

引用本文格式 张鑫傲, 张亚晴. 基于DEA模型的安康市农业投入产出效率评价[J]. 农业工程, 2024, 14(4): 153-157. DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2024.04.027. ZHANG Hejing, ZHANG Yaqing. Input and output efficiency evaluation of agricultural development in Ankang City based on DEA model[J]. Agricultural Engineering, 2024, 14(4): 153-157.

基于DEA模型的安康市农业投入产出效率评价

张鑫傲, 张亚晴

(安康学院陕南生态经济研究中心, 陕西 安康 725000)

摘要: 为了解安康市现代农业发展效率状况, 选取2009—2020年安康市污染治理投资总额、农业固定资产投资额、耕地面积和乡村劳动力资源总数4个农业投入指标, 以及农业总产值和农业人均生产总值2个农业产出指标, 采用数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)模型中的BCC模型进行效率分析。结果表明, 安康市农业投入产出效率只有2020年的DEA模型是有效的, 但从2009年开始, 综合效率总体呈现上升趋势; 从投入冗余率与产出不足率可以看出, 安康市农业总产值基本不存在产出不足的现象, 除2020年外, 其余各年份在污染治理投资总额、农业固定资产投资额、耕地面积和乡村劳动力资源总数的投入在不同程度都存在冗余, 投入结构不合理造成DEA模型无效。

关键词: 农业; DEA模型; 投入产出; 效率评价; 安康市

中图分类号: F327 文献标识码: A 文章编号: 2095-1795(2024)04-0153-05

DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2024.04.027

Input and Output Efficiency Evaluation of Agricultural Development in Ankang City Based on DEA Model

ZHANG Hejing, ZHANG Yaqing

(Shaannan Eco-economy Research Center, Ankang University, Ankang Shaanxi 725000, China)

Abstract: In order to understand efficiency of modern agricultural development in Ankang City, four indicators of agricultural input were selected, including total investment in pollution control, investment in agricultural fixed assets, cultivated land area, total rural labor resources, and two output indicators of agricultural gross output value and agricultural per capita production value in Ankang City from 2009 to 2020. BCC model in data envelopment analysis (DEA) model was used for efficiency analysis. Results showed that, comprehensive efficiency of agricultural input and output in Ankang City was only effective at DEA in 2020. But since 2009, overall efficiency has shown a listing trend. From input redundancy rate and output insufficiency rate, it could be seen that there was basically no phenomenon of output insufficiency in total agricultural output value of Ankang City. Except 2020, total investment in pollution control, agricultural fixed assets investment, cultivated land area, and total rural labor resources in other years were redundant to varying degrees, and unreasonable input structure caused DEA to be invalid.

Keywords: agriculture, DEA model, input and output, efficiency evaluation, Ankang City

0 引言

农业是国民经济的基础, 农业生产在经济发展中具有重要作用, 农业发展水平会直接或间接地影响其他非农业部门。我国高度重视农业的发展, 大力发展农业经济具有很强的战略意义。农业的生产过程是从投入生产要素到产出农产品的过程, 农业投入直接影响着农业产出。农业经济的快速增长一方面靠各种物质性的投入, 另一方面靠农业生产技术的投入, 其中

前者往往体现后劲不足或者导致一系列环境问题。现阶段我国国民经济正处于高质量发展的时期, 现代化农业发展面临的环境更加复杂, 困难更加艰巨。如何提高农业生产效益和效率、实现资源优化配置, 成为破解“三农”问题、改善农民生活水平、推进乡村振兴的重要议题。

农业生产效率一直是农业经济研究中的一项重要课题, 相关的研究成果颇多。关于农业投入产出的研究中对方法的选择方面, 有运用统计相关方法进行研

收稿日期: 2023-01-31 修回日期: 2023-06-04

基金项目: 陕西省教育厅科学研究计划项目(21JK0002、21JZ004); 安康市科学技术研究发展计划项目(AK2021-SF-03)

