

# 基于 DEA 模型的陕西省粮食生产效率评价及影响因素研究

尚 丽

(陕西服装工程学院经济管理学院, 陕西 咸阳 712046)

**摘 要:**为提升陕西省粮食生产效率,收集 2000~2016 年相关数据,构建指标体系,运用数据包络模型测算陕西省粮食生产效率。并在此基础上,运用 SPSS 软件进行多元线性回归分析影响陕西省粮食生产的主要因素。结果表明:2000~2016 年陕西省粮食生产的技术效率为 0.986 2,仍有提升空间;其中粮食种植面积、农业生产化肥施用折纯量、农业机械总动力与粮食生产技术呈正相关,粮食生产劳动力与粮食生产效率呈负相关。因此,应扩大粮食种植面积、提升粮食生产劳动效率、合理控制化肥的投入量、增加粮食生产农业机械拥有量、加大粮食生产技术投入力度、改善农业生产条件、推动粮食生产规模化,以提升陕西省粮食生产效率。

**关键词:**粮食生产效率;技术效率;DEA 分析;多元线性回归;陕西省

中图分类号:F326.11;F224

文献标识码:A

文章编号:1003-8701(2018)05-0047-08

## Studies on Evaluation of Grain Production Efficiency and Influencing Factors in Shaanxi Province Based on DEA Model

SHANG Li

(School of Economics and Management, Shaanxi Fashion Engineering University, Xiayang 712046, China)

**Abstract:**To improve the grain production efficiency in Shaanxi Province, relevant data from 2000 to 2016 were collected and a index system constructed. The grain production efficiency in Shaanxi Province was calculated by data envelopment model. On this basis, main factors that affected grain production in Shaanxi Province were analyzed by SPSS software to conduct multiple linear regression. The results showed that the technical efficiency of grain production in Shaanxi Province from 2000 to 2016 was 0.986 2, and there was still room for improvement. The grain acreage, the amount of pure fertilizers used in agricultural production and the total power of agricultural machinery were positively correlated with the grain production technology. The grain production labor force was negatively correlated with the grain production efficiency. Therefore, we should enlarge the area of grain planting, improve the labor efficiency of grain production, control reasonably of the input of chemical fertilizer, increase the quantity of agricultural machinery in grain production, increase investment in grain production technology, improve the conditions of agricultural production, promote large-scale food production so as to enhance the grain production efficiency in Shaanxi Province.

**Key words:** Grain production efficiency; Technical efficiency; DEA analysis; Multiple linear regression; Shaanxi Province

纵观国内外研究文献,绝大多数学者已将粮食生产效率研究作为研究的重点,并通过对粮食生产效率的评价进而分析粮食生产效率的变化。通过归纳整理发现,当前的研究主要集中在以下几个领域:粮食生产效率的概念界定、粮食生产

效率测算方法选择、粮食生产效率评价指标体系构建、粮食种植品种、粮食生产效率的影响因素等方面。李宗建运用道格拉斯生产函数对小麦、稻谷、玉米的生产技术进行分析,研究表明:提高粮食安全保障需要先进的生产技术作为后盾<sup>[1]</sup>。常春水等采用随机前沿生产函数测算吉林省的粮食生产技术效率,结果表明:吉林省粮食生产效率处于较低水平,尚需提升<sup>[2]</sup>。郎新婷从成本收益、单要素生产率和技术效率及全要素生产率三

收稿日期:2018-04-26

基金项目:陕西服装工程学院科研项目(2018KYR22)

作者简介:尚 丽(1988-),女,讲师,硕士,研究方向:企业管理。

个部分展开研究,研究表明:影响粮食产量的重要因素为纯技术效率,因此应致力于纯技术效率的提升,进而提升新疆粮食产量<sup>[3]</sup>。洪名勇等运用空间回归模型全面分析了粮食单产水平和劳动生产效率之间的相关性,以期找出影响我国粮食生产的主要因素<sup>[4]</sup>。综上所述,现有文献虽已从省域这一中观层面为研究对象进行研究,但大多选取粮食主产地区湖北、吉林、新疆等为研究重点,而以陕西省作为重点研究的文献少之又少。

