

引用本文格式 刘乾誉. 基于 BCC 模型的滨州市农业发展投入产出效率评价[J]. 农业工程, 2022, 12(9): 151-154. DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2022.09.029. LIU Qianyu. Input and output efficiency evaluation of agricultural development in Binzhou City based on BCC model[J]. Agricultural Engineering, 2022, 12(9): 151-154.

基于 BCC 模型的滨州市农业发展投入产出效率评价

刘乾誉

(青岛农业大学, 山东 青岛 266000)

摘 要: 以滨州市 2009—2020 年的统计数据为研究样本, 构建农业投入产出评价指标体系, 采用 BCC 模型分析农业投入产出效率。结果表明, 滨州市农业投入产出的综合效率较高, 并且纯技术效率高于规模效率, 滨州市农业投入产出的综合效率对于纯技术效率具有较强的依赖性。总体上, 滨州市农业投入产出效率较高, 受规模化影响较大, 存在一定程度的投资冗余和管理问题。今后, 应加大农业科技投入, 扩大农业生产规模。

关键词: BCC 模型; 滨州市; 农业; 投入产出效率

中图分类号: F327 文献标识码: A 文章编号: 2095-1795(2022)09-0151-04

DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2022.09.029

Input and Output Efficiency Evaluation of Agricultural Development in Binzhou City Based on BCC Model

LIU Qianyu

(Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong 266000, China)

Abstract: Taking statistical data of Binzhou City from 2009 to 2020 as research sample, constructing agricultural input-output evaluation index system, the BCC model was used to analyze agricultural input and output efficiency. The BCC model analysis showed that comprehensive efficiency (CE) of agricultural input and output in Binzhou was higher, and pure technical efficiency (PTE) was higher than scale efficiency (SE). PTE had a strong dependence. The overall analysis showed that Binzhou's agricultural input-output efficiency was relatively high, which was greatly affected by scale, and there was a certain degree of investment redundancy and management problems. Investment in agricultural science and technology should be increased to expand the scale of agricultural production.

Keywords: BCC model, Binzhou, agriculture, input and output efficiency

0 引言

农业是国民经济建设和发展的基础, 农业发展水平会直接或间接地影响其他非农业部门, 现阶段我国国民经济正面临转型期, 现代化农业也进入加速建设的新阶段, 农业发展面临的环境更加复杂, 困难更加艰巨。如何实现资源的最优化配置、获得最优的投入产出效率至关重要。滨州市位于山东省北部, 是一个农业大市, 但农业发展相对落后。2020 年滨州市政府工作报告指出, 全市农作物总播种面积 441.3 万 hm^2 , 农林牧渔总产值达到 482.3 亿元, 盛产小麦、玉米等粮食作物。与其他市相比农业发展水平较低, 推动滨州市

农业发展、优化农业资源配置、提高农业发展投入产出效率变得尤为重要^[1]。

目前, 研究农业投入产出效率问题的专家学者较多, 其研究方式大多集中于利用生产函数法和数据包络分析法来衡量农业投入产出效益, 在研究范围上多集中于关于国家和省部级农业投入产出效益的研究, 而关于省市级农业投入产出效益问题的研究成果则较少。刘庆等^[2]利用农业生产函数法, 测算了 1978—2013 年我国农业投入产出效率, 研究结果为我国东西部农业产出存在明显差异。姜博宇等^[3]指出, 我国农业投入产出效率受区域自然因素、经济因素和社会因素影响较大。韦代雄^[4]运用 CCR 模型对我国 31 个省市的农业投

入产出效率进行测算, 研究结果表明, 我国东部地区农业水平高于西部地区, 要加快从传统农业向现代农业的转型。廖静灵^[5]采用 Malmquist 生产指数对 2001—2014 年我国农业全要素生产率进行测算, 研究指出我国要继续坚持科技兴农, 进一步促进农业技术的推广。本文采用 BCC 模型对山东省滨州市 2009—2020 年农业发展投入产出效率进行测算, 以期对滨州市的农业发展提供参考依据和理论数据。

1 BCC 模型

数据包络方法 (data envelopment analysis, DEA), 是英国科学家 FARRELL 为评价英国农业的经济效益而设计的一个农业效益评价模型。美国运筹学家在 FARRELL 的基础上, 建立了表达相对绩效的多投资、多生产的大数据包络分析法 (CCR 模型), 并利用线性规划方法分析了生产成本的前沿面, 从而求出决策单元的规模效率及相对效率等诸多信息。BANKER 等在 COOPER 的基础上提出了可变规模报酬的 DEA 模型, 也就是本文使用的 BCC 模型^[6]。