作者简介: 张鑫傲, 硕士, 讲师, 主要从事区域经济研究 E-mail: 623617820@qq.com

在线投稿
www.d1ae.com

究。史明瑛等^[1]通过回归等多种模型分析了安徽省农业投入产出效果。孔朝莉等^[2]运用主成分回归分析模型对我国农业投入产出进行了分析。王学超^[3]运用多元统计方法,采用主成分分析、相关分析、聚类分析和回归分析等,建立了农业投入产出模型,对影响农业投入产出的因素分别进行分析,最后对模型进行了综合比较与评价。李兴江等^[4]通过构建农业投入产出的指标体系,采用主成分分析和多元线性回归的方法建立农业投入产出效率的计量模型,进而对甘肃省农业投入产出效率进行评价。也有研究建立综合评价体系,张文红^[5]构建农业投入产出的指标体系,建立综合计量模型,对西部地区的农业投入产出效率进行评价。在众多研究中,运用数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)模型评价农业投入产出效率的最多。冉杰等^[6]运用DEA和Malmquist生产效率指数,对我国西部区域农业生产效率进行实证分析。贺正楚等^[7]、齐天真^[8]、刘宇宝等^[9]和朱永彬等^[10]都运用DEA模型对研究区农业生产的效率进行评价。

关于农业投入产出指标选取中,在农业投入方面,大部分研究人员选取农业耕种面积、从业人员或者劳动力、固定资产、化肥等生产要素等指标;农业产出方面,选择农业总产值、农作物产量、人均纯收入等。贺正楚等^[7]投入指标选取了农业耕地面积、农用化肥、农业机械动力和农业劳力,产出指标选取了农业总产值,评价我国31个省市农业生产的效率。刘宇宝等^[9]选取农作物总播种面积、农业有效灌溉面积、农林牧渔业从业人员、农林牧渔固定资产投资、财政支农、农业机械总动力、农村用电量和农用化肥施用量等作为投入指标,粮食作物总产量、农林牧渔总产值、农林牧渔增加值等作为产出指标,评价甘肃省农业投入产出效率。齐天真^[8]选取土地投入、资本投入和劳动投入等7个二级指标作为投入指标,选取农业总产值和农业人均纯收入两个产出指标,对天津市都市农业的投入产出效率进行了评价。朱永彬等^[10]研究河南省农业投入产出效率时选取小麦、玉米、油料作物、蔬菜和瓜果等主要农作物的产量作为农业产出变量,重点选取化肥、农药、农膜、农业机械、劳动力及总播种面积等作为农业投入变量。

梳理研究相关文献,并未发现运用DEA模型对安康市农业投入产出效率进行评价。另外,对农业生产效率的考察最关注的是投入产出的效率值,但在投入产出因素选择方面,缺乏农业污染防治相关的指标,如农业面源污染的防治及治理等方面的投入。但安康市作为国家主体功能区规划中限制开发的重点生态功能区,是南水北调中线工程重要水源涵养区,现代生态农业是安康市农业经济发展的必然选择,所以在评

价农业投入产出效率过程中,也需要关注农业污染防治和治理的投入。因此,本研究利用DEA模型对安康市农业投入产出效率进行评价,以便为安康市农业产业政策制定提供依据。

1 研究区及农业发展概况

安康市位于陕西省东南部,地处秦岭和巴山之间,区域面积23 500 km²。安康市属亚热带大陆性季风气候,气候湿润温和,雨水丰富,四季分明,夏季高温多雨并多伴有伏旱,冬季寒冷少雨,属北亚热带季风气候,年平均降雨量930 mm,年平均气温15~17℃。境内水资源较为丰富,有汉江穿过安康市境内,流长340 km。植被类型多样,有常绿阔叶林、常绿落叶混交林、落叶阔叶林和针叶林等;广泛分布着柑橘、柚子、枇杷、桂花、栀子、夹竹桃和芭蕉等亚热带植物。安康市以农业资源为主,因土壤硒元素含量丰富,被誉为“中国硒谷”,包括魔芋、茶、粮油和家畜等富硒特色产业。