陕西省作为我国粮食生产大省,虽然粮食产量逐年增加,但粮食生产投入产出效率增加趋势并不明显,因此基于DEA(数据包络模型)研究陕西省粮食生产效率变化,并运用多元回归模型分析影响粮食生产效率的主要因素,为陕西省未来粮食生产和效率发展方向及粮食相关政策提供理论支持和技术支持。本文中的粮食主要包括谷物(稻谷、小麦、玉米)及薯类和豆类作物。

## 1 陕西省粮食生产现状分析

### 1.1 陕西粮食生产条件

#### 1.1.1 陕西粮食生产的自然条件

陕西省地处我国西部,地理位置介于东经 $105^{\circ}29'$ ~ $111^{\circ}15'$ ,北纬 $31^{\circ}42'$ ~ $39^{\circ}35'$ 之间,全省分为3个自然区域:陕北、关中、陕南。陕北属于温带半干旱地区,年均气温较低,降雨量偏少;关中属于暖温带半湿润地区,气候适宜,四季分明;陕南属于亚热带地区,年均气温较高,常年湿润。从整体来看,全省干旱少雨,水资源缺乏。秦岭以南秦巴山地水资源丰富,关中地区水资源缺乏,陕北地区水资源严重匮乏。同时,由于复杂地形的影响,陕西省南北气候差异明显,降水时空分布差异较大。同时,陕西省是我国首批低碳示范省区,以生态环境建设为重点,大量退耕还林政策的实施,导致粮食种植面积逐年下降,这些因素都限制了陕西省粮食产量的增长<sup>[5]</sup>。

#### 1.1.2 陕西粮食生产的社会条件

陕西省占据区位优势,东邻山西、河南,西连宁夏、甘肃,南抵四川、重庆、湖北,北接内蒙古,省域间距离相对较近,运输成本较低,因此可以保证粮食正常生产和供给。2008年至今,粮食产量实现持续增长,由1 111万吨增长到1 228.3万吨,年均增长0.84%。由图1也可以看出,陕西粮食人均产量2008~2012年持续增长,2012年达到高峰值332公斤/人,2012~2014年又出现下降趋势,整体波动较明显;2014~2016年相比2008

年增长幅度较大,基本实现粮食生产与需求间的平衡。为进一步提升陕西省粮食生产效率,政府应采取一系列措施,加大土地灌溉面积、增加农业机械购买量,同时注重对农业科技人才的培养,这些都为陕西省粮食生产奠定了较好的社会条件。

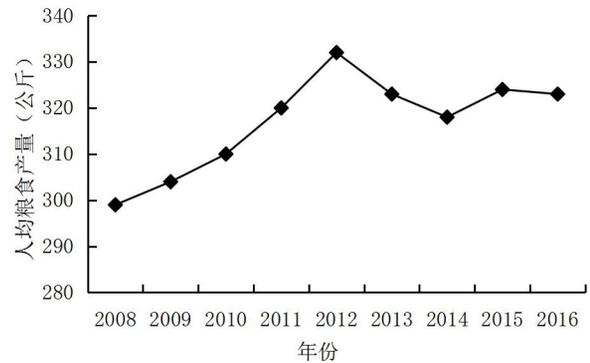


图1 陕西省历年人均粮食产量变化趋势图

### 1.2 陕西主要粮食生产状况

从表1可见,陕西省的粮食全年总产量从2004年开始稳步增长,到2012年高达1 245.1万吨,创下历史新高,年均增长率为0.83%。同时粮食公顷产量也在逐年增长,年均增长2.19%。但纵观十年多陕西省的粮食种植面积却呈现下降趋势,由2000年的3 821.5千公顷下降到如今的3 068.7千公顷,主要是因为陕西省地处我国西部,是生态环

