²) Land output ratio	0.20	采用单位面积农用地产生的农业 GDP 计算	
		3.3 肥料利用率, % Fertilizer utilization rate	0.20	重点考虑主要作物的氮肥利用率	
		3.4 饲料转化率 Feed conversion	0.20	重点考虑我国最有代表性的生猪养殖, 以猪肉的料肉比来评价	
4. 农业科技条件 Agricultural S&T conditions	0.2	3.5 水分利用效率, (kg/m ³) Water use efficiency	0.20	重点考虑学术界常用的粮食作物水分利用效率来评价	
		4.1 农业科技人员数, (人/万人) Agricultural S&T personnel number	0.30	根据每万名农业从业人员拥有的农业科技人员数来评价	
		4.2 农业科技投入强度, % Investment intensity in agricultural S&T	0.40	根据经合组织(OECD)的评价标准, 以政府农业 R&D 投入占农业 GDP 的比值来评价	
		4.3 企业研发投入, % Enterprise R&D investment	0.30	根据企业研发投入占农业 R&D 投入的比例来评价	
5. 农业科技产出 Agricultural S&T outputs	0.2	5.1 学科规范化引文影响力 (CNCI) Category Normalized Citation Impact	0.25	反映学术论文的影响力	
		5.2 发明专利认可度, % Recognition of invention patents	0.25	采用发明专利的授权率来反	
		5.3 国家农业科技专利竞争力指数 National Agricultural S&T Patent Competitiveness Index	0.25	反映专利的综合质量	
		5.4 农业科技成果转化率, % Transformation rate of agricultural S&T achievements	0.25	反映农业科技成果的应用	

相当于理论上假设现有世界领先国家的平均值为进入强国的“门槛”阈值。

3 中国农业科技强国评价指标数据来源与计算

3.1 科技支撑能力

1) 粮食安全指数:粮食安全指数采用英国《经济学家》杂志旗下智库(the Economist intelligence unit)的“全球食物安全指数”(Global food security index),该指数是一个动态的定量和定性基准模型,由34个独特的指标构建而成,可衡量发展中国家和发达国家的食品安全驱动因素。据《2019年全球食物安全指数报告》(<https://foodsecurityindex.eiu.com/>)报道,中国综合得分71分,排名35。中国得分整体水平相当于发达国家前10名的85%。

2) 食品安全指数:采用《2019年全球食物安全指数报告》的2级指标(Quality & safety)的得分判断。2019年中国得分72.6,世界前10名国家的平均得分86.2。中国整体水平相当于发达国家前10名的84%。

3) 农业科技贡献:我国农业科技进步贡献率由2011年的52%提高到2019年的59.2%,但是与世界发达国家的80%~90%仍有不少的差距^[17-19]。本研究以世界发达国家的中间值85%为基础,中国目前的农业科技贡献率相当于发达国家的70%。

3.2 农业技术水平

1) 粮食单产水平:根据联合国粮农组织(FAO)的数据,2018年中国粮食(谷物)单产水平为6 081.4 kg/hm²,高于世界平均水平的4 069.4 kg/hm²,为

世界平均的1.5倍,仅为世界发达国家前5名(美国8 692 kg/hm²、新西兰8 064 kg/hm²、法国6 885 kg/hm²、英国6 789 kg/hm²、德国6 220 kg/hm²)平均的83%。

2) 畜产品单产水平:根据目前的数据,中国每头猪平均出栏胴体重77 kg,发达国家87 kg,中国相当于发达国家水平的89%。

3) 农产品增值强度:以食品行业GDP与农业GDP的比值为指标,根据目前世界主要国家公布的数据计算,中国的数据为1.95^①,英国(11.3)^②、加拿大(5.7)^③、美国(6.93)^④、日本(4.36)^⑤、新西兰(3.17)^⑥、澳大利亚(3.0)^⑦的平均值为5.74,中国相当于这几个国家水平的34%。

4) 农业机械化率:2018年,我国综合机械化率69%^⑧。世界上主要发达国家在20世纪50—80年代相继实现了全面机械化。美国于1946年基本实现了农业机械化,1954年全面实现了农业机械化;加拿大和原西德在20世纪60年代末期全面实现了农业机械化;与我国农业生产情况相似的日本和韩国也分别于1982年和1996年全面实现了农业机械化^[20]。本研究按照发达国家综合机械化率95%为基准,中国相当于此水平的73%。

