

# 基于DEA的甘肃省农业资源配置效率研究

刘晓玉, 刘学录

(甘肃农业大学资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 采用数据包络分析(DEA)方法, 对2006—2015年甘肃省域及市域的农业资源配置效率进行了分析。结果表明, 配置效率的阶段性波动特征明显, 随时间的推进而逐步升高并趋向稳定。配置效率的相对有效性总体较高的年份居多, 配置效率针对政策的实施具有相对滞后效应。配置效率在地区间呈现不平衡发展状态。在农业生产投入要素配置中冗余情况仍然存在, 农业资源配置的技术效率与综合效率的变化具有同步性。

**关键词:** 农业资源; 配置效率; 数据包络分析法; 甘肃省

**中图分类号:** F224.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)03-0064-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.019

## DEA Based Research on the Efficiency of Agricultural Resources Allocation in Gansu

LIU Xiaoyu, LIU Xuelu

(College of Resources and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** Data envelopment analysis (DEA) method is adopted, the efficiency of agricultural resources allocation was analyzed in Gansu province and city areas from 2006 to 2015. The results show that the characteristics of the phased fluctuation of the allocation efficiency are obvious, and it gradually increases with the advance of time and tends to be stable. The relative efficiency of the allocation efficiency is generally high, and the allocation efficiency has a relatively lagging effect on the implementation of the policy. The allocation efficiency develops unbalancedly in the region. In the allocation of input factors of agricultural production, redundancy still exists, and the change of technical efficiency of agricultural resource allocation is in synchrony with the change of comprehensive efficiency.

**Key words:** Agricultural resources; Allocation efficiency; Data envelopment analysis; Gansu province

在推进农业供给侧结构性改革和响应“一带一路”倡议的大背景下, 甘肃省农业可持续发展的关

键在于提高农业资源的利用率和产出率, 以实现农业资源的高效配置<sup>[1-2]</sup>。我们将农业资源配置效

收稿日期: 2017-11-03

作者简介: 刘晓玉(1991—), 女, 甘肃金昌人, 硕士, 主要从事农业资源利用方面的研究。联系电话: (0)13519687336。E-mail: 517466425@qq.com。

通信作者: 刘学录(1966—), 男, 甘肃天水人, 教授, 博士, 主要从事草业科学、土地资源管理和景观生态学方面的研究工作。E-mail: liuxl@gsau.edu.cn。

最佳, 单果重最高, 为 235 g; 可溶性固形物质量分数最高, 为 12.4%; 总酸质量分数最低, 为 0.25%; 果实硬度最高, 为 7.4 kg/cm<sup>2</sup>。建议在天水苹果生产中将螯合铁作为防治苹果黄化病的推荐药剂。

### 参考文献:

- [1] 马丽荣, 李红霞, 张国和. 天水市苹果出口基地现状及发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2015(11): 70-73.
- [2] 杨全保. 天水市苹果潜皮蛾的发生及综合防治[J]. 甘肃农业科技, 2017(11): 91-92.
- [3] 徐浩翔, 孟全省. 静宁苹果产业发展现状及对策[J].

甘肃农业科技, 2015(1): 64-66.

- [4] 贾世隆. 陇东苹果生产中存在的问题及可持续发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2002(2): 23-25.
- [5] 李少华, 任继永. “花牛苹果”品牌策划运营策略建议[J]. 商场现代化, 2014(2): 80-81.
- [6] 马美范. 邻菲罗琳比色法测定啤酒中铁含量及试验条件的探讨[J]. 山西食品工业, 1996(4): 37-39.
- [7] 陈柏, 颜敏华, 王学喜, 等. 不同浓度 1-MCP 对黄冠梨褐心病的控制效果[J]. 甘肃农业科技, 2016(5): 16-19.

(本文责编: 郑立龙)

率(Allocation efficiency of agricultural resources)<sup>[3]</sup>的概念定义为不同农业资源要素在一定区域内、不同时间上、各种用途之间的组合分配效率和利用效率。国内外对于农业资源配置效率的研究较多,针对甘肃省的研究主要是从静态时间点的农业投入—产出效率、单一农业投入要素的利用效率、农业技术效率等方面进行<sup>[4-6]</sup>,需在动态时间段的农业全面投入要素配置效率的研究方向上继续深入。我们选择甘肃省近 10 年内省域和各地州市的农业投入要素和产出要素,进行时间和空间的研究,分别计算出综合效率、技术效率与规模效率,并基于结果运用数理统计法计算各农业生产要素的投入冗余值,分析导致农业资源配置效率高下的原因,再根据投影来调整以达到相对最优效率,以总结省域和各地州市的农业资源配置效率特征,为促进甘肃农业的现代化发展提供参考。