近年来,安康市持续加大“三农”投入,农业经济总量稳步增长,农村经济实力不断壮大。根据安康市国民经济和社会发展统计公报,2020年全市农业总产值167.82亿元,较2009年增加100.77亿元,年均增长12.5%,占全市GDP的13.88%。2020年粮食播种面积22.42万hm²,比2009年增加0.42万hm²,增长1.9%;粮食总产量77.48万t,比2009年增加7.98万t,增长11.48%。2020年蔬菜面积8.35万hm²,比2009年增加2.46万hm²,增长41.77%;蔬菜产量171.88万t,比2009年增加97.73万t,增长130.78%。2020年园林水果累计面积2.80万hm²,比2009年增加0.35万hm²,增长14.29%;水果产量22.53万t,比2009年增加6.98万t,增长44.89%。2020年茶园面积6.17万hm²,比2009年增加3.78万hm²,增长1.58倍158.16%;茶叶产量3.38万t,比2009年增加2.64万t,增长356.76%。2020年油料面积6.87万hm²,产量14.47万t,比2009年增加0.28万hm²和3.54万t,分别增长4.25%和32.39%。2009—2020年主要农作物产量如图1所示。

2 研究方法数据来源

2.1 研究方法

DEA模型是一种效率评价方法,以传统的工程效率概念和生产函数理论为基础来评价决策单元之间的相对效率,不仅可以对决策单元的有效性作出度量,而且还能指出决策单元非有效的原因和程度,给单位部门提供管理信息^[11]。DEA模型具有多个模型,其中重要的两个模型是CCR模型和BCC模型^[11-12]。

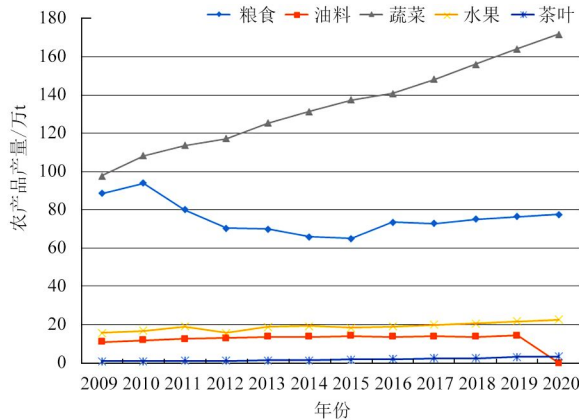


图 1 2009—2020 年安康市主要农产品产量统计

Fig. 1 Statistics of main agricultural products output in Ankang City from 2009 to 2020

DEA 模型是一种多学科综合运用评价方法。对于多输入、多输出决策单元的综合评价问题，不需要进行任何权重假设，也不需要直接对数据进行综合，就可以将决策单元进行效率排队，因此被广泛应用于水资源利用效率的评价^[13]。本研究采用的是 DEA 模型扩展下的 BCC 模型，在模型的基础上增加 $\sum \lambda_j = 1$ ，假设决策单元 (DMU) 处于规模报酬可变的情形下，用来衡量技术效率和规模效率。模型如下

$$\min \left[\theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \right] \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{i,j} \lambda_j + S_i^- = \theta x_{i,j_0} \\ \sum_{j=1}^n y_{i,j} \lambda_j + S_i^- = \theta y_{i,j_0} \\ \sum \lambda_j = 1 \\ \theta, \lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中 n ——决策单元个数，每个决策单元有 m 个输入变量和 s 个输出变量

$x_{i,j}$ ——第 j 个决策单元第 i 个输入指标值

$y_{i,j}$ ——第 j 个决策单元第 i 个输出指标值

x_{i,j_0} ——第 j_0 个决策单元第 i 个输入值

y_{i,j_0} ——第 j_0 个决策单元第 i 个输出值

λ_j ——输入和输出权重

θ ——决策单元有效值

S_i^-, S_r^+ ——输入和输出松弛变量

ε ——非阿基米德无穷小量

2.2 指标选取及数据来源

为了相对准确测度安康市农业投入产出效率，基于上述文献，并咨询相关专家，遵循科学性、差异性、客观性的原则，将安康市农业生产效率评价体系分为农业投入与农业产出两个维度，其中投入选取了污染