3.3 农业科技效率

1) 土地产出率^⑨:世界银行统计数据表明,2016年中国的土地生产率(农业GDP/农用地面积)1 805.03美元/hm²,世界平均为529.30美元/hm²,为世界平均的3.4倍,比美国、英国、加拿大、澳大利亚、新西兰高,低于德国、以色列和日本。中国水平仅

① 中国根据《中国农业发展报告2019》数据估算:2017年全国农业增加值占GDP的比重仅为7.9%,农业—食物系统增加值占GDP的比重达23.3%,食物系统增加值占GDP比重15.4%,与农业增加值的比值为1.95:1。<http://news.foodmate.net/2019/05/519087.html>

② 英国数据根据英国政府数据估算 <https://www.gov.uk/government/publications/food-statistics-pocketbook-2017/food-statistics-in-your-pocket-2017-food-chain>

③ 加拿大数据根据加拿大政府数据估算 https://www.canada.ca/en/agriculture-agri-food/news/2017/11/canada_s_agriculturalsectorcontinuestoseeeconomicgrowth.html

④ 美国数据根据USDA数据估算 <https://www.ers.usda.gov/data-products/ag-and-food-statistics-charting-the-essentials/ag-and-food-sectors-and-the-economy.aspx>

⑤ 日本数据根据报告《Japan Food Processing Sector》数据和世界银行公开数据库中农业GDP数据估算:https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Food%20Processing%20Ingredients_Tokyo%20ATO_Japan_3-28-2019.pdf

⑥ 新西兰数据根据报告《The New Zealand Agri-food Sector》估算 https://thepolicyobservatory.aut.ac.nz/_data/assets/pdf_file/0019/75106/Dalziel-et-al-The-NZ-Agri-food-Sector-v3.pdf

⑦ 澳大利亚数据根据报道数据估算 <https://www.worldatlas.com/articles/what-are-the-biggest-industries-in-australia.html>

⑧ 在由中国农业机械工业协会主办的“2019年全国农机工业工作会议”上,农业农村部农业机械化推广司范学民处长做了关于《我国农业机械化发展情况》的报告。

⑨ 计算公式为:农业用地土地产出率=农业GDP/农用地面积;农业GDP根据世界银行公开数据计算(2018年数据)(农业GDP=GDP×农业占比);农用地面积根据世界银行公开数据 <https://data.worldbank.org/cn/>(2016年数据)

为世界发达国家前5名(以色列 11 118 美元/hm²、新西兰 6 949 美元/hm²、德国 2 399 美元/hm²、法国 1 934 美元/hm²、英国 1 628 美元/hm²)平均值的 38%。

2) 劳动生产率: 根据世界银行数据^①, 中国农业劳动生产率(每个农业劳动力创造的农业增加值)为 3 442.2 美元/人, 稍高于世界平均(3 229.6 美元/人), 但与世界主要发达国家差距巨大, 仅为美国的 4.0%、英国的 7.0%、法国的 6.8%、以色列的 3.7%。中国数据仅为世界发达国家前5名(新西兰 99 221 美元/人、以色列 92 402 美元/人、美国 84 251 美元/人、加拿大 75 144 美元/人、法国 50 931 美元/人)平均值的 4%。

3) 肥料利用率: 根据目前多数研究学者的研究, 我国三大作物的氮肥利用率平均为 32%, 低于同期世界平均水平 20%~30%^[21]。按照低于世界平均 25% 计算, 中国肥料利用率仅为世界平均水平的 56%。

4) 饲料利用率: 根据 FAO 公布的生猪养殖料肉比数据, 2016 年中国为 3.2, 荷兰、欧盟、美国分别为 2.6、2.85 和 2.8。中国该指标相当于这 3 个国家的 86%。

5) 水分生产效率: 根据康绍忠院士团队提供的数据^②, 我国作物水分生产率(WUE)在 1.0~2.0 kg/m³, 发达国家一般在 2.0~2.5 kg/m³。粮食水分生产率我国一般不足 1.5 kg/m³, 远低于国际先进水平(2.0 以上)。以中国平均 1.5 除以世界发达国家平均 2.25 计算, 中国相当于世界发达国家水平的 67%。

