

中国苹果主产区投入产出效率分析

申探明, 姜雅莉

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:利用中国苹果主产区 8 个省份 2001~2010 年投入产出面板数据,运用数据包络分析(DEA)对其生产效率进行分析和评价。结果表明:除甘肃省与河北省外,苹果主产区生产效率维持较高水平,规模效率是地区间生产效率差异的主要原因,生产效率具有较强的地域聚集性和发展收敛性。通过对主产区 10 a 间 Malmquist 值测算发现,主产区全要素生产率(TFP)在波动中小幅下降,其主导因素是技术进步的反方向发展;并在此基础上,提出了促进苹果主产区生产效率发展的合理对策建议。

关键词:生产效率;数据包络分析;Malmquist 指数;苹果主产区

中图分类号:S 661.1(2) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)13-0198-05

苹果产量的波动通过市场供求和产品价格对产业链中市场主体福利、资源配置、产业发展甚至农村经济产生重要影响。作为一种多年生、高价值劳动密集型农产品,苹果产量变化受生产技术、市场供需、种植规模、天气气候、果树生物特性等多种社会和自然因素影响。投入—产出效率通过各要素和资源利用有效程度对产量波动产生影响。在苹果主产区,果业对当地农村经济发展和农民收入提高具有相当重要的经济地位;我国苹果产量占世界 40%以上,产量增长贡献率高达 80%,其

产量的稳定也关系到国际贸易地位和出口创汇效率,研究评价苹果生产效率现状并分析其原因,将为果农及政策决定者提供行为依据。

经济增长方式从粗放型向集约型转变,本质是要改变经济对投入增长的过度依赖,提高生产效率增长在经济增长中的作用^[1]。进入 21 世纪之后,中国的农业经济增长不再单纯依靠投入增加,而是全要素生产增长^[2]。全要素生产率最早是由美国经济学家罗伯特·索罗(Robert M. Solow)提出,代表了要素投入以外的部分,是考察效率的一项综合性指标。其变化可以严格被分解为技术进步、技术效率、配置效率和规模经济性^[3],并且在农业生产效率分析中得到广泛应用^[2,4-6]。

针对劳动密集型高价值果树的生产效率研究,国外经济学家多基于实证研究方法解释特定要素对投入产出的影响,在实践操作中作为独立管理单元的果园通过调整资源要素配置方式,提高要素的投入产出效率。如 Abbas Asakereh 等通过对伊朗 113 位生产者调查研究

第一作者简介:申探明(1989-),男,在读硕士,研究方向为农业经济学及农村与区域发展。

责任作者:姜雅莉(1974-),女,博士,副教授,研究方向农村与区域发展。

基金项目:2011 教育部人文社科基金资助项目(西部项目 11XJC790006)。

收稿日期:2012-03-27

Problems and the Countermeasures in Industry Development of Peach in Ningxia

CHEN Yan-ling¹, YU Ju-fang¹, LV Guo-hua¹, JIN Jian-jun¹, ZHANG Xiang²

(1. Institute of Horticulture, Ningxia Academy of Forestry and Agriculture Sciences, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Agricultural Technology Extension Center in Ningxia, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: The introduction of fine varieties and promotion peach industry in the ningxia since the founding were expound, encountered in the process of the cultivation of ningxia peach industry development adjustment bring of negative consequences, in many years experience, and on the basis of practice through and put forward the corresponding countermeasures. Use of ningxia favorable factors facility culture development, and use cold high stock good varieties of grafting, vigorously develop the peach industry.

Key words: freeze injury; fine varieties; facility cultivation; problems; countermeasures

能源利用情况的实证研究证明,果园机械使用效率并不具有规模效应,苹果产量与不可重新利用能源存在高度的相关关系,生产者可以通过改善机械利用方式来提高机械要素投入的产出效率。Reganold 等^[7]则通过对华盛顿果园 6 a 研究发现,采用有机的管理方式,相比混合管理模式和传统管理模式,具有更高的投入产出效率和经济收益^[4]。