在以 BCC 模型计算综合效率时, 得到的效率是纯技术效率与规模效率相乘之积, 即综合效率 (comprehensive efficiency, CE) = 纯技术效率 (pure technical efficiency, PTE) × 规模效率 (scale efficiency, SE)。在 BCC 模型中, 假设有 h ($h=1, 2, \dots, n$) 个决策单元 (decision making units, DMU), 分别为 $DMU_1, DMU_2, DMU_3 \dots DMU_n$, 每个决策单元都包含相同的 i 个投入数据 ($i=1, 2, 3, \dots, m$) 和 r ($r=1, 2, 3, \dots, S$) 个产出数据, X_{ih} 表示第 h 个决策单元的第 i 个投入, Y_{hr} 表示第 h 个决策单元的第 r 个产出。BCC 模型是在 CCR 模型的基础上增加了约束条件。

$$\begin{aligned} \sum_{h=1}^m \lambda_h &= 1 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

BCC 模型如式 (2) 所示。

$$\text{Min}[\theta - \varepsilon(e^l s^- + e^l s^+)] \quad (2)$$

$$\text{st} \begin{cases} \sum_{h=1}^m \lambda_h x_{ih} + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{h=1}^m \lambda_h y_{hr} - s^+ = y_0 \\ \sum_{h=1}^m \lambda_h = 1 \\ \theta, \lambda, s^-, s^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3)$$

式 (3) 中, θ 为所测度的滨州市农业发展投入产出效率值, 若 $\theta=1, s^+=s^-=0$, 则表明该年份的农业投入产出效率为 DEA 有效, 若 $\theta=1, s^+ \neq 0$ 或 $s^- \neq 0$, 则表明该年份的农业投入产出效率为弱 DEA 有效, 若 $\theta \neq 1$, 则表明该年份的农业投入产出效率为非 DEA 有效。

2 指标选取及数据说明

2.1 指标选取

根据农业生产特点, 并且依据数据的科学性、系统性、合理性和可得性等原则, 在参考已有文献基础上, 综合考虑山东省滨州市 2009—2020 年农业投入的实际情况, 共选取 4 个投入指标和 2 个产出指标 (表 1)。投入指标依次是农作物总播种面积 (万 hm^2)、农业机械总动力 (万 kW)、农业有效灌溉面积 (万 hm^2)、农业化肥施用折纯量 (t); 产出指标为农林牧渔总产值 (万元)、粮食作物总产值 (万元)。

表 1 滨州市农业发展投入产出效率指标体系
Tab. 1 Index system of input and output efficiency of agricultural development in Binzhou City

一级指标	二级指标	单位
投入指标	农作物总播种面积 X_1	万 hm^2
	农业机械总动力 X_2	万 kW
	农业有效灌溉面积 X_3	万 hm^2
	化肥施用折纯量 X_4	t
产出指标	农林牧渔总产值 Y_1	万元
	粮食作物总产值 Y_2	万元

2.2 数据说明

在进行农业活动的过程中, 需要投入农业生产要素, 而农林牧渔总产值、粮食作物总产值能够有效表现农业产出。把农业生产视为一个系统, 农业生产过程中的投入主要包括农用生产资料产品如化肥、农用工程物资产品如农业机械、农业有效灌溉面积和农作物总播种面积等要素^[7]。这些指标的选取可以有效反映 BCC 模型的评价目的, 并且避免投入产出内部指标的强线性关系。本文选取 2009—2020 年山东省滨州市农业产出投入的面板数据, 这些评价指标数据来源于《山东省统计年鉴 2009—2020》, 其指标数据选取结果如表 2 所示。

3 实证分析

利用软件 DEAP2.1 对 2009—2020 年滨州市农业发展投入产出面板数据进行研究, 得出综合效率、纯技术效率、规模效率, 结果如表 3 所示。

3.1 综合效率

综合效率即投入产出效率, 是反映农业资源配置与使用效率等多方面的关键因素, 以每年份作为 1 个决策的单元 DMU。若决策单元 DMU 的综合效率等于 1.00, 则说明该决策单元 DMU 的所有投入和产出要素达到技术效率前沿且技术和规模均有效。反之, 决策单元 DMU 的综合效率 < 1.000 则无效。