3.4 农业科技条件

1) 农业科技人员比重: 根据《中国科技人才发展报告(2018)》, 2017 年全国专业技术人员总数 3 148.5 万人, 其中农业专业技术人员 67.9 万人。根据《中国劳动统计年鉴》^[22] 数据, 2017 年, 我国农业从业人员数为 20 944 万人, 以此计算, 中国 2017 年每万人农业从业人员拥有的农业专业技术人员数仅为 32.4 人。目前, 美国有 9 600 名农业科学家、1.7 万人左右的农技推广人员, 以此合计农业科技

人员为 2.66 万人。美国农业部(USDA)的农业普查主要数据公报(Census of agriculture)显示 2017 年美国农业生产从业人数约 340 万人。据此计算, 美国每万人的农业从业人员拥有的农业科技人员为 78.2 人。中国的 32.4 人相当于美国 78.2 人的 41%。

2) 农业科技投入强度: 根据经合组织(OECD)数据^③, 2017 年中国政府公共农业研发投入占农业 GDP 比例仅为 0.62% 左右, 世界前 5 名平均值为 1.98%(瑞士 3.06%、加拿大 1.90%、巴西 1.82%、日本 1.73%、美国 1.40%)。中国农业科技投入强度仅为世界排名前 5 国家平均值的 31%。

3) 企业研发投入: 综合目前多数研究文献的数据, 我国企业研发投入约占农业 R&D 投入的 30%, 而发达国家占 70%。

3.5 农业科技产出

1) 学科规范化引文影响力(CNCI)指标: 中国农科院基于 Web of ScienceTM 论文数据库的研究报告表明, 2014—2016 年 22 国农业类论文学科规范化的引文影响力中, 中国 CNCI 值为 1.06, 世界排名第十六。世界前 10 名(瑞士 1.46、丹麦 1.44、荷兰 1.43、英国 1.39、澳大利亚和德国并列 1.36、瑞典 1.34、挪威 1.32、法国 1.29、比利时和西班牙并列 1.22、意大利和美国并列 1.19)的平均值为 1.367。中国 CNCI 的值为世界前十平均值的 78%。

2) 发明专利认可度(授权率): 根据中国农科院相关研究报告的计算, 中国发明专利的授权率为 21.7%, 世界发达国家前 5 名平均为 37.74%(韩国 44.4%、日本 39.5%、意大利 35.6%、法国 34.9%、瑞典 34.3%)。

3) 国家农业科技专利竞争力指数: 根据中国农科院相关研究报告的计算, 国家农业科技专利竞争力指数, 中国为 2.93, 世界排名前 5 的其他国家为: 美国 3.21、排名第一, 瑞士 1.3、德国 1.05、日本 1.04。该项指标目前中国世界排名第二, 打分 100 分。

4) 农业科技成果转化: 综合目前多数研究文

① 世界银行公开数据 <https://data.worldbank.org.cn/>(2016 年数据); 具体指标, Agricultural productivity-Agriculture value added per worker

② 2018 年中国工程院《国外农业科技、创新前沿与支持政策分析研究报告》

③ Government budget allocations for R&D (GBARD) for R&D on agricultural sciences as a percentage of agricultural value added, OECD (2019)

献的数据,中国农业科技成果转化率为 40%,发达国家平均 80%以上^[23]。

4 中国农业科技强国实现度评估结果

结果显示:目前中国农业科技强国的实现度为 62%。与世界农业科技强国还有不小的差距,在迈向世界农业科技强国的路上,中国刚刚走完 2/3 的路程,正处于“爬坡过坎”的阶段。

具体来看,我国农业科技支撑能力实现度为 80%,农业技术水平和科技产出的实现度为 70%和

71%,表现较好,客观反映了我国农业科技进步对国家农业发展的有力支撑。我国在世界上保持较高的粮食生产能力、较高的粮食单产以及位居世界前列的论文专利数量产出等都是其具体体现。农业科技效率实现度为 50%,资源利用效率差距较大,不适应解决我国农业资源紧缺矛盾的技术需求,也说明提高科技效率的潜力很大。最大的短板是农业科技条件,仅为 38%,这是制约农业自主创新的关键要素,也是补齐短板政策创新的突破口(图 1)。