近几年,国内学者将全要素生产效率概念应用于果树投入与产量关系的研究中,利用经济学理论结合统计学方法,研究果树投入产出效率及其波动原因。田伟等^[5]利用随机前沿分析 2001~2007 年我国柑橘主产区的全要素生产效率,结果表明,我国柑橘主产区全要素生产率在波动中增长,造成波动的原因主要是自然因素,主产区中化肥投入过量并且劳动力与农药投入的增加对产出有正的弹性影响。王艾敏^[9]利用 1994~2006 年面板数据实证研究发现,我国苹果主产区增长主要来源于技术进步,纯技术效率和规模不经济分别是造成苹果综合效率的正负原因。王静等^[10]从微观视角,利用实地调查数据对陕西省 4 个苹果基地县研究发现,苹果生产纯技术效率保持稳定,技术进步与规模效率是促进 TFP 增长的主要原因。郭亚军等^[11]采用非参数 HMB 指数对苹果生产全要素生产效率变动进行分解分析,各省份的生产效率差异主要来源于技术进步率和规模效率的差异,全要素生产效率交替变动但总体呈现小幅增长。王志彬等^[12]利用 2009 年截面数据对我国 8 个柑主产区全要素生产效率实证分析,发现我国柑主产区综合效率较高,非效率的主要原因是间接费用投入冗余。

上述研究都通过数据实证研究证明对要素、规模的合理调整可以改变要素的投入产出效率,从而提高产量。国内研究表明我国果树生产效率在波动中发生变化,受到生产技术与规模效率影响的同时,气候环境的自然环境等外生变量对生产效率产生较大的影响。该研究在前人工作基础上,重新测算我国苹果主产区生产效率,并对生产效率地域分布规律与发展趋势得出较新的结论和解释,对现有研究做出补充。

1 分析方法

1.1 DEA 模型

数据包络分析(Data envelopment analysis, DEA)是由美国运筹学家 Charnes、Cooper 和 Rhode 于 1978 年基于 Färell 测度和相对效率概念提出的一种崭新的效率评价方法^[14]。DEA 模型优点是可以在没有设定生产函数与统一量纲的情况下,在多个决策单元之间进行“多投入多产出”的效率评价。

假设有 n 个决策单元(Decision making unit, DMU),每个决策单元有相同的 m 项投入要素($j=1, 2, \dots, m$)和

相同的 s 项产出($r=1, 2, \dots, s$)($x_{ij} \geq 0, y_{ij} \geq 0$),用 x_{ij} 表示第 j 个单元的第 i 项投入, y_{ij} 表示第 j 个单元的第 r 项产出。则决策单元 j_0 的相对效率衡量指标 $h_{j_0}(u, v)$ 表示为:

$$\max h_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}},$$

$$s.t. \begin{cases} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 (j = 1, 2, \dots, n) \\ v_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, m), u_r \geq 0 (r = 1, 2, \dots, s), \end{cases}$$

其中 v_i 表示第 i 项投入的权值, u_r 表示第 r 项产出的权值。这是一个分式规划问题,通过变换可转换为等价的线性规划问题,进一步,该线性规划的对偶问题可写为:

$$\min \theta$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - \theta x_{ij_0} \leq 0, (i = 1, 2, \dots, m) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rj_0}, (r = 1, 2, \dots, s) \\ \lambda_j \geq 0, (j = 1, 2, \dots, n), \end{cases}$$

在上式中加入对 DMU 进行调整的松弛变量 S^- 或 S^+ (slacks 或 surplus),则变为:

$$\min \theta \begin{cases} s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j - S^+ = Y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j = 1, \forall \lambda_j \geq 0, \end{cases}$$

θ 为决策单元的有效值,当 $\theta=1$ 是,表示在前沿面上,该决策单元 DEA 有效。当 $\theta < 1$ 时决策单元不在生产前沿面上,即属于无效率状态。

1.2 Malmquist 生产率指数

Malmquist 指数方法最初由 Malmquist 提出^[8],此后与 Charnes 等人建立的 DEA 理论相结合,被广泛应用于 TFP 测算。从 t 时期到 s 时期的 Malmquist 指数可以表示成:

$$M(x_t, y_t, x_s, y_s) = \left[\frac{D_0^s(x_t, y_t)}{D_0^s(x_s, y_s)} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^t(x_s, y_s)} \right]^{1/2} =$$

$$\frac{D_0^s(x_t, y_t)}{D_0^s(x_s, y_s)} \left[\frac{D_0^s(x_t, y_t)}{D_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{D_0^t(x_s, y_s)}{D_0^s(x_s, y_s)} \right]^{1/2} = Ech \times Tch,$$