表1 陕西省历年粮食产量变化趋势

年份	面积(千公顷)	产量(万吨)	公顷产量(公斤)
2000年	3 821.5	1 089.1	126.7
2001年	3 517.6	976.6	123.4
2002年	3 397.2	1 005.6	131.5
2003年	3 122.8	968.4	137.8
2004年	3 134.1	1 040.0	147.5
2005年	3 263.9	1 043.0	142.0
2006年	3 295.0	1 042.0	150.3
2007年	3 099.8	1 068.0	153.1
2008年	3 126.0	1 111.0	157.9
2009年	3 134.0	1 131.4	160.5
2010年	3 159.7	1 164.9	163.9
2011年	3 134.9	1 194.7	169.4
2012年	3 127.5	1 245.1	176.9
2013年	3 105.1	1 215.8	174.0
2014年	3 076.5	1 197.8	173.1
2015年	3 073.5	1 226.7	177.4
2016年	3 068.7	1 228.3	177.9

注:表格中数据来源于历年《中国统计年鉴》

境建设的重要地区,也是国家首批低碳示范省区,所以退耕还林政策的相继出台,使得陕西省粮食种植面积大大减少,而非粮食的种植面积却在逐年增加,尤其是苹果的种植,国家给予果户各种补贴优惠政策,鼓励果农大量种植苹果,从而使得粮食的种植面积逐年下降,年均下降1.31%,粮食生产的下降和日益增长的粮食需求使陕西省粮食安全受到巨大挑战。

### 1.2.1 陕西主要粮食播种面积及变化

从表2可见,陕西省粮食播种总面积呈下降趋势,主要粮食稻谷、小麦、豆类、薯类种植面积呈下降趋势,玉米播种面积呈上升趋势。从整体看,粮食总播种面积从2000年的3 821.5千公顷下

降到2016年的3 068.7千公顷,年均下降1.31%。稻谷的播种面积从2000年的144.8千公顷下降到2016年的122.7千公顷,年均下降0.8%;小麦的播种面积从2000年的1 537.2千公顷下降到2016年的1 082.6千公顷,年均下降2.1%;豆类的播种面积从2000年的395.3千公顷下降到2016年的188.4千公顷,年均下降3.66%;薯类的播种面积从2000年的410.5千公顷下降到2016年的331.6千公顷,年均下降0.77%;玉米的播种面积从2000年的1 057千公顷上升到2016年的1 150.2千公顷,年均增长0.59%。可见,薯类种植面积的下降低,而豆类下降率最高,小麦和稻谷处于中间;玉米播种面积虽然有所波动,但整体呈增长趋势。

表2 陕西主要粮食播种总面积

千公顷

年份	粮食作物面积	稻谷	小麦	玉米	豆类	薯类
2000	3 821.5	144.8	1 537.2	1 057.0	395.3	410.5
2001	3 517.6	140.8	1 424.2	1 005.1	359.8	291.1
2002	3 397.2	130.5	1 356.7	999.9	357.3	351.7
2003	3 122.8	139.5	1 233.3	948.3	379.9	304.7
2004	3 134.1	145.8	1 152.7	1 047.4	370.4	300.8
2005	3 263.9	147.1	1 211.5	1 097.1	382.3	313.7
2006	3 295.0	146.5	1 204.5	1 121.8	381.3	328.3
2007	3 099.8	115.3	1 144.6	1 154.0	213.9	302.5
2008	3 126.0	124.6	1 140.0	1 157.6	228.9	304.3
2009	3 134.0	125.3	1 146.0	1 164.0	227.3	307.9
2010	3 159.7	121.6	1 148.9	1 182.4	224.0	325.1
2011	3 134.9	120.9	1 136.7	1 177.8	225.3	327.1
2012	3 127.5	123.3	1 127.6	1 167.4	223.4	317.0
2013	3 105.1	123.7	1 094.8	1 166.2	211.3	335.8
2014	3 076.5	123.4	1 082.9	1 153.7	189.4	332.4
2015	3 073.5	122.8	1 085.6	1 151.7	187.8	332.2
2016	3 068.7	122.7	1 082.6	1 150.2	188.4	331.6