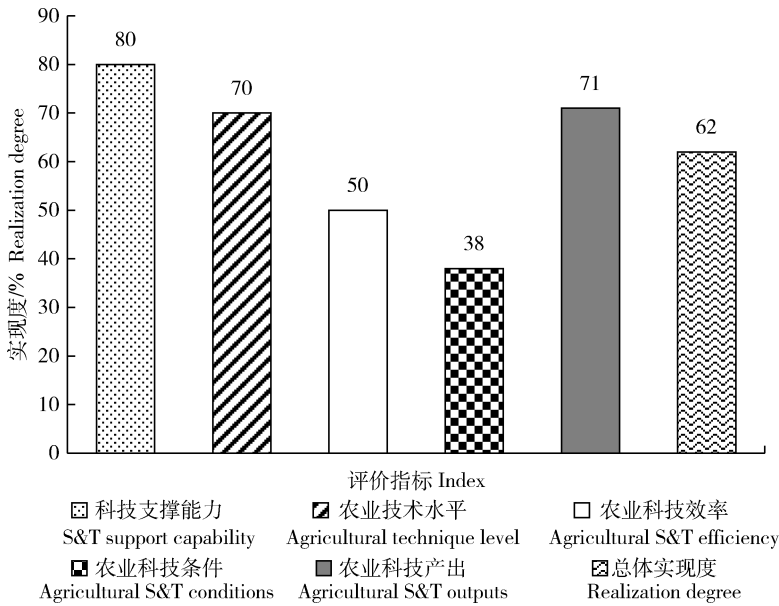


图 1 中国农业科技强国实现度

Fig. 1 Realization degree of agricultural S&T powerful country

如表 2 所示,从科技支撑能力来看,中国粮食安全指数目前综合得分 71 分,世界排名 35;在食品安全与质量(Quality & safety)方面,中国得分 72.6,世界前 10 名国家的平均得分 86.2。农业科技贡献率中国由 2011 年的 52% 提高到目前的 59.2%,但是与世界发达国家的 80%~90% 仍有不少的差距。

从农业技术水平来看,中国谷物单产水平为 6 081.4 kg/hm²,为世界平均的 1.5 倍,仅为前 5 名世界发达国家的 83%;每头猪平均出栏胴体重 77 kg,发达国家 87 kg,相当于发达国家的 89%;食品行业 GDP 与农业 GDP 的比值,中国为 1.95,仅为发达国家前几位的 34%;我国综合机械化率 69%,世界上主要发达国家则在 20 世纪 50~80 年代相继实现了全面机械化,综合机械化率普遍在

95% 以上。

从农业科技效率来看,每个农业劳动力创造的农业增加值,中国为 3 442.2 美元/人,稍高于世界平均(3 229.6 美元/人),但与世界上主要发达国家的差距巨大,仅为世界发达国家前 5 名平均的 4%;单位农地面积的农业 GDP,中国为 1 805.03 美元/hm²,世界平均为 529.30 美元/hm²,为世界平均的 3.4 倍,但仅为世界发达国家前 5 名平均的 38%。三大作物的氮肥利用率平均为 32%,低于同期世界平均水平 20%~30%;中国的猪料肉比 3.2,低于世界发达国家(荷兰 2.6,欧盟 2.85,美国 2.8);作物水分生产率(WUE)在 1.0~2.0 kg/m³,发达国家一般在 2.0~2.5 kg/m³。