其中 Ech 可以分解为 Tech 和 Sech。所以有下式:

$$M(x_t, y_t, x_s, y_s) = TFPch = Tch \times Tech \times Sech,$$

式中 (x_s, y_s) 和 (x_t, y_t) 分别表示 s 时期和 t 时期投

入产出向量,和分别表示以 t 时期技术 T^t 为参照,时期 s 和时期 t 的距离函数。TFPch 为全要素生产效率,Ech 为综合效率,Tech 为纯技术效率变化率,Sech 为规模效率变化率,Tch 为技术进步变化率。若 $M>1$,则全要素生产效率呈现上升趋势,反之,为衰退的趋势。

2 样本选取与数据说明

参照前人研究,基于全要素生产效率理论,利用非参数估计方法的数据包络分析(DEA)模型和省际面板数据,对我国苹果主产区产出效率、发展方向和影响因素做出深入研究。在对果园生产方式的研究中,采用宏观面板数据,可以符合以下几个经济学研究假设,一是小农户与大市场矛盾中由市场外部性所产生的投入产出比波动影响较小;二是技术效率的改变相对稳定;三是使得单个生产者的非理性行为倾向减少。

根据研究方法选取与数据可获得性、连贯性与口径一致性,选择我国苹果主产区(辽宁、山东、山西、河北、河南、陕西、甘肃)作为决策单元,以 2001~2010 年的苹果生产成本(0.667 hm² 苹果园的化肥使用量,农家肥费,农药费,机械作业费,排灌费,用工天数)为投入变量,以 0.667 hm² 苹果园的产量为产出指标。其中化肥使用量、用工天数、苹果产出为实物变量。为了使其他变量在时间上具有可比性,以 2001 年为基期将具有价格因素变量的名义价值转化为实际价值(其中,化肥费、农药费、机械费用按照《中国统计年鉴(2002~2011)》中“农业生产资料价格分类指数”中相应分类指数进行平价,其它按照平均指数进行平价)。数据来源于《中国农产品成本收益资料汇编》(2002~2011)的与《中国统计年鉴数据》(2002~2011)(个别数据缺失,采取上下 2 a 平均值补全)。苹果主产区各省投入产出基本情况统计见图 1。

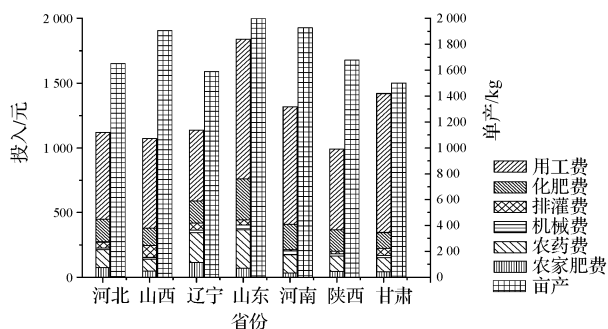


图1 苹果主产区 2001~2010 年单位面积投入产出平均值

注:以 0.667 hm² 为单位面积,按《中国农产品成本收益资料汇编》计算得化肥单价:3.3235 元/kg,用工单价:18.2516 元/d。

除山东、甘肃、河南总投入成本突出外,其它省份总投入成本相差不大。单位面积产量具有较大地域差异,与总投入呈正相关,但是并不严格($r=0.6844$, $sig.=0.0000$, $N=70$)。

用工费、化肥费、农药费在苹果生产投入中所占比例较大,样本中这 3 种费用占到投入费用 72.02%~96.69%(mean=0.8970,SD=0.0477),因此其波动将会较大幅度地反应于投入成本并间接作用于苹果市场价格与果农和消费者福利。

3 实证分析

应用 DEAP 2.1 软件,首先对我国 7 个苹果主产区 2001~2010 年平均综合效率、技术效率、规模效率等生产效率指标进行测算,分析比较苹果主产区地域间的生产效率差异及其原因。然后计算苹果主产区时间序列上全要素生产效率变化的 Malmquist 值,分析主产区全要素生产效率变化趋势及其组成部分并得出结论。