由表 3 可知, 滨州市 2009—2020 年农业发展投入

表 2 滨州市农业发展投入产出指标数据

Tab. 2 Input and output index data of agricultural development in Binzhou City

年份	农林牧渔总产值/ 万元	粮食作物总产值/ 万元	农作物总播种面积/ 万 hm ²	农业机械总动力/ 万 kW	农业有效灌溉面积/ 万 hm ²	农业化肥 施用量/t
2009	2 629 490	571 832	60.26	520.26	29.20	215 529
2010	3 004 112	576 518	61.41	546.21	30.63	211 545
2011	3 462 442	658 633	62.75	567.91	31.07	208 380
2012	3 703 619	637 766	61.83	579.50	31.07	211 775
2013	4 095 118	754 412	60.45	591.54	36.15	209 287
2014	4 303 284	801 083	60.27	613.44	37.16	224 541
2015	4 495 838	821 913	60.15	628.28	37.24	234 978
2016	4 858 382	922 229	58.42	421.35	37.59	228 048
2017	4 580 169	742 504	68.54	438.09	37.89	217 562
2018	4 653 881	853 747	69.62	461.65	38.16	198 964
2019	4 543 307	739 972	66.33	479.22	38.16	196 031
2020	4 822 783	868 768	66.16	498.47	38.23	183 402

表 3 2009—2020 年滨州市农业发展投入产出效率分析

Tab. 3 Analysis of input and output efficiency of agricultural development in Binzhou City from 2009 to 2020

年份	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬情况
2009	0.798	1.000	0.798	递增
2010	0.767	0.997	0.77	递增
2011	0.864	1.000	0.864	递增
2012	0.922	1.000	0.922	递增
2013	0.881	1.000	0.881	递增
2014	0.896	0.983	0.912	递增
2015	0.934	0.976	0.957	递增
2016	1.000	1.000	1.000	—
2017	0.946	0.997	0.948	递增
2018	0.974	1.000	0.974	递增
2019	0.938	0.995	0.943	递增
2020	1.000	1.000	1.000	—
平均值	0.910	0.996	0.914	

产出综合效率均值为 0.910，属于弱 DEA 有效，表明滨州市农业发展投入产出效率还有很大的进步空间。2016 年和 2020 年滨州市农业投入产出的综合效率值、纯技术效率值和规模效率值均为 1.000，表明滨州市农业投入产出效率在此期间为 DEA 有效，农业发展综合效率达到最优，规模收益不变，规模发展和农业资源配置水平较高，并且符合实际情况。

2016 年滨州市在农作物总播种面积下降的前提下，却创造出近 12 年的农林渔牧总产值和粮食作物总产值最高水平，这得益于农业现代化建设的大力投入，2016 年全市标准化生产基地面积达到 11.2 万 hm²，“三品一标”总数达到 412 个；在水利设施建设方面，新增“旱能浇、涝能排”高标准农田面积 2.27 万 hm²，有效灌溉面积达到 37.6 万 hm²；在农业机械方面，总动力为 4 21 万 kW，农作物耕种收综合机械化水平为 85.45%。落实农机购置补贴资金 1.51 亿元，补贴农机具 5 994 台（套）；土地深松（耕）整地 10.59 万 hm²，其中补助作业 3.8 万 hm²，落实补助资金 2 280 万元。其

他年份农业投入产出效率处于弱 DEA 有效，而且纯技术效率大于规模效率，表明滨州市农业投入产出效率受规模效率影响较大。

3.2 纯技术效率

纯技术效率反映了各要素投资在最优规模情况下，受到管理和技术等因素所影响的生产效率，若决策单元 *DMU* 的纯技术效率为 1.000，则表明该决策单元的 *DMU* 在现有技术水平上，其投入要素的资源配置是合理有效的。反之，决策单元 *DMU* 的纯技术效率 < 1.000，则说明该决策单元的 *DMU* 投入要素的资源配置是无效的。2009—2020 年滨州市农业投入产出的纯技术效率为 0.996，整体水平较高。由表 3 可知，有 7 个年份的农业投入产出的纯技术效率为 1.000，说明在这 7 个年份滨州市的农业投入要素进行了合理的资源配置，其农业管理水平和农业技术水平较高，投入资源的使用效率较高。其他 5 个年份未达到 DEA 有效，农业投入产出的纯技术效率在 0.970 以上。通过对滨州市农业投入产出的纯技术效率方面的分析发现，滨州市政府应加强农业资源配置和新技术方面的管理^[8]。

3.3 规模效率

规模效率主要衡量由于其规模过大所引起的综合生产效能变化，体现了其实际规模和达到生产前沿面规模之间的差异。如果在某年份的生产规模效率 < 1.000，则说明在目前生产规模过大的前提下，造成综合效率无效的根源在于纯技术效能并不高，所以其发展重心是怎样改善纯技术效能。由表 3 可知，滨州市农业投入产出的规模效率均值在 0.914，到达 DEA 有效的年份仅有 2 个，约占样本数量的 17% 左右，其他年份均为 DEA 无效，且规模效率低于纯技术效率，这说明滨州市农业投入产出效率受到规模效率的影响较大。规模收益均处于递增状态，表明滨州市应合理配置资源加大农业投入，适度扩大农业生产规模。