从农业科技条件来看,中国农业科技人力资源依然不足,每万人农业从业人员拥有的农业科技人员

表2 中国农业科技强国实现度评价表

Table 2 Realization degree evaluation table of China powerful agricultural S&T

一级指标 First index	二级指标 Secondary index	中国 China	发达国家平均 Average of developed country	中国得分 Score of China
1. 科技支撑能力 S&T support capability	1.1 粮食安全指数 Grain security index	71	83.3	85
	1.2 食品安全指数 Food security index	72.6	86.3	84
	1.3 农业科技贡献率,% Contribution rate of agricultural science and technology	59.2	85	70
	科技支撑能力得分 Score of S&T support capability			80
2. 农业技术水平 Agricultural technique level	2.1 粮食单产,(kg/hm ²) Yield per unit area	6 081.4	7 330	83
	2.2 畜产品单产,(kg/头) Per unit weight of livestock products	77	87	89
	2.3 农产品增值强度 Value-added intensity of agricultural products	1.95	5.74	34
	2.4 农业机械化率,% Labor productivity	69	95	73
	农业技术水平得分 Score of agricultural technique level			70
3. 农业科技效率 Agricultural S&T efficiency	3.1 土地产出率,(美元/hm ²) Land yield ratio	1 805.03	4 805.6	38
	3.2 劳动生产率,(美元/人) Labor productivity	3 442.2	80 389.8	4
	3.3 肥料利用率,% Fertilizer utilization rate	32	57	56
	3.4 饲料转化率 Feed conversion	3	2.75	86
	3.5 水分利用效率,(kg/m ³) Water use efficiency	1.5	2.25	67
	农业科技效率得分 Score of efficiency of agricultural S&T			50
4. 农业科技条件 Agricultural S&T conditions	4.1 农业科技人员数(人/万人) Agricultural S&T personnel number	32.4	78.2	41
	4.2 农业科技投入强度,% Investment intensity in agricultural S&T	0.62	1.98	31
	4.3 企业研发投入,% Enterprise R&D investment	30	70	43
	农业科技条件得分 Score of conditions of agricultural S&T			38
5. 农业科技产出 Agricultural S&T outputs	5.1 学科规范化引文影响力(CNCI) Category normalized citation impact	1.06	1.367	78
	5.2 发明专利认可度,% Recognition of invention patents	21.7	37.74	57
	5.3 国家农业科技专利竞争力指数 National agricultural S&T patent competitiveness index	2.93	1.91	100
	5.4 农业科技成果转化率,% Transformation rate of agricultural S&T achievements	40	80	50
	农业科技产出得分 Score of outputs of agricultural S&T			71
中国农业科技强国实现度 Realization degree of China powerful agricultural S&T				62

数为32.4人,仅为美国78.2人的41%;农业科技投入低于世界平均水平,中国政府公共农业研发投入占农业GDP比例仅为0.62%左右,世界前5名平均1.98%;企业尚未成为农业科技投入的主体,中国目前企业研发投入约占农业R&D投入的30%,发达国家占70%以上。

从农业科技产出来看,中国农业领域学科规范化引文影响力CNCI值为1.06,世界排名第16,仅为世界前10平均值的78%;农业科技发明专利的授权率为21.7%,低于世界发达国家前5名的平均值(37.74%),中国国家农业科技专利竞争力指数为2.93,世界排名第二,仅低于美国。但农业科技成果转化应用力度依然不够,中国农业科技成果转化率40%,发达国家平均80%以上。

5 结论与不足

综合来看,我国与世界农业科技强国还有较大差距,亟需下更大力气、花更多功夫,在农业科技投入强度、农业科技人力资源、企业研发投入等方面加强力量、加快步伐、加大投入,大幅提升农业劳动生产率、农产品加工增值、土地产出率,优先补齐农业农村科技创新短板。因此,本研究建议:1)进一步建立健全农业科技创新体系,深化农业科技管理机制改革;2)建立多元化科技投入体系与持续稳定支持机制,提高农业科技财政投入强度,加大农业科技金融支持力度;3)完善农业创新型企业激励政策,鼓励企业加大研发投入;4)加强农业基础前沿与核心关键研究,强化农业科技产业支撑应用;5)建设高水平的农业科技平台,打造国家农业领域战略科技力量;6)创新农业科技成果转化机制,提升农业技术推广服务效能;7)强化农业科技人才队伍建设;8)主动谋划世界农业科技格局。通过以上措施,以确保2050年中国建成世界农业科技强国,支撑引领乡村全面振兴,促进农业高质高效、乡村宜居宜业、农民富裕富足,全面实现农业农村现代化。