3.1 主产区 DEA 生产效率分析

3 个省份位于 DEA 生产效率前沿面上,分别是山西、河南、陕西均位于中西部地区的黄土高原苹果区。河北、山东、辽宁环渤海苹果区 10 a 间生产效率均值在 0.90~0.99 之间,处于非 DEA 有效状态,但位于较好水平。甘肃生产效率最低,主要原因是用工成本高造成的生产投入大(RG 表示人工成本占投入比重, $RG_{甘肃}=0.7630$, $RG_{平均}=0.6304$)。在地域分布上,我国苹果生产效率具有较高的空间集聚性,如图 2 所示。7 个主产区平均生产效率为 0.9506,接近前沿面,说明近年来,我国苹果主产区生产资源利用效率整体处于较高水平。纯技术效率差异与波动较小($SD=0.06003$, $N=70$),综合效率变动主要来源于规模效应。可见合理地调整果园规模是苹果生产效率的关键因素,因此应该重新审视我国过分分割的以家庭承包为主小规模生产方式对基础资源利用效率的影响。

表1 基于 DEA 方法的苹果主产区生产效率

DMU	crste	vrste	scale	
河北	0.9679	1.0000	0.9679	irs
山西	1.0000	1.0000	1.0000	—
辽宁	0.9242	0.9915	0.9308	irs
山东	0.9266	1.0000	0.9266	drs
河南	1.0000	1.0000	1.0000	—
陕西	1.0000	1.0000	1.0000	—
甘肃	0.8358	0.9200	0.8917	irs
平均	0.9506	0.9874	0.9596	

注:数值为 2001~2010 年各省平均值,所以这里 $crste \neq vrste \times scale$ 。irs 表示规模报酬递增,drs 表示规模报酬递减,—表示规模报酬不变。

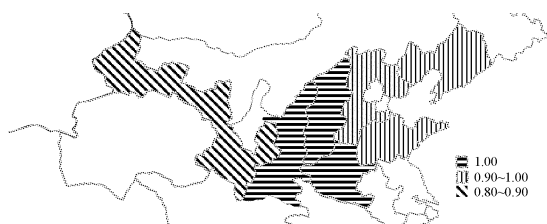


图2 苹果主产区生产效率地区分布

苹果主产区生产效率发展趋势情况如图 3。由图 3 可知,除生产效率持续位于前沿面的省份外,其它省份生产效率在波动中趋向效率前沿面,波动幅度呈现减小趋势。由此提出假设 H_0 : 苹果主产区生产效率具有收敛性。

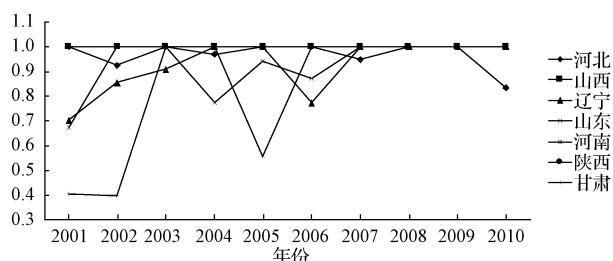


图 3 苹果主产区 DEA 生产效率发展趋势

应用 β 收敛检验,可以了解不同地区之间全要素生产效率差异变化趋势。对全要素生产效率水平 σ 收敛状况 β 检验可通过下式确定:

$$\sigma_i = \alpha + \beta t + \mu_i,$$

其中, σ 为标准差, α 为截距项, t 为时间趋势, μ 为随机扰动项, β 为系数, i 表示第 i 个 DMU。如果 β 小于 0 并且在统计上显著,则说明苹果主产区生产效率差异在逐年缩小,具有水平收敛性。反之,为发散性。当 $\beta = 0$ 时,主产区生产效率差异一直维持原有水平。应用 Eviews 5.1 软件对主产区生产效率收敛性检验,结果见表 2。由表 2 可知,在 7 个苹果主产区内,尽管综合生产效率在 2006 年之前具有较大波动幅度,但是在 2001~2010 年间,全国主产区尤其黄土高原苹果主产区生产效率地域间呈现 σ 收敛趋势,这说明落后主产区在技术推广利用方面具有“后发优势”,正在追赶先进产区,生产效率趋于前沿面发展^[15]。