### 1.2.2 陕西主要粮食产量及变化

由表3可知,陕西省粮食总产量整体呈上升趋势,稻谷、小麦、玉米、豆类、薯类产量整体均呈上升趋势;粮食总产量由2000年的1 089.1万吨增长到2016年的1 228.3万吨,年均增长0.84%,其中稻谷产量稳步增长,年均增长0.11%;小麦总产量2015年产量高达458.1万吨,年均增长0.59%;玉米总产量由2000年的413.7万吨增长到2016年的545.4万吨,年均增长1.99%;豆类总产量2008年达到峰值50万吨,年均增长1.23%;薯类总产量2000~2004年比较稳定,2004~2006年波动明

显,2006以后逐年增长,整体增长态势明显,年均增长2.43%。豆类、薯类、玉米的增长速度大于稻谷和小麦的增长速度。

此外,由表3可以将陕西主要粮食产量变化趋势划分为三个阶段:第一阶段:2000~2007年,主要粮食产量波动较小;第二阶段:2007~2012年,主要粮食产量持续增长,增长幅度明显;第三阶段:2012~2016年:粮食、玉米、小麦产量出现小幅度波动,薯类产量缓慢增长,豆类产量呈现稍降趋势。

表3 陕西省主要粮食产量

万吨

年份	粮食	稻谷	小麦	玉米	豆类	薯类
2000	1 089.1	94.7	418.6	413.7	31.0	96.1
2001	976.6	92.1	406.4	352.8	28.7	82.0
2002	1 005.6	80.3	405.3	374.5	30.7	87.5
2003	968.4	75.5	395.5	373.2	24.6	80.5
2004	1 040.0	87.0	410.3	407.0	38.8	83.2
2005	1 043.0	89.2	401.2	459.7	37.1	42.0
2006	1 087.0	86.3	415.7	443.5	48.0	80.1
2007	1 067.9	73.0	359.1	493.9	47.1	73.2
2008	1 111.0	83.1	391.5	483.6	50.0	82.0
2009	1 131.4	82.5	383.1	526.1	46.5	72.0
2010	1 164.9	81.0	403.8	532.2	45.0	77.8
2011	1 194.7	84.5	410.9	550.7	44.6	80.3
2012	1 245.1	87.4	435.5	556.9	43.1	82.5
2013	1 215.8	91.0	389.8	586.7	32.8	86.8
2014	1 197.8	90.9	417.2	539.6	28.1	89.8
2015	1 222.6	91.9	458.1	543.1	21.2	85.7
2016	1 228.3	91.9	445.0	545.4	27.6	86.5

注:表格中数据来源于历年《中国统计年鉴》

## 2 粮食生产效率测算模型构建与数据来源

### 2.1 模型选择

在实践中采取不同的方法对生产效率进行评价,主要有层次分析法、德尔菲法、比率分析法、聚类分析法、模糊综合评价法。这几种方法都有自己独特的适用范围,能够用来综合评价多产出多输入问题,但在评价过程中主观性太强,如层次分析法在构建判断矩阵时需要多名专家进行打分、德尔菲法评价过程中仍然需要多次反馈不同专家的意见,过强的主观性,使得评价结果具有一定的局限性。本文选用DEA模型,从投入和产出两个角度构建评价指标体系及综合评价模型,定量测算陕西省粮食生产综合效率、技术效率和规模效率。

DEA是研究运筹学和生产边界的一种定量方法,由著名的运筹学家A.Charnes,W.W.Cooper和E.Rhodes于1978年首次提出这一方法,主要用于分析具有多投入多产出决策单元相对效率的非参数方法,评价过程中无需对数据进行无量纲化处理,因此用来评价生产效率具有绝对优势。

BCC模型属于DEA模型的一种,考虑规模收益。该模型假设第*i*个决策单元(DMU)通过*x*种投入可以获得*y*种产出,具体模型如下:

$$\begin{cases} \min(\theta, w) \theta^i \\ s.t \sum_{i=1}^i w_i x_{n,i} \leq \theta^i x_{n,i} (n = 1, 2, 3, \dots, N) \\ y_{m,i} \leq \sum_{i=1}^i w_i x_{n,i} (m = 1, 2, 3, \dots, M) \\ w_i \geq 0 (i = 1, 2, 3, \dots) \\ \sum_{i=1}^i w_k = 1 \end{cases}$$