尽管本研究结合国内外相关智库研究报告,提出了农业科技强国评价指标体系,但本研究目前仍存在以下不足之处。一方面,由于目前关于农业科技创新评价方法学及其指标体系尚没有国际公认的“最优”标准,因此,本研究主要以“对标”世界发达国家为基本评价思路,试图初步对我国农业科技与国际先进水平的整体差距做出一个粗略的量化评价。换句话说,每个指标的评价标准都选择该指标世界

领先国家的平均值作为标准,相当于理论上假设现有世界领先国家的平均值为进入农业科技强国的“门槛”阈值。尽管研究结果具有一定的决策参考意义,但相关方法学体系仍需要在未来的研究中进一步深化。另一方面,本研究计算中国农业科技强国实现度中所采用的数据主要来源于各类权威报告、数据库、文献,尽管本研究已经遵循“从新、从近和从权威”的原则进行数据筛选,但不同数据来源难免在统计口径、标准方面仍然存在不一致性,因此,未来围绕我国农业科技战略发展目标,主动构建国家相关指标数据库原始数据的收集汇编工作,对于我国农业科技创新战略的顶层设计工作具有重要意义。

参考文献 References

- [1] 郑小玉,刘冬梅. 国外农业农村科技创新政策特征及启示[J]. 科技智囊, 2020(2): 76-80
Zheng X Y, Liu D M. Characteristics of foreign agricultural and rural science and technology innovation policies and enlightenment[J]. *Think Tank of Science & Technology*, 2020(2): 76-80 (in Chinese)
- [2] 钟大森,张昭,焦加国,孙月,许宁,张凯. 国外农业科技管理与创新体系建设的经验与启示[J]. 科技管理研究, 2020, 40(19): 30-35
Zhong D S, Zhang Z, Jiao J G, Sun Y, Xu N, Zhang K. Experience and enlightenment of construction of foreign agricultural science and technology management and innovation system[J]. *Science and Technology Management Research*, 2020, 40(19): 30-35 (in Chinese)
- [3] 王志刚. 新时代建设科技强国的战略路径[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(10): 1112-1116
Wang Z G. Strategic roadmap of constructing science and technology power in new era[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2019, 34(10): 1112-1116 (in Chinese)
- [4] 张志强,田倩飞,陈云伟. 科技强国主要科技指标体系比较研究[J]. 中国科学院院刊, 2018, 33(10): 1052-1063
Zhang Z Q, Tian Q F, Chen Y W. Research on main scientific and technological indicators of science and technology power [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2018, 33(10): 1052-1063 (in Chinese)
- [5] 杨大成. 中国中西部地区科技竞争力评价与分析[J]. 统计与信息论坛, 2008, 23(6): 46-50
Yang D C. Evaluation and analysis on competitiveness in science and technology of China's central and western regions [J]. *Journal of Statistics and Information*, 2008, 23(6): 46-50 (in Chinese)
- [6] 马敏娜. 城市科技竞争力评价指标体系及应用研究[J]. 税务