表 2 σ 收敛性的 β 值检验

地区	7 个主产区	黄土高原产区
β 值	-0.0216 **	-0.0197 **
R^2	0.5513	0.4520

注: *、**、*** 分别表示通过 10%、5%、1% 水平的显著性检验。

3.2 主产区 Malmquist 指数分析

采用 Malmquist 指数方法对 7 个苹果主产区 2001~2010 年全要素生产率、技术进步、技术效率、规模效率变化指标计算见表 3。由表 3 可知,2001~2010 年间 7 个苹果主产区纯技术效率较为稳定,大部分地区保持不变。综合效率波动主要由规模效率引起,与 DEA 生产效率分析结果一致。10 a 间综合效率具有上升趋势,说明主产区果园基础设施达到一定水平后,开始注重对现有设施的充分和有效利用与配置^[17],在山东、辽宁、甘肃体现明显。纯技术效率主要甘肃和辽宁具有增长趋势,其它地区均保持不变,说明我国苹果主产区平均技术效率有效利用率在增加,但是大部分地区并没有显著成

效。这说明主产区苹果种植技术推广中,高效率生产对低效率生产置换效果仍然不明显。

表 3 各省投入角度的平均 Malmquist 指数

DMU	effch	techch	pech	sech	tfpch
河北	0.980	0.857	1.000	0.980	0.840
山西	1.000	0.961	1.000	1.000	0.961
辽宁	1.040	1.008	1.010	1.030	1.048
山东	1.045	0.960	1.000	1.045	1.003
河南	1.000	0.885	1.000	1.000	0.885
陕西	1.000	0.853	1.000	1.000	0.853
甘肃	1.105	1.006	1.049	1.053	1.111
平均	1.024	0.931	1.008	1.015	0.953

主产区技术进步在波动中下降或者持续下降,同时成为引起全要素生产效率小幅下降的主导因素。技术进步回退表示生产前沿面的后退,产出可能性等外生变量对生产效率显示出负面影响,原因可能一是如图 4 所示, MR = 单位面积产值 R / 单位面积生产投入成本 C 。生产成本的边际收益 10 a 间具有上升趋势,根据成本边际效应规律,短期内苹果投入增长并没有停止驱动力,由此造成投入的持续快速增长。苹果单位面积产量由于客观的自然规律限制,与投入相比,更接近于 Logistic 增长曲线,后期增长速度平缓。投入增长不受这种规律约束,过量投入增加造成产出投入比负增长。由图 5 可知,在产量平缓增长与投入过快增长的条件下,2005 年后,7 个苹果主产区的产量投入比持续下降。导致 DEA 效率计算中技术进步等外生变量的负向发展。

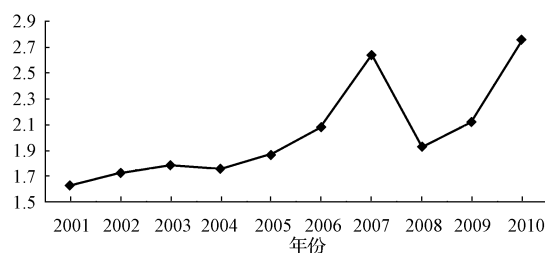


图 4 样本 10 a 间产值投入比变化趋势

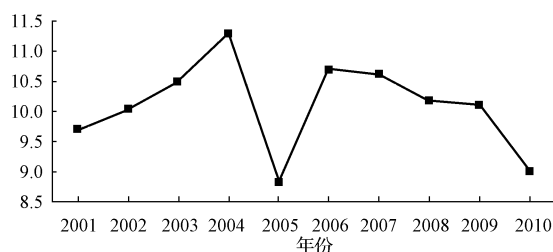


图 5 样本 10 a 间产量投入比变化趋势

二是由于农业地位的特殊性,农业生产要素易受政策影响^[16],鼓励性政策与高产期望诱致投入持续稳定增长,在缺少科学指导和低集约化经营的小规模果园生产中,存在诸多无效投资造成投入过剩和资源浪费。技

术进步下降并不代表科学技术在果园增产中没有作用。数据显示,主产区果园面积除甘肃、陕西之外,其它地区面积均呈下降趋势,但是总产量在所有省份中稳定增长,原因是单位面积产量的高速发展。这并非单一增加投入所能达到的,不包含于投入成本的科学技术起关键性作用。