其中,  $\min$  表示最小值,  $w$  表示权重,  $w_i$  表示第  $n$  种投入和第  $m$  种产出的权重系数,  $x_{n,i}$  表示第  $i$  个决策单元的第  $n$  种投入指标,  $y_{m,i}$  表示第  $i$  个决策单元的第  $m$  种产出指标,  $\theta$  为评价有效系数,  $\theta = 1$ , 则决策单元为DEA有效,即保持决策单元输出不变,其任一指标的投入均不能减少;评价有效系数  $\theta < 1$ , 决策单元非DEA有效,即保持该决策单元输出不变,其输入可以按照效率比例减少。通过上述公式测算可得纯技术效率  $vrste$ , 即当规模报酬不变时决策单元与生产前沿面之间的距离,  $vrste > 1$  表示效率提高,  $vrste < 1$  表示效率下降; 规模效率(scale) = 技术效率( $crste$ ) / 纯技术效率( $vrste$ )。技术效率表示技术的先进水平, 当  $crste > 1$  表示技术处于进步水平, 当  $crste < 1$  表示技术水平正在逐渐下降。规模效率(scale)代表规模报酬不变的生产前沿面与规模报酬可变的生 产前沿面之间的距离,  $scale > 1$  表示第  $t+1$  期相对于第  $t$

期而言,逐渐向长期最佳规模逼近,  $scale < 1$  表示距离规模报酬越来越远<sup>[6]</sup>。

### 2.2 指标选择及数据来源

本文收集 2000 ~ 2016 年陕西省粮食生产数据,主要依据历年《中国统计年鉴》、历年《陕西统计年鉴》及各统计网站和统计局资料,并对收集到的资料进行分析整理(表 4)。确定 1 个产出指标:粮食产量;4 个投入指标:代表土地投入的粮食播种总面积,代表劳动力投入的粮食生产劳动力,代表资本投入的农业机械总动力和粮食生产化肥施用折纯量。由于统计年鉴中没有单独的粮食生产数据,因此本文借鉴相关文献的数据处理

方法,引用以下公式对数据进行处理<sup>[7]</sup>:

$$\text{粮食生产劳动力} = \frac{\text{农林牧渔从业人员} \times \text{农业产值}}{\text{农林牧渔业总产值}} \times \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{粮食生产农机总动力} = \frac{\text{农业机械总动力} \times \text{粮食播种面积}}{\text{农作物总播种面积}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{粮食生产化肥折纯量} = \frac{\text{农业生产化肥施用折纯量} \times \text{粮食播种面积}}{\text{农作物总播种面积}}$$

表 4 各指标原始数值

年份	粮食播种面积 (千公顷)	粮食生产 劳动力(万人)	粮食生产化肥施用 折纯量(万吨)	粮食生产农业机械 总动力(万千瓦)	粮食产量 (万吨)
2000	3 821.5	592.8	110.1	874.9	1 089.1
2001	3 517.6	564.2	106.5	893.1	976.6
2002	3 397.2	558.5	106.7	943.9	1 005.6
2003	3 122.8	475.9	109.9	991.8	968.4
2004	3 134.1	464.8	109.4	999.1	1 040.0
2005	3 263.9	477.2	114.4	1092.4	1 043.0
2006	3 295.0	477.7	116.1	1 156.7	1 087.0
2007	3 099.8	445.1	121.7	1 207.9	1 067.9
2008	3 126.0	411.0	124.5	1 283.1	1 111.0
2009	3 134.0	405.4	136.8	1 382.9	1 131.4
2010	3 159.7	426.7	148.6	1 509.8	1 164.9
2011	3 134.9	407.5	155.4	1 636.7	1 194.7
2012	3 127.5	386.0	177.0	1 734.2	1 245.1
2013	3 105.1	379.2	175.8	1 784.0	1 215.8
2014	3 076.5	385.4	166.2	1 842.2	1 197.8
2015	3 073.5	384.4	166.4	1 913.4	1 222.6
2016	3 068.7	383.4	167.3	1 558.4	1 228.3
2012	3 127.5	386.0	177.0	1 734.2	1 245.1