### 1 研究区农业生产概况

近年来甘肃农业生产经济形势良好,发展水平持续提高<sup>[7]</sup>。2015 年全省粮食总产量达 1 171.14 万 t,同比增长 1.07%;农业机械总动力 2 684.95 万 kW,增长 5.5%;农村用电量 54.04 亿 kW·h,增长 5.4%;农用化肥施用量 97.92 万 t,增长 0.3%;农村居民人均可支配收入 6 936 元,增长 10.5%;农林牧渔业总产值由 2006 年的 561.4 亿元增长至 2015 年的 1 722.09 亿元<sup>[8]</sup>。

### 2 研究方法

#### 2.1 方法

应用数据包络分析法<sup>[9]</sup>,对甘肃省及其 14 个地州市 10 年内的农业资源配置效率进行实证分析。DEA 主要通过设有  $n$  个决策单元,都有  $m$  种投入和  $s$  种产出,  $x_j=(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$  为  $DMU_j$  的输入,  $y_j=(y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T$  为  $DMU_j$  的输出,  $S^-$  是与投入相对应的松弛变量组成的向量,  $S^+$  是与产出相对应的剩余变量组成的向量,  $e^T=(1, 1, \dots, 1) \in R_M$ ,  $e^T=(1, 1, \dots, 1) \in R_S$ ,  $\lambda_j$  表示第  $j$  个决策单元的权值,来考虑具有非阿基米德无穷小的模型,不作任何限制时,表示固定规模报酬,即 CCR 模型。附加限制条件  $\{\lambda_j=1\}$  时,表变动规模报酬,即 BCC 模型。运用的结果计算软件为 DEAP。

CCR 模型主要用来计算综合效率<sup>[10]</sup>,一般式为:

$$\min[\theta - \varepsilon(\hat{e}^T s^- + \ell^T s^+)]$$

$$S.T. \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0, \\ s^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-)^T \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_0, \\ s^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_s^+)^T \\ \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n, \\ s^-, s^+ \geq 0 \end{cases} \quad \text{①}$$

BCC 模型主要用来计算规模效率和技术效率,一般式为:

$$\min[\delta - \varepsilon(\hat{e}^T s^- + \ell^T s^+)]$$

$$S.T. \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0, \\ s^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-)^T \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_0, \\ s^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_s^+)^T \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n, \\ s^-, s^+ \geq 0 \end{cases} \quad \text{②}$$

#### 2.2 评价指标的选取

投入指标考虑了自然和经济因素<sup>[11]</sup>,有 10 项<sup>[12]</sup>,即年平均气温(°C)X1、年平均降水量(mm)X2、日照量(h)X3、耕地面积(千hm<sup>2</sup>)X4、灌溉面积(千hm<sup>2</sup>)X5、农业化肥使用量(万吨)X6、农林牧渔业从业人员数(万人)X7、农业机械总动力(万kW)X8、农业用电量(亿kW·h)X9、农业固定资产投资(亿元)X10;产出指标考虑了社会、生态和经济效益,有 4 项<sup>[13]</sup>:农林牧渔业总产值(亿元)Y1、森林覆盖率(%)Y2、粮食总产量(万吨)Y3、农村居民家庭恩格尔系数(%)Y4。指标数据主要来源于《甘肃省统计年鉴》及《甘肃国民经济与社会发展统计公报》。

#### 2.3 评价效率的界定

主要通过综合效率、技术效率、规模效率来评价决策单元的有效性<sup>[14]</sup>。通过投入冗余值来评价决策单元各项投入要素的浪费情况,通过投入与生产前沿面的差值率来评价决策单元各项投入要素与最佳生产前沿面的距离。

### 3 结果与分析

#### 3.1 综合效率、技术效率和规模效率

运用 DEAP 软件得出 2006—2015 年甘肃农业资源配置的综合效率、技术效率和规模效率的测算结果(表1)。将甘肃 10 年内的农业资源配置效

率的综合效率有效性划分为相对有效和相对无效 2 个层次<sup>[3]</sup>。第 1 个层次 DEA 相对有效, 综合效率、技术效率和规模效率均为 1, 为 2006、2009、2010、2012、2014、2015 年 6 个年份, 即这些年份甘肃农业生产的投入要素相对合理, 不存在投入过量和不足的问题, 配置达到了相对最优; 第 2 层次 DEA 相对无效, 综合效率小于 1, 技术效率或者规模效率中也存在小于 1 的情况, 有 2007、2008、2011、2013 年 4 个年份, 这些年份在一定程度上存在农业投入结构不合理的问题。