4 结论与建议

该研究结果表明,2001~2010年间我国7个苹果主产区平均生产效率为0.911。造成地域差异的主要原因是规模效率。主产区生产效率具有明显的地域集聚性,这为制定区域政策提供便利。发展收敛性则说明落后地区具有后起优势,区域间生产效率发展趋同。通过Malmquist指数对主产区全要素生产效率(TFP)进行测算发现,主产区全要素生产效率在个别年份具有正向发展趋势。但总体来看,主产区TFP在10a间具有略微下降趋势,技术进步的反方向发展为其主导因素。

由此,在苹果生产中,政府应加强农技宣传和推广力度,加快高效率资源对低效率资源的转换,提高技术进步在全要素生产中的作用。种植者应减少无效投入和资源浪费,发展集约型经济,提高生产的纯技术利用效率在果园增产的作用。

参考文献

- [1] 肖运来.我国油料作物生产的区域比较优势及效率分析[D].北京:中国农业科学院农业经济研究所,2002:1-2.
- [2] Fuglie Keith O. Sources of Growth in Indonesian Agriculture[J]. Journal of Productivity Analysis, 2010(3): 225-240.
- [3] 李谷成,冯中朝,范丽霞.农户家庭经营技术效率与全要素生产率增长分解(1999~2003年)—基于随机前沿生产函数与来自湖北省农户的微观证据[J].数量经济技术经济研究,2007(8):25-34.
- [4] 顾海,王艾敏.基于Malmquist指数的河南苹果生产效率评价[J].农业技术经济,2007(2):99-104.
- [5] 田伟,谭朵朵.中国棉花TFP增长率的波动与地区差异分析—基于随机前沿分析方法[J].农业技术经济,2011(5):110-118.
- [6] Roberto E. Stochastic technical change and procyclical TFP the case of Italian agriculture [J]. Journal of Productivity Analysis, 2000(14): 119-141.
- [7] Reganold J P, Glover J D, Andrews P K, et al. Sustainability of three apple production systems [J]. Nature, 2010, 10: 926-930.
- [8] 田伟,谭朵朵.基于SFA的中国柑橘生产技术效率分析[J].经济研究导刊,2009,36:169-171.
- [9] 王艾敏.我国苹果主产区生产效率评价—基于DEA的Malmquist指数分析[J].河南农业科学,2009(7):110-113.
- [10] 王静,毛飞,霍学喜.陕西四个苹果基地县果农生产效率调查分析[J].北方园艺,2010(3):230-232.
- [11] 郭亚军,姚顺波,霍学喜.中国苹果主产区全要素生产效率研究—基于HMB指数的分析[J].农业技术经济,2011(10):78-86.
- [12] 王志彬,汤荣丽,郭斌.我国柑生产率的数据库结构分析[J].北方园艺,2011(7):187-191.
- [13] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decisionmaking units [J]. European Journal of Operation Research, 1978(2): 429-444.
- [14] Malmquist S. Index numbers and indifference surfaces [J]. Trabajos de Estadística, 1953, 4(1): 209-242.
- [15] 赵红雷,贾金荣.中国玉米生产技术效率分析:2001-2008—基于随机前沿生产函数[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2011(5):56-61.
- [16] 方福前,张艳丽.中国农业全要素生产率的变化及其影响因素分析—基于1991~2008年Malmquist指数方法[J].经济理论与经济管理,2010(9):5-12.

The Input-output Efficiency Analysis of Apple in Major Production Areas of China

SHEN Tan-ming, JIANG Ya-li

(College of Economics and Management, Northwest Agricultural and Forest University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: The apple production efficiency using panel data of the eight major production areas of China during 2001~2010 were analyzed and evaluated. The results showed that in addition to Gansu Province and Hebei Province, the major apple production areas maintained a high level of production efficiency. Scale efficiency was the cause of inter-regional differences. Production efficiency had a strong geographical aggregation and convergence in the development. After estimating the Malmquist index during 10 years of the main production areas, we found that the total factor productivity (TFP) had declined slightly in the fluctuations. The dominant factor was the development of technological progress in the negative direction. On this basis, some policy and solution for the main apple producing areas to develop the total factor productivity were brought out.

Key words: production efficiency; data envelopment analysis; Malmquist index; apple major production areas