表 4 2009—2020 年滨州市农业发展投入产出松弛变量值
Tab. 4 Values of input and output slack variables for agricultural development in Binzhou City from 2009 to 2020

年份	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2
2009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2010	0.000	213 735.266	0.000	0.000	0.000	40 865.281
2011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2014	0.000	1 163 904.539	0.000	0.000	142 991.594	39 861.173
2015	0.000	1 769 217.308	0.000	3 113.458	29 213.995	47 914.253
2016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2017	56 787.294	0.000	0.000	0.000	194 698.572	152 804.253
2018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2019	0.000	0.000	0.000	0.000	196 411.970	126 876.876
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

4 问题与建议

4.1 投资冗余与生产管理不足

运用 BCC 模型对 2009—2020 年滨州市农业发展投入产出效率进行评估，结果表明，总体上滨州市农业发展投入产出效果较高，农产品的资源配置与经营管理效益较好，但滨州市农产品投入产出效率对纯技术效益的依赖性较强，在个别年份中仍出现了一定程度的投资冗余与生产管理不足等问题（表 4）。

4.2 建议

（1）加大科技投入，提高农业生产能力。从表 3 和表 4 中可以看出，滨州市农业机械总动力和农业化肥折纯量在个别年份处于溢出状态，导致了对农村要素投资的大量浪费。要素投资浪费不但提高了农业投入的生产成本，而且还会耗费相应的劳动力，农村生产能力并没有根本性的提升。农村科学技术的投资既能够促进对农村要素的投入合理，还可以增加农村生产。应在以下两个方面重点投资：①在农村生产过程中提高科技的运用比例，增强农户的专业技术能力；②根据滨州市地处大平原的自然环境特点，应当增加高新农用机械装备的资金投入。

（2）扩大农业生产规模，提高土地利用效率。通过 BCC 模型运算可知，2009—2020 年滨州市在农作物总播种面积投入方面存在一定程度投入冗余和单位面积产量低的问题。为解决上述问题，实施土地流转，扩大生产规模，提高农作物单位面积产量的有效手段。首先，在农民自愿的前提下，发展农民专业合作社和农业发展协会，实施土地规模化经营生产，是解决滨州市农业规模化生产的重要方式。其次，健全土地流转政策，在保证土地用途不变的前提下，倡导农村土地使用权商品化，并且设置试点区域，对于困难地区应设立专职的土地流转机构，降低土地流转成本，确保全市土地流转的顺利实施。对于具有明显带动农民

收益作用的农业龙头企业、农业示范区和种植养殖基地，在政策上应给予支持，在资金上应给予帮助。同时，大力培育农民专业合作组织，选拔具有高素质和强专业技能的人员担任合作组织领导人，便于滨州市实施农业高效管理，大力推动农业规模化经营。

参考文献

[1] 方荣辉. 新旧动能转换背景下滨州市乡村旅游 SWOT 浅析[J]. 武汉商学院学报, 2019, 33(4): 21-24.
FANG Ronghui. SWOT analysis of rural tourism in Binzhou City in context of kinetic energy transfer[J]. Journal of Wuhan Commercial Service College, 2019, 33(4): 21-24.

[2] 刘庆, 张慧铭, 李波. 中国农业生产函数估计及农业投入产出研究[J]. 统计与决策, 2015(15): 127-130.

[3] 姜宇博, 李金霞, 于洋, 等. 我国农业生产效率影响因素研究综述[J]. 农业科技通讯, 2020(8): 4-5, 8.

[4] 韦代雄. 基于 DEA 模型的农业投入产出分析[J]. 合作经济与科技, 2010(19): 28-29.

[5] 廖静灵. 中国农业全要素生产率的测度与构成分析: 基于 DEA-Malmquist 生产率指数方法[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
LIAO Jingling. Research on growth of agricultural total factor productivity of China base on DEA-Malmquist productivity index[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2016.

[6] 严高剑, 马添翼. 关于 DEA 方法[J]. 科学管理研究, 2005, 23(2): 54-56.
YAN Gaojian, MA Tianyi. On DEA method[J]. Scientific Management Research, 2005, 23(2): 54-56.

[7] 唐晓丽, 王巍, 刘欢. 黑龙江省农业投入产出效率研究[J]. 现代营销(经营版), 2020(1): 54-57.

[8] 唐玉佩, 陈涛, 杨佳怡. 山东省农业社会化服务对农业生产效率的影响: 基于 DEA 模型[J]. 山东农业科学, 2022, 54(2): 159-164.
TANG Yupei, CHEN Tao, YANG Jiayi. Effects of agricultural socialized services on agricultural production efficiency in Shandong province based on DEA model[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2022, 54(2): 159-164.