注:数据来源:收集 2000 ~ 2017 年《中国统计年鉴》相关数据,而后依据公式 1,2,3 测算所得

$$\dots\dots\dots(3)$$

### 2.3 数据测算

基于 BCC 模型并利用 win-deap 软件得出结果,测算结果见表 5。

## 3 结果与分析

### 3.1 陕西省粮食生产效率分析

由测算结果(表 5)可见,陕西省 2000、2001、2008、2009、2010、2013、2016 年粮食生产的规模报

酬不变,说明粮食生产规模和粮食产量成比例增加;2002 ~ 2007 年的粮食生产规模报酬递增,说明粮食产量的增加比例大于粮食生产规模的扩大比例。2011、2012 年的粮食生产规模报酬递减,说明粮食产量的增加比例小于粮食生产规模的扩大比例,历年规模报酬平均值为 0.990 8,整体并未达到理想水平,因此陕西省应致力于实现粮食生产规模与产量间的协调,加大粮食生产技术的投入力度,培养专业的粮食生产人才,同时调整粮食种植面积等,以实现粮食生产规模报酬递

表5 陕西省历年粮食生产率的DEA测算结果

年份	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬状态	
2000	1.000 0	1.000 0	1.000 0	—	不变
2001	1.000 0	1.000 0	1.000 0	—	不变
2002	0.954 0	1.000 0	0.955 0	irs	递增
2003	0.978 0	1.000 0	0.978 0	irs	递增
2004	0.974 0	1.000 0	0.974 0	irs	递增
2005	0.989 0	1.000 0	0.989 0	irs	递增
2006	0.983 0	0.994 0	0.990 0	irs	递增
2007	0.967 0	0.984 0	0.982 0	irs	递增
2008	1.000 0	1.000 0	1.000 0	—	不变
2009	1.000 0	1.000 0	1.000 0	—	不变
2010	0.968 0	0.968 0	1.000 0	—	不变
2011	0.976 0	0.977 0	0.998 0	drs	递减
2012	0.997 0	1.000 0	0.997 0	drs	递减
2013	1.000 0	1.000 0	1.000 0	—	不变
2014	0.989 0	0.999 0	0.990 0	irs	递增
2015	0.990 0	0.999 0	0.990 0	irs	递增
2016	1.000 0	1.000 0	1.000 0	—	不变
平均值	0.986 2	0.995 4	0.990 8		

增。

纯技术效率表示规模报酬不变的情况下,陕西省历年粮食生产与生产前沿面的距离,2006、2007、2010、2011、2014、2015年的纯技术效率均小于1,表示这6年的粮食生产效率趋于下降趋势,而其余年份纯技术效率均等于1,说明这几年陕西省粮食生产效率处于稳定水平。

技术效率即综合效率,指陕西省粮食生产的技术水平,其中2000、2001、2008、2009、2013、2016年的技术效率为1,表示粮食生产技术水平趋于

稳定,而绝大多数年份技术效率都小于1,说明陕西省粮食生产技术滞后,而技术的先进水平对提高粮食生产效率至关重要。综上所述,陕西省粮食生产效率未达到理想水平,尤其是粮食生产技术仍待提高。

表6为数据测算冗余结果,产出冗余数值表示产出少了多少,投入冗余数值表示投入多了多少,由陕西省历年的投入产出冗余平均值可见,产出少9.130 0万吨,而投入指标粮食生产化肥施用折纯量投入过多,即资本投入力度过大,这是

表6 DEA测算产出、投入冗余数据均值

指标	粮食产量 (万吨)	粮食播种面积 (千公顷)	粮食生产 劳动力(万人)	粮食生产化肥施用 折纯量(万吨)	粮食生产农业机械 总动力(万千瓦)
冗余数值	9.130 0	0.000 0	0.628 0	48.034 0	1.740 0

导致陕西省粮食生产效率下降的重要原因。

### 3.2 生产效率的影响因素分析

影响粮食生产效率的指标主要分为投入指标和产出指标,效率为产出与投入的比值,以投入最小产出最大为理想状态。影响投入的主要因素包括劳动、资本、土地,生产要素的合理投入才能保证效率的稳步提升。从数据测算结果分析得知,2003年的技术效率处于历年较低水平,为0.978 0,OE非有效,而根据原始指标数据也可