- 与经济, 2006(2): 8-71
- Ma M N. An assessment criteria and applied research on the urban scientific competition[J]. *Taxation and Economy*, 2006 (2): 8-71 (in Chinese)
- [7] 玄兆辉, 曹琴, 孙云杰. 世界科技强国内涵与评价指标体系[J]. 中国科技论坛, 2018(12): 28-34
- Xuan Z H, Cao Q, Sun Y J. Research on the connotation and evaluation indicator system of science and technology powerhouse[J]. *Forum on Science and Technology in China*, 2018(12): 28-34 (in Chinese)
- [8] Nasierowski W, Arcelus F J. Interrelationships among the elements of national innovation systems: A statistical evaluation[J]. *European Journal of Operational Research*, 1999, 119(2): 235-253
- [9] Duan D Z, Du D B, Liu C L, Grimes S. Spatio-temporal evolution of urban Innovation structure based on zip code geodatabase: An empirical study from Shanghai and Beijing [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2016, 26(12): 1707-1724
- [10] Coad A, Rao R. Innovation and firm growth in high-tech sectors: A quantile regression approach[J]. *Research policy*, 2008, 37(4): 633-648.
- [11] 丁华. 提升县域农业科技竞争力带动农民增收的对策研究[J]. 商业研究, 2006(16): 102-105
- Ding H. Study on the countermeasures of promoting the competitiveness of agricultural science and technology in county area to increase the income of farmers[J]. *Commercial Research*, 2006(16): 102-105 (in Chinese)
- [12] 臧春荣. 福建省农业科技竞争力比较研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2007
- Zang C R. Comparison research on competitive ability of Fujian agriculture science and technology[D]. Fuzhou: Fujian Agricultural and Forestry University, 2007 (in Chinese)
- [13] 陈丽佳, 周海涛, 翁锦玉. 地区农业科技竞争力指标评价体系构建研究[J]. 科技管理研究, 2008(7): 144-146
- Chen L J, Zhou H T, Weng J Y. Study on the construction of index evaluation system of regional agricultural science and technology competitiveness [J]. *Science and Technology Management Research*, 2008(7): 144-146 (in Chinese)
- [14] 党玉国. 湖北省农业科技竞争力研究[D]. 荆州: 长江大学, 2012
- Dang Y G. The study on the agricultural science and technology competitiveness in Hubei Province[D]. Jingzhou: Yangtze University, 2012 (in Chinese)
- [15] 刘莹. 农业科技竞争力指标体系的构建及其动态回归研究[J]. 山东社会科学, 2013(11): 157-160
- Liu Y. Construction and dynamic regression of agricultural science and technology competitiveness index system [J]. *Shandong Social Sciences*, 2013(11): 157-160 (in Chinese)
- [16] 金莹. 甘肃省农业科技竞争力综合评价研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2016
- Jin Y. Study on comprehensive evaluation of agricultural science and technology competitiveness in Gansu Province[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2016 (in Chinese)
- [17] 李响, 周鹰, 李丽华, 刘君, 许才明. 江苏与发达国家农业现代化水平的差距[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 385-387.
- Li X, Zhou Y, Li L H, Liu J, Xu C M. The gap of agricultural modernization between Jiangsu and developed countries[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2012, 40 (12): 385-387 (in Chinese)
- [18] 国务院新闻. 我国农业科技进步贡献率达 57.5% [EB/OL]. (2021-04-21). http://www.gov.cn/guowuyuan/2018-09/26/content_5325347.htm
- State Council News. The contribution rate of agricultural science and technology progress in China reached 57.5% [EB/OL]. (2021-04-21). http://www.gov.cn/guowuyuan/2018-09/26/content_5325347.htm (in Chinese)
- [19] 北京农业信息网. 以色列农业: 科技进步贡献率 96% [EB/OL]. (2021-04-21). <http://www.agri.ac.cn/news/2007824/18513.html>
- Beijing Agricultural Information Network Agriculture in Israel: 96% contribution rate of scientific and technological progress [EB/OL]. (2021-04-21). <http://www.agri.ac.cn/news/2007824/18513.html> (in Chinese)
- [20] 罗锡文. 对我国农机化科技创新的思考[J]. 山东农机化, 2019 (1): 10-13
- Luo X W. Reflections on the innovation of agricultural mechanization science and technology in China [J]. *Shandong Agricultural Mechanization*, 2019(1): 10-13 (in Chinese)
- [21] 闫湘, 金继运, 梁鸣早. 我国主要粮食作物化肥增产效应与肥料利用效率[J]. 土壤, 2017, 49(6): 1067-1077
- Yan X, Jin J Y, Ling M Z. Fertilizer use efficiencies and yield-increasing rates of grain crops in China [J]. *Soils*, 2017, 49 (6): 1067-1077 (in Chinese)
- [22] 国家统计局人口和就业统计司, 人力资源和社会保障部规划财务司. 《中国劳动统计年鉴: 2018》[M]. 北京: 中国统计出版社, 2018
- Department of Population and Employment Statistics of the National Bureau of Statistics of China, Department of Planning and Finance of the Ministry of Human Resources and Social Security of China. *China Labour Statistical Yearbook: 2018* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2019 (in Chinese)
- [23] 信军, 郑末, 李娟. 农业科技成果转化与推广探究[J]. 农学报, 2019, 9(7): 87-90
- Xin J, Zheng M, Li J. Research on the transformation and popularization of agricultural scientific and technological achievements [J]. *Journal of Agriculture*, 2019, 9(7): 87-90 (in Chinese)