治理投资总额、农业固定资产投资额、耕地面积和乡村劳动力资源总数 4 个指标，产出选择农业总产值和农业人均生产总值 2 个指标，如表 1 所示。

表 1 安康市农业投入产出指标选取

Tab. 1 Selection of agricultural input-output indicators in Ankang City

项目	指标	指标解释
投入	污染治理投资总额/万元	主要是与农业生产相关的活动造成的污染治理所投资金
	农业固定资产投资额/万元	购置和建造农业生产活动的固定资产所投资金
	耕地面积/hm ²	可以用来种植农作物、经常进行耕锄的田地面积
产出	乡村劳动力资源总数	乡村中劳动年龄以上能够参加农业生产活动的人员
	农业总产值/万元	农业总产值是一年内以货币形式表现的农业生产总规模和总成果，不包含林、鱼、牧等产值
	农业人均生产总值/元	人均农业生产产值

广义农业包括种植业、林业、畜牧业、渔业和副业 5 种产业形式，狭义农业是特指种植业，本研究是基于狭义的农业作为研究对象进行数据统计，数据来源于安康市统计年鉴，数据的描述统计如表 2 所示。

表 2 安康市 2009—2020 年农业投入产出指标描述统计

Tab. 2 Description and statistics of agricultural input-output indicators in Ankang City from 2009 to 2020

项目	样本量	平均值	标准差
污染治理投资总额/万元	12	33 630.00	24 492.70
农业固定资产投资额/万元	12	245 853.00	48 289.56
耕地面积/hm ²	12	372 249.83	5 817.80
乡村劳动力资源总数	12	1 489 092.42	78 916.65
农业总产值/万元	12	1 139 318.25	310 152.23
农业人均生产总值/元	12	7 367.08	2 515.75

3 结果分析

运用 DEAP2.1 模型，选择 BCC 模型，在规模报酬可变的条件下，以投入要素为导向计算 2009—2020 年安康市农业产出效率，通过整理分析，各年的综合效率、技术效率、规模效率如表 3 所示。

由表 3 可知，安康市农业投入产出综合效率只有 2020 年达到 DEA 有效，综合效率为 1，其余年份的综合效率都 < 1，处于非 DEA 有效状态，这说明只有 2020 年安康市农业投入和产出达到了最佳状态。但从综合效率值的变化来看，综合效率在逐年升高。从技术效率层面分析，只有 2009、2013 和 2020 年的技术效率均为 1，达到技术有效，其余年份都 < 1，处于技术效率无效状态，但从技术效率值可以看出，其余年份均高于 0.9，趋于技术有效，说明安康市近年来农业生产技术有了明显提升。从规模效率层面分析，只有 2020

表3 安康市2009—2020年农业投入产出效益

Tab. 3 Agricultural input-output benefit analysis of Ankang City from 2009 to 2020

年份	技术效率	规模效率	综合效率	有效性
2009	1	0.568	0.568	非DEA有效
2010	0.993	0.584	0.580	非DEA有效
2011	0.973	0.536	0.522	非DEA有效
2012	0.985	0.686	0.675	非DEA有效
2013	1	0.946	0.946	非DEA有效
2014	0.966	0.688	0.665	非DEA有效
2015	0.975	0.754	0.736	非DEA有效
2016	0.974	0.762	0.742	非DEA有效
2017	0.974	0.804	0.783	非DEA有效
2018	0.990	0.842	0.833	非DEA有效
2019	0.998	0.928	0.926	非DEA有效
2020	1	1	1	DEA强有效

年规模效率为1, 规模效率达到有效, 其余年份规模报酬均未达到有效状态, 说明安康农业规模化程度还比较低。由表4可知, 在2009—2020年, 虽然安康市农业规模效率未达到有效状态, 但规模报酬递增, 说明规模效应在逐渐增强, 农业的投入利用效率在不断提升。