DEA 相对有效的 6 个年份的技术效率均为 1, 可知这些年份通过对农业生产技术的高效利用而达到了产出的最优化; DEA 相对无效的 4 个年份中, 2007 年和 2008 年的技术效率都小于 1, 说明这两年的农业科技在农业生产中的应用未达到有效利用, 2011 年和 2013 年的技术效率为 1, 说明科技的利用率达到了较高水平。

DEA 相对有效的 6 个年份的规模效率均为 1, 并且规模报酬处于不变的阶段, 可知这些年份的农业生产规模具有有效性, 投入结构已达到最优; 非 DEA 有效的 4 个年份里, 2007 年处于规模报酬递减阶段, 说明其农业生产总值增加的比例小于各种农业投入要素增加的比例, 要提高产出, 只能依靠提高农业生产的技术效率, 加大农业投入要素是没有效果的; 而 2008、2011、2013 年的规模报酬属于递增阶段, 说明这 3 年农业生产总值增加的比例大于各种农业投入要素增加的比例, 农业生产存在集约效应, 持续加大农业投入则可获得规模报酬效应。

表 1 2006—2015 年甘肃农业资源配置综合效率

年份/年	综合效率	技术效率	规模效率
2006	1.000	1.000	1.000
2007	0.991	0.993	0.998
2008	0.989	0.998	0.989
2009	1.000	1.000	1.000
2010	1.000	1.000	1.000
2011	0.992	1.000	0.992
2012	1.000	1.000	1.000
2013	0.997	1.000	0.997
2014	1.000	1.000	1.000
2015	1.000	1.000	1.000

### 3.2 投入冗余值

运用 DEAP 软件计算出 2006—2015 年甘肃农

业资源配置各投入要素的投入冗余值测算结果(表 2)。可以看出, 甘肃省 2007 年、2008 年、2011 年和 2013 年的农业投入存在着不同程度的冗余, 具体冗余情况由冗余值的大小可以判断。说明甘肃省农业资源配置仍然受到农业科技利用效率低、农业从业人员严重冗余和农业耕地资源利用率低下的制约。同时可看出, 冗余值的整体走势趋向越来越小, 说明农业资源的投入逐渐走向科学合理的高效配置。

表 2 综合效率相对无效年份的投入冗余值

投入因子	投入冗余值			
	2007年	2008年	2011年	2013年
X1	-0.17	-0.10	-0.11	-0.03
X2	-5.99	-4.34	-6.12	-1.37
X3	-3.02	-2.86	-2.93	-3.43
X4	-14.58	-38.65	-23.57	-10.96
X5	-3.30	-11.80	-0.38	-1.36
X6	-10.21	-2.46	-5.11	-2.68
X7	-12.96	-8.26	-7.14	-8.00
X8	-70.88	-13.67	-55.16	-18.59
X9	-1.28	-0.22	-0.21	-0.25
X10	-7.76	-0.54	-7.47	-1.67

### 3.3 综合效率相对无效年份的投影

运用 DEAP 软件和数理法计算出, 2006—2015 年甘肃农业资源配置综合效率相对无效的 4 个年份的投入与生产前沿面差值率(表 3)。通过表 3 可以看出, 差值率相对较大的年份为 2007 年和 2011 年, 差值率相对较高的投入为农业自然资源、农业科技和农业经济投入。要达到最佳配置还需要进一步加大对这些农业要素投入结构的调整, 不能仅追求投入量的加大, 更要注重投入质的提升和结构的改善。从动态角度来看, 甘肃省农业投入要素的差值率趋势为降低, 说明农业投入结

表 3 投影计算综合效率相对无效年份的投入与生产前沿面差值率

投入因子	(差值/原始数值)/%			
	2007年	2008年	2011年	2013年
X1	2.01	1.12	1.01	0.85
X2	1.56	1.31	1.03	0.33
X3	0.32	1.04	0.32	0.13
X4	4.26	2.13	1.69	1.31
X5	0.32	1.12	0.04	0.12
X6	3.88	2.27	1.76	0.87
X7	1.46	0.93	0.80	0.87
X8	5.04	2.66	3.03	0.86
X9	4.45	3.21	0.80	0.88
X10	4.53	3.07	1.28	0.85