以看出2003年的粮食产量为968.4万吨,处于各年最低值,2002年技术效率为0.9540,处于各年最低值,同时2002年的粮食产量为1 005.6万吨,相对其他年份产量较低,排名处于倒数第三,可见粮食生产技术效率是影响粮食产量的重要指标。各指标间具体的相关性,本文通过建立多元线性回归模型,利用spss软件具体分析各因素的影响权重,具体模型如下:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + \varepsilon \dots\dots(4)$$

其中 $y$ 代表产出指标,即粮食产量, $a$ 为常数

项,  $x_1$  为粮食播种面积,  $x_2$  为粮食生产劳动力,  $x_3$  为粮食生产化肥施用折纯量,  $x_4$  为粮食生产农业机械总动力,  $\varepsilon$  为随机干扰项<sup>[3]</sup>。利用 SPSS 软件得

到以下结果(见表7)。

从表7可见,调整R方为0.935,几乎可以解释93.5%的变量,说明回归方程的拟合度较高,进行

表7 模型汇总

R	R方	调整R方	标准估计的误差	Durbin-Watson
0.975	0.951	0.935	23.3349	2.508

表8 回归系数

模型参数	非标准化系数		标准系数	t	Sig.
	B	标准误差	试用版		
(常量)a	616.785	159.719		3.862	0.002
粮食播种面积(千公顷) $b_1$	0.242	0.068	0.525	3.567	0.004
粮食生产劳动力(万人) $b_2$	-0.985	0.326	-0.672	-3.020	0.011
粮食生产化肥施用折纯量(万吨) $b_3$	1.782	0.877	0.523	2.032	0.065
粮食生产农业机械总动力(万千瓦) $b_4$	0.043	0.071	0.168	0.612	0.552

多元线性回归分析具有实际意义。

由表8可见,粮食播种面积对粮食产量具有显著正向作用,说明陕西省目前由于大量退耕还林,导致种植面积持续下降,为提升其粮食生产效率,应尽快扩大粮食种植面积,实现土地密集型生产。

粮食生产劳动力与粮食产量呈显著负相关,由于粮食种植面积的减少导致劳动力剩余。因此,目前不能再依靠增加劳动力提升粮食生产效率,而应培育现有劳动力,提升粮食生产劳动效率,提升生产人员素质水平及专业技术水平,并将农村剩余劳动力尽快转移。

粮食生产化肥施用折纯量与粮食产量呈正相关,意味着增加化肥尤其是优质肥料的投入量,在一定程度上能够提升粮食产量,但必须合理施肥,不能为增加产量滥用化肥。

粮食生产农业机械总动力与粮食产量呈同方向变动,即机械水平的高低也会影响陕西省粮食生产效率。因此,应提升农业机械总动力,加大科研投入的力度,改善现有粮食生产技术水平,进而提高粮食生产效率。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

在上述分析的基础上,可以得出以下结论:

(1)陕西省目前粮食播种面积正逐年下降,年均下降1.31%。

(2)本文基于DEA分析法中的BCC模型,运

用DEAP4.1软件进行分析,分析结果显示,目前陕西省粮食生产的平均技术效率0.9862、平均纯技术效率0.9954、平均规模效率0.9908,虽处于较高水平,但仍有提升的空间。

(3)本文利用SPSS软件对粮食生产效率的影响因素进行分析,结果显示粮食种植面积对粮食产量具有显著积极作用,粮食生产劳动力对粮食生产具有显著负向影响,而粮食生产化肥施用折纯量、粮食生产农业机械总动力对粮食生产效率具有正向影响。

### 4.2 建议

陕西省属于我国首批低碳示范省区,大量退耕还林政策的出台,使得粮食种植面积大幅度减少,规模产量又要求生产要素的合理投入。因此,提升粮食生产技术效率是确保粮食充足的有效途径,具体建议如下:

#### (1)扩大粮食种植面积

从全国来看,陕西省粮食种植面积仍然偏低,且逐年下降,而充足的耕地面积是确保粮食产量稳定增长的基石,合理进行生态环境建设,杜绝一切乱占耕地的行为,对国家划分的农用基地,一定要严加保护,避免改变其用途,导致耕地面积减少,进而影响当地粮食产量<sup>[2]</sup>。

#### (2)提升粮食生产劳动效率

陕西省农产品粮食生产劳动效率位于全国下游水平,其主要的影响因素之一就是劳动力总量,由分析结果可知劳动力冗余对粮食增产具有不利影响。因此,政府应尽快采取相关措施,鼓励农村剩余劳动力向外转移,使粮食种植面积和劳动力

相匹配,达到物尽其用,人尽其才的目的,从而实现粮食产量的快速增加。

### (3)合理控制化肥投入量

虽然化肥施用量与粮食产量呈正相关,但陕西省目前化肥投入量过多,说明过度地施用化肥也会影响产量的增加,因此应正确评估粮食种植面积的实际公顷数,按比例施用化肥。

### (4)加大粮食生产农业机械拥有量

2000~2016年陕西省粮食生产农业机械拥有量年均增长3.89%,而这几年全国粮食生产农业机械拥有量年均增长3.90%,陕西省比全国水平低0.01%,居全国中游水平。前述分析结果表明:粮食生产农业机械拥有量与粮食产量呈正相关,因此陕西省应加大粮食生产农业机械拥有量,以增加陕西省粮食产量,进而提升粮食生产效率。

### (5)加大粮食生产技术投入力度

陕西省在粮食生产技术投入方面可以从以下3个方向着手:首先,加大专业人才的培养力度,利用专业人才的专业知识研发新的高产量的粮食种子,并鼓励农民大胆尝试,以增加粮食产量;其次,在不同地区建设粮食生产种植示范户,并给予配套技术,鼓励种粮大户积极参与;最后,还应从农民自身着手,加大农民培训次数和力度<sup>[8]</sup>。

### (6)改善农业生产条件

陕西省农业生产条件居全国中等偏下水平,灌溉条件落后,耕地质量不佳,有效灌溉面积偏低,使得其农业生产效率较低。因此,陕西省应改善现有农业生产条件,改变落后的灌溉条件,提升有效耕地灌溉面积,以提升农产品产量及生

产效率。

### (7)推动粮食生产规模化

粮食生产需要生产要素的投入,而生产要素投入具有规模效应,当超过一定量时,再增加生产要素的投入不会引起产量的增加反而使其下降。因此,为实现粮食生产规模化,陕西省应培养种粮大户、建设家庭农场和粮食生产合作社,使农用土地集中化,利用规模效应实现成本降低,鼓励广大农民进行粮食生产,从而保障粮食安全。

### 参考文献:

- [1] 李宗健.我国粮食生产的技术进步模式和技术效率影响因素分析[D].大连:东北财经大学,2011.
- [2] 常春水,宿桂红.吉林省粮食生产技术效率的测算及影响因素[J].贵州农业科学,2014,42(10):275-278.
- [3] 郎新婷.新疆粮食生产效率及影响因素研究[D].石河子:新疆农业大学,2016.
- [4] 洪名勇,吴昭洋,何玉凤,等.我国粮食生产力的空间差异分解及影响因素分析——基于单要素生产力视角[J].农业现代化研究,2017,38(4):561-570.
- [5] 李学林.云南粮食生产效率及其影响因素研究[D].北京:中国农业大学,2017.
- [6] 雷龙涛,沈威,刘敏,等.河南省县域农业生产效率时空演变分析——基于粮食生产视角[J].江苏农业科学,2017,45(13):253-259.
- [7] Raghendra Jha, Puneet Chitkara, Santanu Gupta. Productivity, Technical and Allocative Efficiency and Farm Size in Wheat Farming in India: A DEA Approach[J]. Applied Economics Letters, 2000, 7(1): 1-5.
- [8] 渭南:稳定粮食生产保障粮食安全[EB/OL].[2018-01-11]. <http://www.shanxitj.gov.cn>.

(责任编辑:王 昱)