表4 安康市2009—2020年农业规模报酬分析

Tab. 4 Analysis of agricultural scale returns in Ankang City from 2009 to 2020

年份	规模报酬系数	类型
2009	0.568	规模报酬递增
2010	0.584	规模报酬递增
2011	0.536	规模报酬递增
2012	0.686	规模报酬递增
2013	0.946	规模报酬递增
2014	0.688	规模报酬递增
2015	0.754	规模报酬递增
2016	0.762	规模报酬递增
2017	0.804	规模报酬递增
2018	0.842	规模报酬递增
2019	0.928	规模报酬递增
2020	1	规模报酬固定

由表5可知, 除2018和2019年外, 安康市农业总产值的产出率都为0, 不存在产出不足的现象, 而2009—2017年农业人均生产值的产出率不足主要是因为乡村劳动力资源总数投入过量导致的结果。除2020年外, 其余各年份在污染治理投资总额、农业固定资产投资额、耕地面积和乡村劳动力资源总数的投入在不同程度都存在冗余, 因此这些年份的DEA模型无效主要是由于投入结构不合理造成的。其中, 有11年的劳动力投入出现了冗余, 表明安康市的农业生产还依靠劳动力的投入, 农业的技术化程度还不高; 有9年的农业固定资产的投入冗余, 说明这些年农业固定资产的投入并没有带来农业产值同比例增加, 固定资产

表5 安康市2009—2020年农业投入冗余率和产出不足率分析

Tab. 5 Analysis of agricultural input redundancy and output deficiency in Ankang City from 2009 to 2020

年份	投入冗余率			产出不足率		
	污染治理 投资总额	农业固定 资产投 资额	乡村劳动 力资源 总数	农业总 产值	农业人均 生产值	
2009	0.070	0	0.187	0.231	0	0.361
2010	0.363	0	0.150	0.201	0	0.275
2011	0	0.130	0.065	0.125	0	0.072
2012	0	0.261	0.155	0.228	0	0.050
2013	0	0.475	0.335	0.423	0	0.080
2014	0.019	0.156	0	0.096	0	0.078
2015	0	0.204	0.038	0.145	0	0.026
2016	0.259	0.180	0	0.122	0	0.001
2017	0.250	0.190	0	0.133	0	0.045
2018	0.060	0.154	0	0.151	0.066	0
2019	0.716	0.177	0	0.148	0.048	0
2020	0	0	0	0	0	0

使用效率不高; 有6年耕地投入出现冗余, 表明这些年份农业生产还是依靠耕地的投入, 但耕地利用率不高。

4 结论及建议

4.1 结论

采用DEA模型中的BCC模型, 选取2009—2020年安康市污染治理投资总额、农业固定资产投资额、耕地面积和乡村劳动力资源总数4个农业投入指标, 农业总产值和农业人均生产值2个产出指标, 对安康市农业投入产出效率进行分析。①安康市农业投入产出综合效率只有2020年的DEA模型是有效的, 但从2009年开始, 综合效率总体呈现上升的趋势。其中2009、2013和2020年, 达到技术有效, 其余年份都趋近于有效; 除2020年, 规模效率最优外, 其余年份规模效率均无效, 但规模效率也呈现上升趋势, 规模报酬递增。②从投入冗余率与产出不足率可以看出, 安康市农业总产值基本不存在产出不足的现象, 而2009—2017年农业人均生产值的产出率不足主要是因为乡村劳动力资源总数投入过量导致的结果。除2020年外, 其余各年份在污染治理投资总额、农业固定资产投资额、耕地面积和乡村劳动力资源总数的投入在不同程度都存在冗余, 投入结构不合理造成DEA模型无效。

4.2 建议

安康市在农业经济发展方面还存在投入利用效率低、投入结构不合理等问题。在新发展理念下, 调整和改善农业投入的不足对安康农业经济的可持续增长有着重要意义, 据此提出以下3点发展建议。①推动农业科技创新。要继续加大农业科技创新投入, 积极