构与农业生产结构都有所合理调整,并达到了较好效果,可继续加大对配置效率相对较低的投入要素的调整力度。

#### 4 小结与讨论

通过运用数据包络分析法,对甘肃省近10年内的农业资源配置效率进行分析,认为配置效率呈现时间阶段性的波动状态。这是因为甘肃自身条件限制无法快速吻合农业发展的需求,反而会呈现不规则的波动阶段来适应。当农业发展到一定规模时,却又因生态环境恶化和资源不协调等问题——浮现<sup>[15]</sup>,同时农业资源的配置具有相对滞后效应,从而制约了前进步伐。这需要坚持对农业资金的投入力度,建立多元化投资体系,完善农产品补贴政策,同时还要提高农业抗风险能力,扩大政策性农业保险范围。配置效率随时间的推进而逐步提高并趋向稳定。在这10年间,甘肃省的农业发展由粗放式向集约式的转变迈上了更高的台阶,农业资源的开发利用和投入结构逐渐趋向合理化,未来应大力保护水土资源,坚持推进生态农业建设。配置效率的相对有效性总体较高的年份居多,说明配置效率向着高效、高质、稳定的方向不断发展。配置效率针对政策的实施具有相对滞后效应。这说明国家一系列扶持政策的实施促进了甘肃农业科技的积极推广,农业基础设施条件改善,而这些投入都无法立刻取得回报,对于农业资源的配置效应来说具有滞后性。

同时,配置效率在地区间呈现不平衡发展状态,各地州市的农业资源配置效率均有所波动且差异较大,地域分布很不均匀。这要求政府积极引导产业规划,加大对优势产业的扶持力度,各地州市应突出特色农业生产基地建设。将各地州市在2006—2015年的农业资源配置效率划分为3类,即配置效率最优类,为酒泉市,处于最优效率和最恰当的生产规模状态下;配置效率次优类,包括兰州、嘉峪关、金昌、天水、武威、张掖、平凉、庆阳、陇南、临夏、甘南等地,短期内对农业投入产出要素稍作调整,将很大可能达到最优效率和规模;配置效率较差类,包括白银和定西市,其配置效率低主要是由于技术效率、规模效率低引起的。

农业生产投入要素配置中的冗余情况仍然存在,劳动力、科技、耕地和资金要素冗余严重,需要加大农村剩余劳动力的转移,健全劳动力市

场,提高科技对农业发展的支撑力度,合理调整农业投入结构和农业产业结构。

甘肃省市域农业资源综合效率和技术效率两者的变化具有同步性,反映出甘肃农业经济增长方式集约化转变趋势明显,同时也表明绝大多数地区农业发展表现出规模收益递减趋势。单纯农业生产规模的扩大,会降低农业生产综合效率,应注重农业生产方式向集约型转变。

#### 参考文献:

- [1] 尚明瑞. 资源环境约束条件下甘肃农业与农村经济可持续发展问题研究[J]. 生态经济(学术版), 2008, 15(1): 200-203.
- [2] 封志明, 李飞, 刘爱民. 农业资源高效利用优化模式与技术集成[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [3] 李建亮. 基于DEA新疆农业资源配置效率的实证分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2008.
- [4] 金梅. 基于DEA模型的甘肃农业生产效率研究[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2013, 41(5): 94-98.
- [5] 王秋红, 耿小娟. 甘肃省主要农业资源的利用效率分析[J]. 甘肃科技纵横, 2009, 38(3): 56-56.
- [6] 马或崧, 戴永安. 甘肃省农业技术效率区域差异分析[J]. 技术经济, 2010, 29(3): 51-53.
- [7] 何明辉. 甘肃发展农业循环经济探析[D]. 兰州: 兰州大学, 2013.
- [8] 贾晓栋. 人力资本投入和物质资本投入对农业总产出的实证分析—以甘肃省为例[J]. 新西部, 2011, 17(5): 12-13.
- [9] BANKER R, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984, 21(30): 1078-1092.
- [10] COOPER W W, TONE K. Measures of inefficiency in data envelopment analysis and stochastic frontier estimation[J]. European Journal of Operational Research, 1997, 18(2): 72-78.
- [11] 梁学庆, 张芳, 黄志凌. 市场经济条件下的农业资源配置机制[J]. 农业经济问题, 2001(10): 24-27.
- [12] 莫剑芳, 叶世漪. 基于DEA的资源配置状况分析[J]. 运筹与管理, 2002, 28(2): 26-29.
- [13] 徐琼. 基于DEA模型的技术效率实证分析—浙江省地区农业效率差异分析[J]. 宁波大学学报(理工版), 2005, 17(2): 45-49.
- [14] 冯俊文. C2R和C2GS2模型的DEA有效性问题[J]. 系统工程与电子技术, 1994, 32(5): 32-38.
- [15] 杨元萍, 何国长. 甘肃循环农业产业化发展的SWOT分析与战略对策研究[J]. 社科纵横, 2014, 13(1): 67-71.

(本文责编: 陈伟)