推动农业产学研结合,鼓励开办农业众创空间,激活社会创新创业要素,不断推动成果转化。②提升农业投入利用效率。应合理利用农业投入资金,充分利用农业设备的投入,发挥现代农业的优势;应该通过农业设施化、科技化不断提高农业发展效率。③合理调整农业生产投入结构。在农业固定资产投资方面过多,在年农业种植面积方面表现出投入不足。由于安康市特殊地理位置,大部分地区不适合规模化农业生产,导致农业固定资产投资冗余。但城镇化发展、农村土地闲置等问题导致土地投入不足,所以安康市要根据实际情况合理调整投资结构,推动现代农业的高质量发展。

参考文献

- [1] 史明瑛,朱云鹃.安徽省农业投入产出效果分析[J].运筹与管理,1999,8(2):62-66.
SHI Mingying, ZHU Yunjuan. Analysis of agricultural input-output effect of Anhui Province[J]. Operations Research and Management Science, 1999, 8(2): 62-66.
- [2] 孔朝莉,杨启昌.农业投入产出变量的主成分回归分析模型[J].鞍山师范学院学报,2006(4):11-14.
KONG Zhaoli, YANG Qichang. The regression models of principle component analysis on in-output variables in agriculture[J]. Journal of Anshan Normal University, 2006(4): 11-14.
- [3] 王学超.关于农业投入产出的回归分析模型[J].经济师,2009(2):265-266.
- [4] 李兴江,李园青.甘肃省农业投入产出效率研究[J].科学·经济·社会,2011,29(1):14-17.
LI Xingjiang, LI Yuanqing. Study on agricultural input-output efficiency in Gansu Province[J]. Science Economy Society, 2011, 29(1): 14-17.
- [5] 张文红.基于计量模型的西部农业投入产出效率研究[J].统计与信息论坛,2010,25(4):104-108.
ZHANG Wenhong. The input-output efficiency in western-China agriculture based on econometric model[J]. Journal of Statistics and Information, 2010, 25(4): 104-108.
- [6] 冉杰,王新宇.基于DEA的西部农业经济效率与技术进步率评价[J].统计与决策,2007(2):102-103.
- [7] 贺正楚,吴艳,周震虹.我国各省市农业投入与产出的效率评价[J].经济地理,2011,31(6):999-1002.
HE Zhengchu, WU Yan, ZHOU Zhenhong. Evaluation of agricultural productivity in china based on input-output[J]. Economic Geography, 2011, 31(6): 999-1002.
- [8] 齐天真.基于供给侧的都市农业投入产出效率评价与实证[J].统计与决策,2017(17):64-66.
- [9] 刘宇宝,闫述乾.基于DEA的甘肃省农业投入-产出效率分析[J].资源开发与市场,2015,31(3):305-307.
LIU Yubao, YAN Shuqian. Analysis on efficiency of agricultural input-output in Gansu Province based on DEA[J]. Resource Development and Market, 2015, 31(3): 305-307.
- [10] 朱永彬,马晓哲,史雅娟.县级尺度下河南省农业投入产出效率与减排潜力分析[J].中国生态农业学报(中英文),2022,30(11):1852-1861.
ZHU Yongbin, MA Xiaozhe, SHI Yajuan. Agricultural input-output efficiency and the potential reduction of emissions in Henan Province at the county scale[J]. Journal of Ecological Agriculture of China (Chinese and English), 2022, 30(11): 1852-1861.
- [11] 魏权龄.评价相对有效的DEA方法[M].北京:中国人民大学出版社,1988.
- [12] 盛昭瀚,朱乔,吴广谋.DEA理论、方法与应用[M].北京:科学出版社,1996.
- [13] 李玲,周玉玺.基于DEA-Malmquist模型的中国粮食生产用水效率研究[J].中国农业资源与区划,2018,39(11):192-199.
LI Ling, ZHOU Yuxi. Study on water utilization efficiency of China's grain production based on dea-malmquist model[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2018, 39(11): 192-199.